

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

VICERRECTORADO

**CENTRO DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA



**IMPLEMENTACION DE UNA ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y
ODORIZACIÓN PARA LA DISTRIBUCION DE GAS
NATURAL EN LA LOCALIDAD DE VILLA FERNANDEZ
MUNICIPIO DE MONTEAGUDO**

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

ELOY AGUIRRE CHAVARRIA

**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.

Nombres y Apellidos

Sucre, diciembre de 2023

DEDICATORIA

Este Trabajo va dedicado a mis padres; Pablo Aguirre y Victoria Chavarria, quienes para mí son las personas más importantes en mi vida quienes estuvieron y están ahí siempre apoyándome, agradecerlos también Por su comprensión, paciencia y amor incondicional durante este arduo proceso. Cada palabra de aliento y gesto de apoyo ha sido el motor que me impulsó a seguir adelante, incluso en los momentos más desafiantes.

A mis hermanos Bertha, Ana y Federico por apoyarme siempre y colaboraron de alguna u otra manera.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por permitirme llegar a estas instancias de mi formación profesional por haberme dado el tiempo necesario para realizar este trabajo, por haberme permitido conocer a muchas personas que colaboraron conmigo para hacer de uno de mis sueños una realidad y porque en todo momento, aunque no siempre lo percibí, él estuvo conmigo.

Quiero dar las gracias a mis padres por estar siempre ahí apoyándome en todo momento y dándome consejos y por enseñarme buenos valores y en general quiero mencionar a todos mis familiares en especial a Edith

También quiero agradecer a todos mis docentes de la universidad por sus enseñanzas y conocimientos transmitidos durante la etapa de mi formación académica y profesional

Agradecer también a todas las personas que colaboraron conmigo en la elaboración de este Trabajo apoyándome y siendo una guía; A mi Docente el Ingeniero José Alberto Flores, una persona muy profesional, a mi gran amigo al Ingeniero José Cejas quien para mí es un excelente profesional y también a mi amigo Jhonny Mita quien estuvo guiándome y de alguna manera colaborando.

RESUMEN

Bolivia se encuentra en un punto de crecimiento a nivel poblacional constante y conforme esto crece, también la necesidad por las fuentes energéticas, este proyecto de monografía pretende realizar un estudio que pueda servir de fuente bibliográfica para futuros proyectos de desarrollo energético.

En el primer capítulo conoceremos antecedentes de este tipo de proyectos, plantearemos el problema principal y justificaremos la investigación; ubicándonos en el lugar donde se pretende ejecutar este proyecto, también describiremos los métodos utilizados para realizar esta monografía y plantearemos el objetivo principal que cumpla con la consigna de este estudio "Implementar una Estación de Medición y Odorización en la Localidad de Villa Fernández".

En el segundo capítulo abarcaremos la teoría referida al Gas Natural que nos permitirá conocer los procesos por los que pasa antes de llegar a la EMO y desde ahí distribuirse al sector comercio, industria y doméstico; pero antes de realizar el cambio de custodia de YPFB Transporte a Redes de Gas Chuquisaca, se debe contemplar el estudio de la zona en la que se realizara este proyecto, también el estudio de las necesidades de la zona, el diseño de la EMO, también que los instrumentos cumplan con las necesidades de la zona y al final discutir los resultados obtenidos del estudio, para concluir si los objetivos se cumplieron de acorde a los planeado.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1	ANTECEDENTES	1
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3	IDENTIFICACION DEL PROBLEMA.....	2
1.4	JUSTIFICACION	2
1.4.1	Justificación Técnica	2
1.4.2	Justificación social.....	3
1.4.3	Justificación económica	3
1.5	METODOLOGIA.....	3
1.5.1	Métodos.....	3
1.5.2	Técnicas	4
1.5.3	Instrumentos.....	4
1.6	OBJETIVOS	4
1.6.1	Objetivo general	4
1.6.2	Objetivos específicos.	4
2	CAPITULO II: DESARROLLO	5
2.1	MARCO TEORICO CONCEPTUAL	5
2.1.1	Transporte del Gas Natural en Bolivia.....	5
2.1.2	Distribución de Gas Natural en Bolivia.	5
2.1.2.1	City Gates.....	6
2.1.2.2	Red Primaria.....	6
2.1.2.3	Puentes de Regulación y Medición (PRM).....	7
2.1.2.4	Estaciones Distritales de Regulación (EDR).	8
2.1.2.5	Redes Secundarias.....	9
2.1.2.6	Acometidas.....	9
2.1.2.7	Gabinetes de Medición-Regulación.....	9
2.2	ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y ODORIZACIÓN	10
2.2.1	Componentes de una estación de medición y odorización.....	10

2.2.1.1	Filtro Separador/Coalescente:	11
2.2.1.2	Medidor de Flujo Rotatorio:.....	12
2.2.1.3	Sistema de Odorización:	14
2.2.2	Condiciones de operación de la EMO para su implementación	15
2.2.2.1	Condiciones Físicas aplicables a la Comunidad de Villa Fernández:	15
2.3	parametros tecnicos para la implementación de una EMO en la localidad de villa fernandez.	16
2.3.1.1	Ubicación del Proyecto.	17
2.3.1.2	Proyección de la distribución de las Redes de Gas Natural.	17
2.3.1.3	Proyección de la demanda del gas natural.	17
2.4	MARCO CONTEXTUAL.....	17
2.4.1	Ubicación en el cual se realiza el estudio.....	17
2.4.2	Gas natural para Villa Fernández	18
2.5	alcance del proyecto	18
2.6	Información y Datos Obtenidos.....	21
2.6.1	Ubicación óptima para la implementación de la emo.....	21
2.6.2	Proyección de la Distribución del Gas Natural a partir del EMO.	23
2.6.3	Proyección de la Demanda de Gas Natural.	25
2.6.3.1	Demanda de Consumo Categoría Doméstica para Villa Fernández, Cruce Piraymiri, Vallecitos, Sombrerillos y Valle Nuevo.	25
2.6.3.2	Demanda de Categoría Comercial para Villa Fernández, Cruce Piraymiri, Vallecitos, Sombrerillos y Valle Nuevo.	34
2.6.3.3	Demanda de Categoría Industrial para la localidad de Cruce Piraymiri.	34
2.7	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.	36
2.7.1	Análisis del impacto socioeconómico.	36
2.7.2	Análisis y discusión de Resultados.....	37
2.7.3	Discusión.....	37
CAPITULO III: CONCLUSIONES y recomendaciones.....		38
REFERENCIAS Bibliográficas		39
Anexos	41	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema del Sistema de distribución del Gas Natural	5
Figura 2 Estación City Gate “La Aurora” en Oruro.....	6
Figura 3 Red Primaria.....	7
Figura 4 Puentes de Regulación y Medición (PRM)	8
Figura 5 Estación Distrital de Regulación (EDR)	8
Figura 6 Red Secundaria.....	9
Figura 7 Gabinete de Medición-Regulación.....	10
Figura 8 Esquema de Estación de Medición y Odorización	11
Figura 9 Filtro Separador Coalescente	12
Figura 10 Medidor de Flujo Rotatorio.....	13
Figura 11 Esquema de Odorización de EMO	14
Figura 12 Ubicación de la Localidad Villa Fernández.....	18
Figura 13 Comunidades Beneficiadas	20
Figura 14 Gaseoducto Taquiperenda – Cochabamba pasando por la localidad de Villa Fernández.....	21
Figura 15 Ubicación del Gaseoducto con respecto a Villa Fernández.....	22
Figura 16 Ubicación de la EMO en la localidad de Villa Fernández-Municipio Monteagudo-Departamento de Chuquisaca.....	23
Figura 17 Tendido de la Red Primaria hacia un EDR.....	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características del Filtro	12
Tabla 2 Características del Medidor de Flujo.....	13
Tabla 3 Características del Sistema de Odorización para la EMO	14
Tabla 4 Condiciones de Operación de la EMO por YPF B Corporación.....	15
Tabla 5 Información Demográfica del Proyecto	19
Tabla 6 Distancia entre el Municipio de Monteagudo y la Localidades.....	19
Tabla 7 Proyección de Habitantes y hogares de Villa Fernández.....	26
Tabla 8 Proyección de Habitantes y hogares de Cruce Piraymiri	27
Tabla 9 Proyección de Habitantes y hogares de Vallecitos.....	28
Tabla 10 Proyección de Habitantes y hogares Sombrerillos	29
Tabla 11 Proyección de Habitantes y hogares de Valle Nuevo	30
Tabla 12 Proyección de Habitantes a 20 años	31
Tabla 13 Consumo de Equipos domésticos.....	31
Tabla 14 Demanda del consumo doméstico hasta el año 2043.....	32
Tabla 15 Demanda de Consumo Comercial	34
Tabla 16 Demanda del Consumo Proyectado Industrial	35
Tabla 17 Demanda de GNV proyectado para la localidad de Cruce Piraymiri	35
Tabla 18 Consumo Proyectado hasta el 2043	35

1 CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Jhasmani Cerezo en su proyecto titulado **“Estudio técnico de distribución de gas natural en la población de Villa Serrano”**, indica que al ejecutarse este tipo de proyectos que provean de Gas Natural, coadyuvan a desarrollar nuevos proyectos basados en la conexión de redes de gas natural para aquellas provincias o regiones que cuentan con este servicio y donde los pobladores gastan más por la utilización de un combustible alternativo como la leña, kerosen o garrafas de GLP, incluyendo costos de transporte para poder comprar estos tipos de combustibles. Por lo que en un futuro las familias de poblaciones alejadas rebajarán costos por la obtención de gas natural y tienen ahorro en su economía.

Jhoel Ordoñez Lopez, en su proyecto de grado que lleva de título **“Diseño de un City Gate para la población de Tres Cruces Belén del departamento de Potosí”**, habla de que en la actualidad Bolivia está teniendo un alto nivel de crecimiento en el ámbito de los gaseoductos junto al número de usuarios de gas natural, de tal forma YPFB empresa petrolera estatal, tiene el derecho de cumplir con las necesidades de hidrocarburos que tenga la población Boliviana, como establece la Ley de Hidrocarburos 3058 del 18 de mayo del 2005 en su Artículo N°6, el D.S. N°1996 Reglamento de Distribución de Gas Natural por Redes del 14 de mayo del 2014 en su Artículo N°7.

Las Estaciones de Medición y Odorización (EMO), son actualmente el mejor postor para proveer de una fuente energética a poblaciones medianas que están en pleno desarrollo y que necesitan un impulso energético como lo es el Gas Natural, ya sea para industrializar muchas fuentes de empleo que inclusive proveen a las ciudades, también para dar una mejora en la calidad de vida a las familias, etc.; a raíz de esto en Bolivia ya se han instalado alrededor de 11 proyectos de EMO, a partir del 2015 con la EMO más grande del país con una capacidad de 90.000 SMCH que suministra gas natural para todas las industrias del Parque Industrial Latinoamericano en la ciudad de Santa Cruz, además de otras 10 EMO entregadas desde el 2016 en los departamentos de Cochabamba (Sacabamba, Valle Sacta, Pocona y Villa Villa), La Paz (Ayo-Ayo y El Tholar), Chuquisaca (Chuqui Chuqui, Ñancoraiza y Sirachaca/Naranjillos) y Potosi (Chaqui). (TOTAL SERVICES BOLIVIA, 2015-2016)

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad en nuestro país aún existen comunidades como la localidad de Villa Fernández, Piraymiri que no tienen aún el suministro del Gas Natural, porque no cuentan con la suficiente población para justificar proyectos de gran envergadura.

Sin embargo, tras la aprobación del D.S. N°29018 del 31 de enero del 2007 en su Artículo N°3, se debe buscar los mecanismos técnicos, financieros y legales para suministrar de energía hidrocarburífera al país, ahora el mayor reto es ubicar puntos estratégicos que permitan llegar con Gas Natural a todos los rincones.

El estudio de viabilidad para la implementación de Estaciones de Medición y Odorización en zonas que tienen paso de Gaseoductos, se lo debe desarrollar a través de un análisis técnico, socioeconómico y geográfico, así también con el análisis de otros casos de estudio que permitan tomar como punto referencial la Reforma Energética del país.

1.3 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

La localidad de Villa Fernández -Piraymiri, situada en el municipio de Monteagudo a una distancia de 40 km de la ciudad de Monteagudo, enfrenta un desafío sustancial en lo que respecta a la provisión de gas natural. Hasta la fecha estas comunidades Villa Fernández, Piraymiri y otras comunidades cercanas carecen de acceso a una fuente confiable y segura de Gas natural, lo que limita el potencial de desarrollo económico y la comodidad de los residentes, la ausencia de una infraestructura adecuada de distribución de gas natural, representa una barrera significativa para la satisfacción de las necesidades energéticas de la zona.

El problema radica en que estas zonas (PIRAIMIRI-VILLA FERNANDEZ), que en su momento fueron productoras y aún siguen produciendo, pero en cantidades mínimas, no gozan de los beneficios de la explotación de los hidrocarburos, pero que a través de la implementación de estas Estaciones de Medición y Odorización reivindicamos estas poblaciones.

1.4 JUSTIFICACION

1.4.1 Justificación Técnica

La localidad de Villa Fernández a lo largo de los años se ha visto rodeada de fuentes hidrocarburíferas, estando en la boca del pozo realizado por Repsol (pozo petrolero), y en la actualidad se encuentra ubicado en medio del paso del Gaseoducto Taquiperenda –

Cochabamba, todo apunta a que técnicamente es el mejor postor para ejecutarse un proyecto de esta magnitud, que daría desarrollo energético a otras 4 localidades en crecimiento.

1.4.2 Justificación social

La introducción del gas natural como fuente de energía doméstica, comercial e industrial puede mejorar significativamente la calidad de vida de los habitantes de Villa Fernández, Piraymiri y otras comunidades cercanas. Este es más limpio, eficiente y seguro en comparación con fuentes de energía tradicionales, como el gas licuado de petróleo o el uso de la leña, lo que disminuye la exposición a emisiones contaminantes para el medio ambiente y reduce los riesgos de recursos asociados con la combustión de otros combustibles.

La distribución de gas natural reduce las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación del aire, lo que contribuye a la mitigación del cambio climático y la protección del entorno natural de la zona. Este aspecto es especialmente relevante en un contexto global de creciente conciencia sobre la sostenibilidad ambiental.

1.4.3 Justificación económica

La disponibilidad de gas natural en la localidad puede atraer inversiones y promover el crecimiento económico. Facilita el establecimiento de empresas y la expansión de la industria, lo que a su vez crea empleos y estimula la actividad económica local. Otro de los factores, que motivan a la investigación de esta monografía sobre implementación de una Estación de Medición y odorización para la distribución de gas Natural es lo siguiente, la zona de Villa Fernández-Piraymiri es una zona productora de hidrocarburos y siendo esta una zona productora hasta la fecha aún no se está beneficiando del gas natural lo que parece algo injusto, este campo productor denominando el Campo Monteagudo, fue descubierto por la estatal petrolera YPF, en el año 1967 y empezó a producir en el año 1973 según los informes del ministerio de Hidrocarburos y energía.

1.5 METODOLOGIA

1.5.1 Métodos

Se utilizó el método de investigación descriptiva, con el objetivo de describir las características de las técnicas y condiciones de aplicabilidad para ejecutar de manera efectiva una Estación de Medición y Odorización EMO.

1.5.2 Técnicas

Se utilizó una técnica de investigación cualitativa, realizando una investigación bibliográfica de esta manera se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura relacionada con la distribución de gas natural, regulaciones locales y nacionales, también información de empresas que trabajen y tengan experiencia en el rubro, páginas web que den información confiable sobre el tema que se está trabajando y otros.

1.5.3 Instrumentos

Se utilizó documentos de archivos para lograr recopilar toda la información, teniendo como enfoque de investigación los objetivos. Al final se realizó una síntesis de toda la información recabada, comprendida y discutida en la investigación, para realizar esta monografía que cumpla con todos los objetivos planteados.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo general

Implementar una Estación de Medición y Odorización para la distribución de gas natural con el propósito de mejorar la calidad de vida de los habitantes, en la localidad de Villa Fernández, - Piraymiri municipio de Monteagudo.

1.6.2 Objetivos específicos.

- Describir el sistema de distribución del Gas Natural en función al Decreto 1996 del 24 de mayo de 2014 de Distribución de Gas Natural por Redes.
- Definir que es una Estación de Medición y Odorización, sus funciones, sus componentes y sus parámetros de funcionamiento.
- Definir los parámetros técnicos que permitan justificar la Implementación de una Estación de Medición y Odorización.
- Calcular los parámetros necesarios que justifiquen la Implementación de una EMO en la Localidad de Villa Fernández.

2 CAPITULO II: DESARROLLO

2.1 MARCO TEORICO CONCEPTUAL

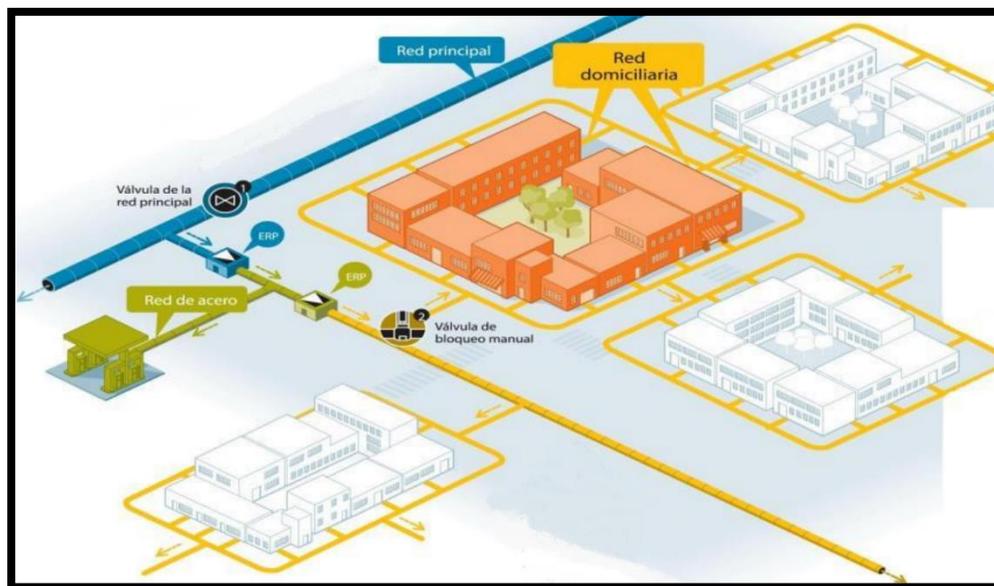
2.1.1 Transporte del Gas Natural en Bolivia

El transporte de gas natural en Bolivia se lo realiza a través de tuberías de acero con presiones de operación que varían entre 40 y 80 Bar; YPFB Transporte es la principal empresa subsidiaria de YPFB Corporación encargada del transporte de gas natural teniendo bajo su cargo la operación de 3550.49 Km de gasoductos aproximadamente. No obstante, existen otras empresas como Gas Trans Boliviano (GTB), Gas Oriente Boliviano (GOB), YPFB Redes de Gas y Ductos, YPFB Andina, Empresa Minera Paititi, Transierra, YPFB Chaco, Reficruz, Oro Negro, Pluspetrol y Repsol, quienes operan otros gasoductos de acuerdo a los siguientes datos: ver Anexo 1 (Agencia Nacional de Hidrocarburos, 2014)

2.1.2 Distribución de Gas Natural en Bolivia.

YPFB Redes de Gas y Ductos como parte del brazo operativo de YPFB Corporación realiza la distribución de gas natural en Bolivia mediante tuberías de acero y polietileno de alta densidad con presiones de operación que varían entre 20 – 40 Bar y 4 – 7 Bar respectivamente. Su operación se encuentra regulada de acuerdo al Reglamento de Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento de Redes de Gas Natural e Instalaciones Internas aprobado mediante Decreto Supremo 1996 del 14 de mayo del 2014.

Figura 1 Esquema del Sistema de distribución del Gas Natural



Fuente: (Sistema de distribución de Gas Natural, 2015, pág. 10)

2.1.2.1 City Gates.

Los City Gates son instalaciones donde YPFB Transporte realiza la transferencia de custodia del gas a YPFB Redes de Gas y Ductos para su distribución, en este punto se realiza la medición de volúmenes entregados/recibidos, verificación de la calidad, regulación de la presión y odorización (Decreto Supremo 1996, 2014)

Figura 2 Estación City Gate “La Aurora” en Oruro



Fuente: (YPFB Avanza con el City Gate La Aurora, 2022)

Dichas instalaciones se encuentran generalmente cerca los lugares por donde pasan los gasoductos; el suministro de gas natural a los city gates se los realiza mediante una acometida de derivación de acero del gasoducto principal al city gate, tal acometida cuenta con un sistema de seguridad o bloqueo que corta el suministro de gas cuando existe presiones y caudales anormales (Decreto Supremo 1996, 2014).

2.1.2.2 Red Primaria.

Es el conjunto de tuberías de acero por las cuales YPFB Redes de Gas y Ductos suministra el servicio de gas natural a usuarios industriales y estaciones distritales de regulación, estas se instalan a partir de la salida de los city gates cuyo trazado se encuentra por las calzadas a profundidades de 1 a 2m dependiendo del tipo de clase de trazado por la que atraviesa. Los diámetros de las redes primarias existentes en Bolivia van de 2" a 8" DN (Decreto Supremo 1996, 2014).

Figura 3 Red Primaria



Fuente: (YPFB Amplia red de gas para llegar a mas comunidades, 2012)

2.1.2.3 Puentes de Regulación y Medición (PRM).

Son instalaciones donde YPFB Redes de Gas y Ductos realiza la entrega y/o venta de gas natural a los usuarios industriales además de realizar la regulación de presión de suministro, dichos puentes se encuentran instalados sobre el límite municipal de las propiedades de las industrias.

De manera similar a los city gates, el gas es suministrado a través de acometidas de acero de las redes primarias a los PRM's, con la diferencia de que el sistema de seguridad de bloqueo y/o alivio forma parte de la instrumentación de los PRM's y no así de la acometida.

El mantenimiento de la acometida de derivación (incluyendo su cámara de derivación) y PRM se encuentra bajo responsabilidad de los propietarios de las industrias (Decreto Supremo 1996, 2014).

Figura 4 Puentes de Regulación y Medición (PRM)



Fuente: (Mantenimiento y Comprobación de PRM, 2017)

2.1.2.4 Estaciones Distritales de Regulación (EDR).

Son instalaciones denominadas centrales periféricas donde se realiza la regulación de presión y caudal de gas distribuidos a usuarios domésticos y comerciales a través de tuberías de polietileno. En casos especiales, también se realiza la odorización del gas además de poder realizar el control de volúmenes distribuidos. Dichos EDR's cuentan con una línea activa de trabajo, otra en stand by y una tercera línea de bypass para casos de emergencia o trabajos programados (Decreto Supremo 1996, 2014).

Figura 5 Estación Distrital de Regulación (EDR)



Fuente: (YPFB Redes de Gas y Ductos, Distrital Chuquisca)

2.1.2.5 Redes Secundarias.

Las redes secundarias son un conjunto de tuberías de polietileno de alta densidad por las cuales se realiza la distribución de gas natural a los usuarios comerciales y domésticos. Los diámetros de tales redes varían de 40 a 125mm, las acometidas de derivación de las redes secundarias a los gabinetes de medición y regulación de presión de gas de cada usuario tienen diámetros nominales iguales a 20 y 32mm (Decreto Supremo 1996, 2014).

Figura 6 Red Secundaria



Fuente: (YPFB Redes de Gas y Ductos, Distrital Chuquisca)

2.1.2.6 Acometidas.

Tramo de tubería comprendido entre la red de distribución y la derivación del servicio, incluye la válvula de acometida y su correspondiente tranquilla. Pueden tener reguladores o no.

2.1.2.7 Gabinetes de Medición-Regulación.

Recinto que es parte del Sistema de Distribución de Gas Natural, destinado a la regulación y medición del Gas Natural, que en su parte interior consta de Válvula de Acometida, Regulador, Medidor y accesorios para el suministro de Gas Natural a Usuarios domésticos y comerciales.

Figura 7 Gabinete de Medición-Regulación



Fuente: (YPFB Redes de Gas y Ductos, Distrital Chuquisca)

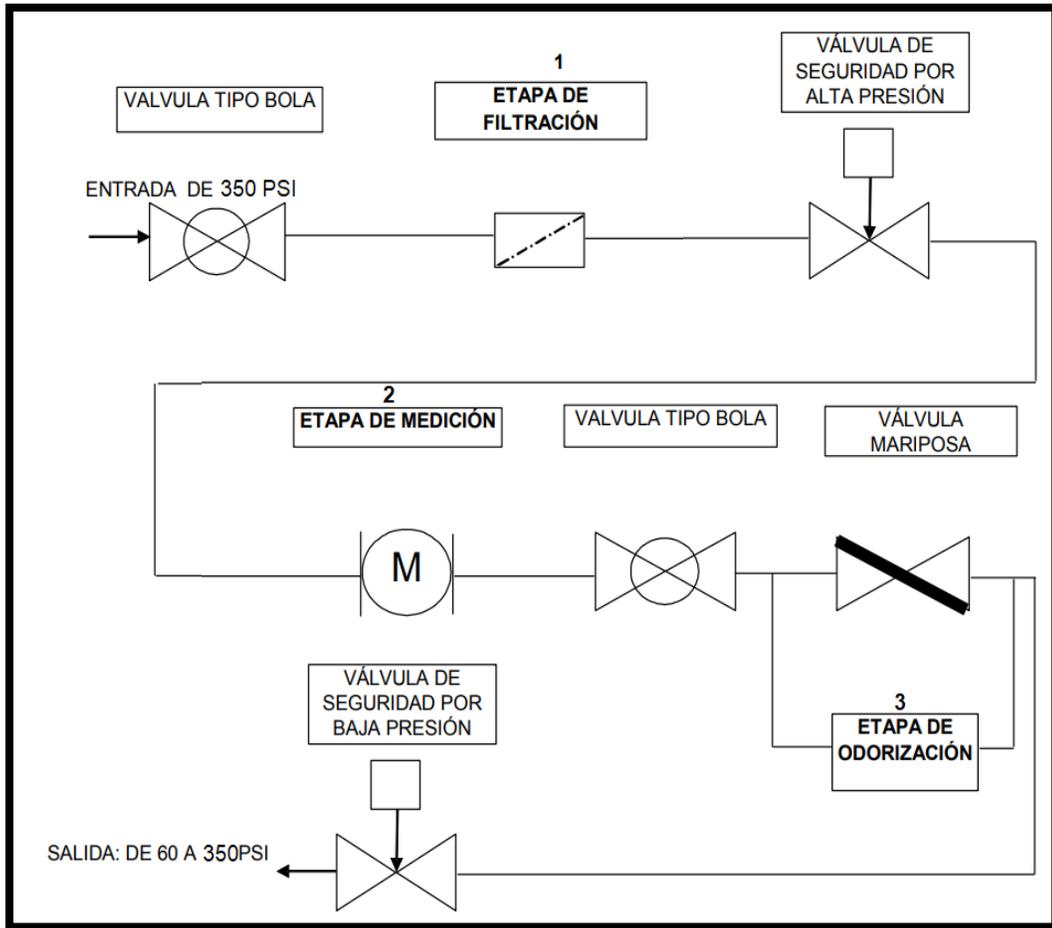
2.2 ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y ODORIZACIÓN

Una Estación de Medición y Odorización (EMO) es aquella que recibe el suministro del Gas Natural desde el punto de Transferencia de custodia de YPFB Transporte a Redes de Gas, esto debido a que YPFB Transporte tiene la obligación de hacer la transferencia a una presión de 350 psi, presión a la cual es competencia de Redes de Gas, desde este punto la EMO realiza los trabajos de Medición, Filtrado y Odorización del Gas Natural, para posteriormente pasar a la Red Primaria y en su continuidad a un EDR, hasta llegar al medidor de regulación.

2.2.1 Componentes de una estación de medición y odorización

Para lograr desglosar los componentes de una Estación de Medición y Odorización (EMO), es importante primero conocer los procesos por los que pasa el Gas Natural al ingresar, en la Figura 8 se puede apreciar que los principales componentes para este estudio, son: Filtro, Medidor de Gas y el sistema de Odorización.

Figura 8 Esquema de Estación de Medición y Odorización

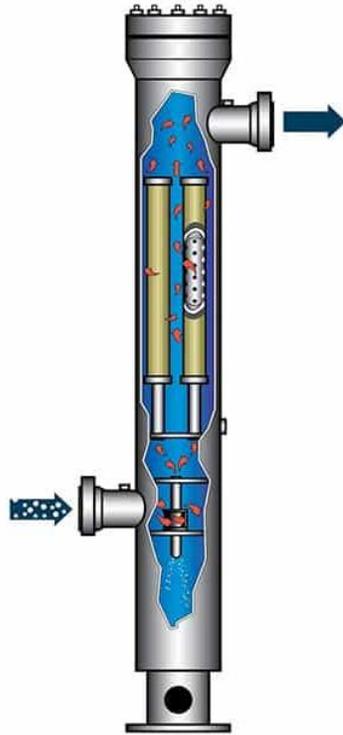


Fuente: elaboración Propia año 2023

2.2.1.1 Filtro Separador/Coalescente:

El filtrado del gas tiene por objeto eliminar las partículas extrañas de tipo sólido o líquido, que este arrastra, debido a la presencia de contaminantes que vienen a través de la tubería tales como aceite (eventualmente), corrosión, suciedad y polvo; dichas impurezas provocan un efecto de erosión en las válvulas y sistema de medición. Es necesario mediante esta etapa, proteger los equipos instalados dentro de la Estación de Medición y Odorización.

Figura 9 Filtro Separador Coalescente



Fuente: (CECO Environmental, 2023)

Tabla 1 Características del Filtro

Presión de Diseño (psig):	710
Temperatura de Diseño (°F):	145
Diámetro Externo (in):	6,625
Capacidad (Sm³/h):	1400
Cantidad de Elementos Filtrantes:	1
Código de Diseño y Estampa:	ASME Sec.VIII – Div I.
Material del Cuerpo:	SA106C
Performance:	99,5% de partículas sólidas y líquidas $\geq 0,3\mu\text{m}$
Turndown:	100% a 1

Fuente: (YPFB Redes de Gas y Ductos, Distrital Chuquisca)

2.2.1.2 Medidor de Flujo Rotatorio:

Son medidores de desplazamiento positivo, pequeños en tamaño y fácil de usar en un sistema de arreglo pequeño de tuberías como lo es el EMO.

Figura 10 Medidor de Flujo Rotatorio



Fuente: (Servicios Técnicos e Importaciones LTDA, 2023)

Tabla 2 Características del Medidor de Flujo

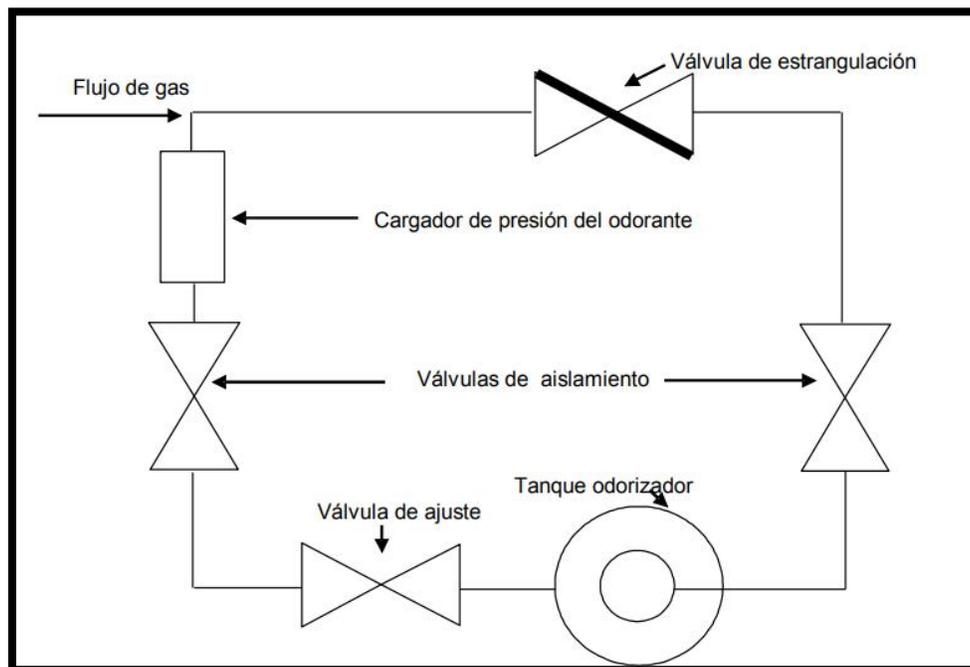
Tipo:	Rotatorio
Tamaño (in):	2
Tipo de Conexión:	300 # RF
Máxima Presión de Operación (psig):	740
Rango de Temperatura (°F):	-40°F / 158 °F
Aplicación:	Medición de Transferencia de Custodia o Fiscal
Rango de Medición (pie³/h):	Qmax = 2500 / Qmin = 38
Aprobación Metroológica:	OIML R137 Clase 1

Fuente: (YPFB Redes de Gas y Ductos, Distrital Chuquisca)

2.2.1.3 Sistema de Odorización:

Como el gas natural que alimenta a los gasoductos carece prácticamente de olor, se exige añadirle un odorizante para poder detectar su presencia con facilidad en caso de accidentes y fugas. Esta odorización se logra añadiéndole al gas, antes que llegue al consumidor, rastros de algunos compuestos orgánicos de azufre, los elementos más empleados para esto son: disulfuros, tioteres compuestos anillados como enlace carbón-azufre, o en este caso que se utilizará mercaptano.

Figura 11 Esquema de Odorización de EMO



Fuente: elaboración Propia año 2023

Tabla 3 Características del Sistema de Odorización para la EMO

Caudal Máximo a Odorizar (SMCH):	1400
Caudal Mínimo a Odorizar (SMCH):	100
Salida Máxima de Odorante (Lt/día):	1
Embolada (cc):	Rango ajustable 0,2 – 0,8
Modelo de Bomba:	SOS LU 1.4DC225P-1 API675
Modelo de Controlador:	FL50
Capacidad del Tanque (Lts.):	100
Código de Diseño:	ASMVE VIII DIV I

Material del Tanque:	AISI 316
Clasificación:	Clase 1 Div. 1
Incluye:	Boquilla de Inyección Sistema de Panel Solar con respaldo de Baterías Módulo de Regulación de Alta Presión

Fuente: (YPFB Redes de Gas y Ductos, Distrital Chuquisca)

2.2.2 Condiciones de operación de la EMO para su implementación

Las bases del proceso y las condiciones físicas del lugar son establecidas por YPFB Redes de Gas y Ductos, estas son:

Tabla 4 Condiciones de Operación de la EMO por YPFB Corporación

Fluido:	Gas Natural
Gravedad Específica:	0,62
Capacidad Nominal (Máxima):	1400 Sm ³ /h
Capacidad Mínima:	27 Sm ³ /h @ 350 PSIG
Presión Máxima de Operación:	600 PSIG / 41,4 barg
Presión Mínima de Operación:	350 PSIG / 24,1 barg
Presión de Diseño:	740 PSIG (ANSI 300) / 50 barg
Temperatura Máxima de Operación:	122 °F / 50 °C
Temperatura Mínima de Operación:	-4 °F / -20 °C
Temperatura de Diseño:	100 °F / 38 °C

Fuente: (YPFB Redes de Gas y Ductos, Distrital Chuquisca)

2.2.2.1 Condiciones Físicas aplicables a la Comunidad de Villa Fernández:

CONDICIONES DEL LUGAR	DESCRIPCIÓN
Localización:	
- Departamento	Chuquisaca
- Provincia	Hernando Siles
- Localidad	Villa Fernández

Metros sobre el nivel del mar:	1112,0m
Temperatura Ambiente °C:	
- Máxima	39,0
- Promedio	21,6
- Mínima	5,0
Presión Atmosférica PSIA:	10,27
Precipitación mm promedio mensual:	56,5
- Máxima	154
- Mínima	2
Humedad Relativa:	60,2
Velocidad Media Anual del Viento km/hr.:	7,1
Dirección Predominante del Viento:	De Norte a Sur
Zona de Riesgo Sísmico	Si
Nivel Freático	Medio

Fuente: Google Earth

2.3 PARAMETROS TECNICOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA EMO EN LA LOCALIDAD DE VILLA FERNANDEZ.

Es importante tener en cuenta que, para este tipo de proyectos se debe cumplir con ciertos parámetros técnicos, que nos permitan justificar su implementación, para este proyecto de una Estación de Medición y Odorización se debe presentar lo siguiente:

2.3.1.1 Ubicación del Proyecto.

Esta debe estar ubicada en una zona que tenga acceso a la red de transporte por gaseoducto del gas natural.

2.3.1.2 Proyección de la distribución de las Redes de Gas Natural.

Se debe proyectar hasta dónde puede llegar el alcance del proyecto.

2.3.1.3 Proyección de la demanda del gas natural.

Esta debe proyectar un caudal que no exceda con lo permitido de una EMO y que justifique las ventas y que el proyecto sea redituable a largo plazo para YPFB Redes de Gas, Chuquisaca.

2.4 MARCO CONTEXTUAL

2.4.1 Ubicación en el cual se realiza el estudio

El Chaco Chuquisaqueño es una región del sur de Bolivia que forma parte del chaco boliviano. Está ubicado en el departamento de Chuquisaca y limita con los departamentos de Santa Cruz, Tarija y Potosí. Tiene una superficie aproximada de 51 524 km² y una población de 581 347 habitantes (según el censo de 2012), Está ubicada a una altitud promedio de 102 metros sobre el nivel del mar.

Es una región geográficamente diversa que abarca vastas llanuras, colinas y montañas bajas. Sus ríos como el Pilcomayo y Boquerón, junto con numerosas quebradas tienden a ser poco profundas debido a las condiciones climáticas y topográficas, su clima es típicamente semiárido, con temperaturas extremas y marcadas estaciones secas y húmedas.

Coordenadas UTM	X	Y
WGS 84 20K	399935.82 m	7786584.39

Fuente: GPS GARMIN Oregón.

Figura 12 Ubicación de la Localidad Villa Fernández



Fuente: Google Earth

Esta región alberga una rica biodiversidad donde las comunidades de Villa Fernández, Cruce Piraymiri, Vallecitos, Sombrerillos y Valle Nuevo entrelazan con la rica geografía de la región, dicha población en crecimiento tiene una economía basada generalmente en las profesiones de agricultor, ganadero y apicultor; por su ubicación alejada de la zona urbana es de alto costo cubrir sus necesidades energéticas, una de esas el uso de GLP en garrafas que son difíciles de transportar y que tienen un volumen limitado de uso. (YPFB Gerencia de Redes de Gas y Ductos, s.f.)

2.4.2 Gas natural para Villa Fernández

El gas natural para la Localidad de Villa Fernández permitiría facilitar el trabajo que se realiza día a día en la vida cotidiana de esta localidad, reduciría gastos en cuanto a la compra del GLP, también permitiría la proyección de crearse empresas que generen crecimiento en la región.

2.5 ALCANCE DEL PROYECTO

Este proyecto, si bien tiene como principal objetivo la implementación de una Estación de Medición y Odorización para la localidad de Villa Fernández, a raíz de esto se verán beneficiadas otras 4 localidades, por tal motivo se deberá tomar en cuenta el crecimiento de estas otras comunidades.

Tabla 5 Información Demográfica del Proyecto

Municipio	LOCALIDAD/ COMUNIDAD	Cantidad de habitantes a censo 2012	Tamaño promedio del hogar	Tasa de crecimiento
MONTEAGUDO	VILLA FERNANDEZ	83	2.25	0.744 %
MONTEAGUDO	CRUCE PIRAYMIRI	151	1.93	0.744 %
MONTEAGUDO	VALLECITOS	43	1.98	0.744 %
MONTEAGUDO	SOMBRETILOS	92	1.92	0.744 %
MONTEAGUDO	VALLE NUEVO	127	2.01	0.744 %

Fuente: Instituto Nacional de Estadística – INE

Tabla 6 Distancia entre el Municipio de Monteagudo y las Localidades

Monteagudo – Localidades	Distancia	Localidades	Distancia
Monteagudo – Villa Fernández	36 km	Villa Fernández – Cruce Piraymiri	4 km
Monteagudo – Cruce Piraymiri	32 km	Cruce Piraymiri – Vallecitos	6 km
Monteagudo – Sombrerillos	23 km	Cruce Piraymiri – Sombrerillos	9 km
Monteagudo - Valle Nuevo	20 km	Sombrerillos – Valle Nuevo	3 km

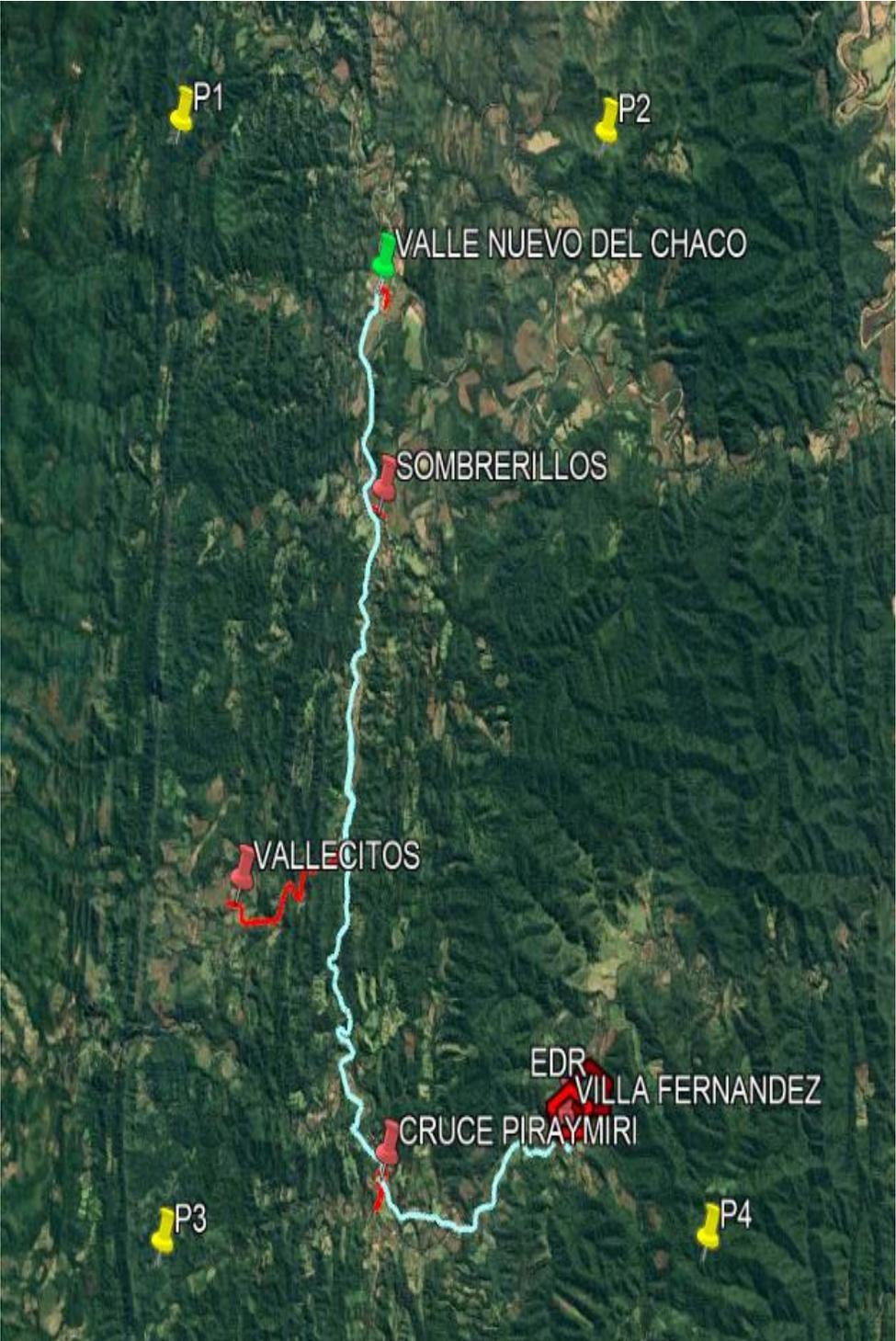
Fuente: Google Earth

Lo que se busca con esta EMO es llegar con Gas Natural a todos los hogares de estas localidades, por lo que el alcance de la implementación de la EMO en la localidad de Villa Fernández pretende lograr lo siguiente:

- Hacer la intervención del Gaseoducto Taquiperenda – Cochabamba, a la altura por donde atraviesa a Villa Fernández.
- Realizar la implementación de una Estación de Medición y Odorización, para derivar una nueva red primaria de Gas Natural.
- Realizar la Implementación de una EDR, para derivar a la Red Secundaria que llegue a las demás comunidades cercanas.
- Llegar a los hogares de cada localidad con la acometida y medidor correspondiente para posteriormente realizar las instalaciones internas.

Aunque no es objetivo de esta monografía lograr esto, si es importante conocer el alcance de proyectos de esta magnitud.

Figura 13 Comunidades Beneficiadas



Fuente: Google Earth

2.6 INFORMACIÓN Y DATOS OBTENIDOS.

Como se dijo anteriormente, para proponer la implementación de una Estación de Medición y Odorización se debe presentar los siguientes parámetros técnicos.

2.6.1 Ubicación óptima para la implementación de la emo

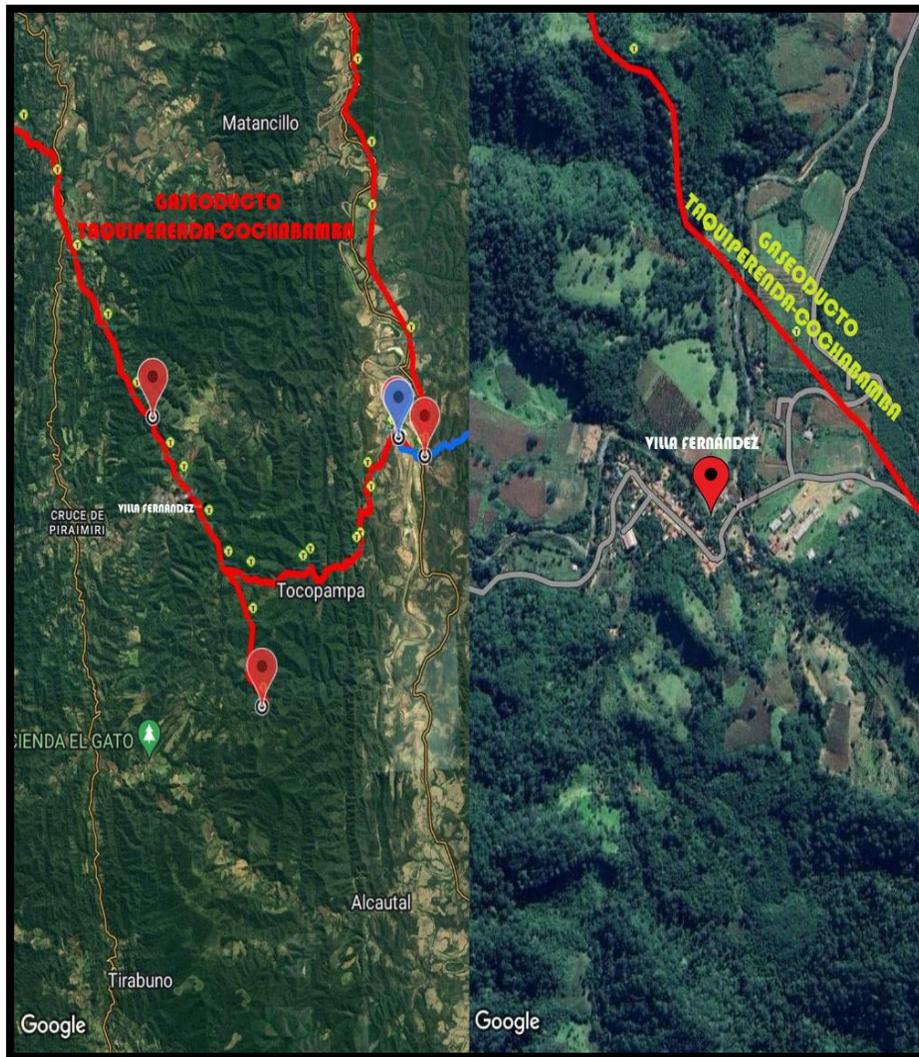
Actualmente el Gaseoducto Taquiperenda – Cochabamba pasa cerca de la comunidad de Villa Fernández, como se observa en la Figura 15; para mayor información ver Anexo 2.

Figura 14 Gaseoducto Taquiperenda – Cochabamba pasando por la localidad de Villa Fernández



Fuente: elaboración Propia año2023

Figura 15 Ubicación del Gaseoducto con respecto a Villa Fernández



Fuente: Google Earth

Una Estación de Medición y Odorización debe ser instalada en un área aislada, también debe ser de fácil acceso y se deben instalar en superficies al aire libre, de tal manera que se propone instalarla en la ubicación remarcada con color verde en la Figura 16, esto garantiza la cercanía al gaseoducto para la intervención, también accesibilidad, mantenimiento oportuno y la eficiencia operativa de la Estación de Medición y Odorización en la comunidad de Villa Fernández.

Por qué se encuentra cerca al paso del Gaseoducto, también está en una zona aislada a 600 mts. De la localidad, está cerca de la carretera por la cualquier mantenimiento o control, pero no tan cerca que ponga en riesgo su integridad operativa.

Figura 16 Ubicación de la EMO en la localidad de Villa Fernández-
Municipio Monteagudo- Departamento de Chuquisaca



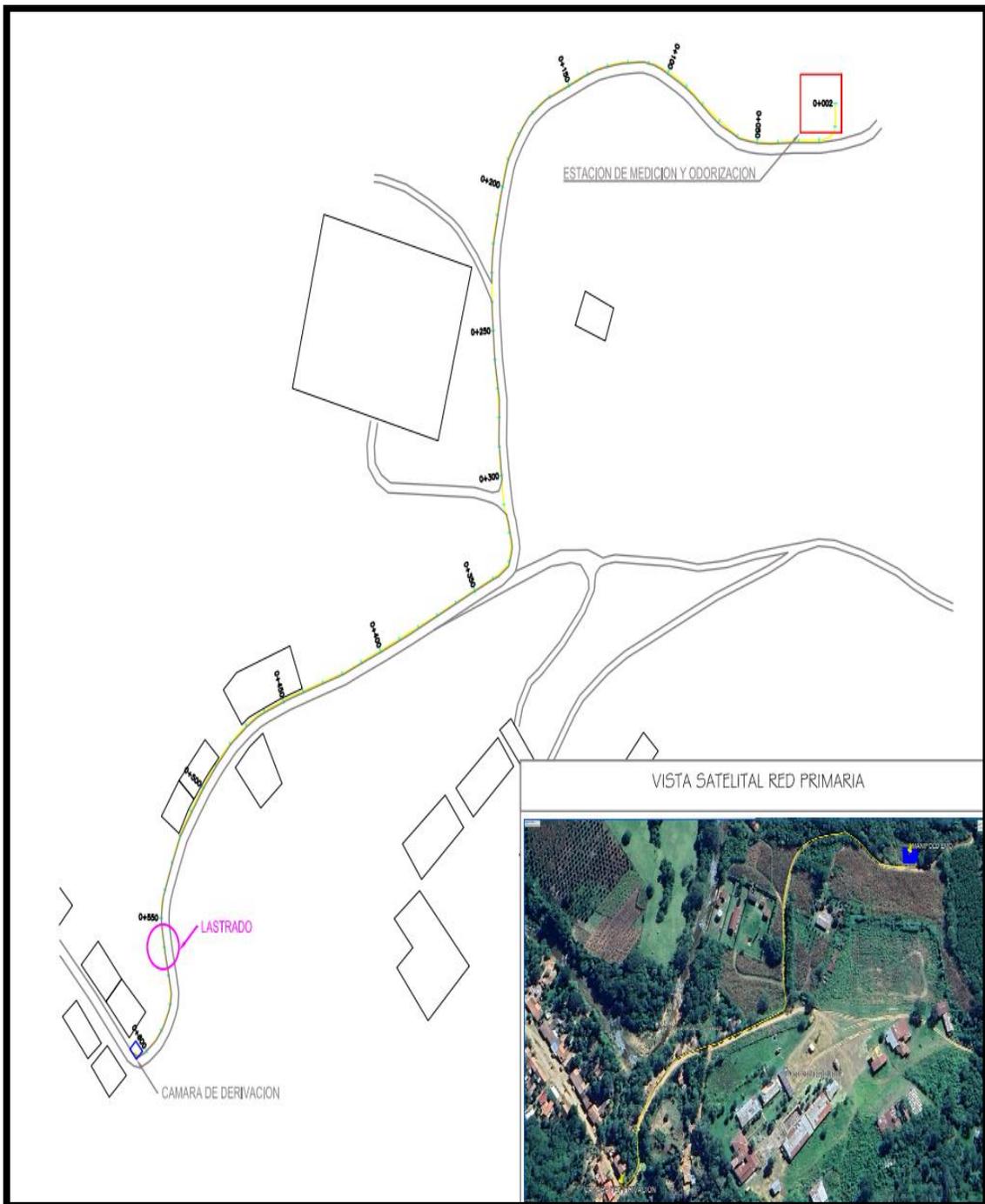
Fuente: Google Earth

2.6.2 Proyección de la Distribución del Gas Natural a partir del EMO.

A partir de la Estación de Medición y Odorización, se realizará el tendido de red primaria con una longitud de alrededor de 607 metros de 3" de DN, para llegar hacia el EDR que tendrá una capacidad nominal de 500 m³/h (ANH, Anexo 1), luego se llevará a cabo la implementación de una red secundaria de 9.700,00 metros de 40 mm DN (diámetro mínimo para tendido de red secundaria (ANH, Anexo 1)), que tiene el propósito de llevar los beneficios de suministro de gas a las comunidades de Villa Fernández, Cruce Piraymiri, incluyendo a lugares como Sombrerillos, Vallecito y Valle Nuevo. Todo esto proyectado gracias a los datos que tenemos en la Tabla 6, en la que se puede calcular que son más o menos 9.000 metros desde el EDR de Villa Fernández y la distancia de las comunidades cercanas y 700 metros desde el curso de Vallecitos, hasta la comunidad de Vallecitos.

En la siguiente imagen se puede apreciar el tendido de la red primaria hacia la EDR y de ahí continuaría el tendido de la Red Secundaria para Villa Fernández y las demás localidades.

Figura 17 Tendido de la Red Primaria hacia un EDR



Fuente: (YPFB Redes de Gas y Ductos, Distrital Chuquisca)

2.6.3 Proyección de la Demanda de Gas Natural.

El caudal total (Q_T) será la suma de los caudales correspondientes a cada una de las categorías establecidas en el reglamento vigente del D.S. 1996. El caudal total es parámetro para el diseño de la red primaria y los caudales de las categorías domésticas y comerciales se utilizarán en el diseño de la red secundaria.

$$Q_T = Q_S + Q_{IND} + Q_{GNV} \quad (1)$$

Para el cálculo del caudal de la demanda para la red secundaria se utilizará la siguiente fórmula

$$Q_S = Q_{DOM} + Q_{COM} \quad (2)$$

2.6.3.1 Demanda de Consumo Categoría Doméstica para Villa Fernández, Cruce Piraymiri, Vallecitos, Sombrerillos y Valle Nuevo.

Para proyectar la demanda de Gas Natural necesitamos tomar en cuenta la localidad Villa Fernández y las otras 4 localidades que serán beneficiadas de este proyecto.

En la Tabla 5 Información Demográfica del Proyecto, con los datos obtenidos del INE el 2012, indica que el porcentaje de crecimiento es del 0.774%, sacamos cálculos para el 2023 y de ahí en adelante para 20 años hasta el 2043 y obtenemos:

Tabla 7 Proyección de Habitantes y hogares de Villa Fernández

Habitantes	Tasa de Crecimiento	Tamaño Promedio del hogar	Crecimiento de Habitantes	Habitantes por Hogar	Gestión	Proyección a 20 años
83	0,774	2,25	83,64242	188	2012	
	0,774	2,25	84,29	190	2013	
	0,774	2,25	84,94	191	2014	
	0,774	2,25	85,60	193	2015	
	0,774	2,25	86,26	194	2016	
	0,774	2,25	86,93	196	2017	
	0,774	2,25	87,60	197	2018	
	0,774	2,25	88,28	199	2019	
	0,774	2,25	88,96	200	2020	
	0,774	2,25	89,65	202	2021	
	0,774	2,25	90,35	203	2022	
	0,774	2,25	91,05	205	2023	
	0,774	2,25	91,75	206	2024	1
	0,774	2,25	92,46	208	2025	2
	0,774	2,25	93,18	210	2026	3
	0,774	2,25	93,90	211	2027	4
	0,774	2,25	94,62	213	2028	5
	0,774	2,25	95,36	215	2029	6
	0,774	2,25	96,09	216	2030	7
	0,774	2,25	96,84	218	2031	8
	0,774	2,25	97,59	220	2032	9
	0,774	2,25	98,34	221	2033	10
	0,774	2,25	99,10	223	2034	11
	0,774	2,25	99,87	225	2035	12
	0,774	2,25	100,64	226	2036	13
	0,774	2,25	101,42	228	2037	14
	0,774	2,25	102,21	230	2038	15
	0,774	2,25	103,00	232	2039	16
	0,774	2,25	103,80	234	2040	17
	0,774	2,25	104,60	235	2041	18
	0,774	2,25	105,41	237	2042	19
	0,774	2,25	106,23	239	2043	20

Fuente: elaboración Propia

Tabla 8 Proyección de Habitantes y hogares de Cruce Piraymiri

Habitantes	Tasa de Crecimiento	Tamaño Promedio del hogar	Crecimiento de Habitantes	Habitantes por Hogar	Gestión	Proyección a 20 años
151	0,774	2,25	152,16874	342	2012	
	0,774	2,25	153,35	345	2013	
	0,774	2,25	154,53	348	2014	
	0,774	2,25	155,73	350	2015	
	0,774	2,25	156,93	353	2016	
	0,774	2,25	158,15	356	2017	
	0,774	2,25	159,37	359	2018	
	0,774	2,25	160,61	361	2019	
	0,774	2,25	161,85	364	2020	
	0,774	2,25	163,10	367	2021	
	0,774	2,25	164,37	370	2022	
	0,774	2,25	165,64	373	2023	
	0,774	2,25	166,92	376	2024	1
	0,774	2,25	168,21	378	2025	2
	0,774	2,25	169,51	381	2026	3
	0,774	2,25	170,83	384	2027	4
	0,774	2,25	172,15	387	2028	5
	0,774	2,25	173,48	390	2029	6
	0,774	2,25	174,82	393	2030	7
	0,774	2,25	176,18	396	2031	8
	0,774	2,25	177,54	399	2032	9
	0,774	2,25	178,91	403	2033	10
	0,774	2,25	180,30	406	2034	11
	0,774	2,25	181,69	409	2035	12
	0,774	2,25	183,10	412	2036	13
	0,774	2,25	184,52	415	2037	14
	0,774	2,25	185,95	418	2038	15
	0,774	2,25	187,39	422	2039	16
	0,774	2,25	188,84	425	2040	17
	0,774	2,25	190,30	428	2041	18
	0,774	2,25	191,77	431	2042	19
	0,774	2,25	193,25	435	2043	20

Fuente: elaboración Propia

Tabla 9 Proyección de Habitantes y hogares de Vallecitos

Habitantes	Tasa de Crecimiento	Tamaño Promedio del hogar	Crecimiento de Habitantes	Habitantes por Hogar	Gestión	Proyección a 20 años
43	0,774	2,25	43,33282	97	2012	
	0,774	2,25	43,67	98	2013	
	0,774	2,25	44,01	99	2014	
	0,774	2,25	44,35	100	2015	
	0,774	2,25	44,69	101	2016	
	0,774	2,25	45,04	101	2017	
	0,774	2,25	45,38	102	2018	
	0,774	2,25	45,74	103	2019	
	0,774	2,25	46,09	104	2020	
	0,774	2,25	46,45	105	2021	
	0,774	2,25	46,81	105	2022	
	0,774	2,25	47,17	106	2023	
	0,774	2,25	47,53	107	2024	1
	0,774	2,25	47,90	108	2025	2
	0,774	2,25	48,27	109	2026	3
	0,774	2,25	48,65	109	2027	4
	0,774	2,25	49,02	110	2028	5
	0,774	2,25	49,40	111	2029	6
	0,774	2,25	49,78	112	2030	7
	0,774	2,25	50,17	113	2031	8
	0,774	2,25	50,56	114	2032	9
	0,774	2,25	50,95	115	2033	10
	0,774	2,25	51,34	116	2034	11
	0,774	2,25	51,74	116	2035	12
	0,774	2,25	52,14	117	2036	13
	0,774	2,25	52,54	118	2037	14
	0,774	2,25	52,95	119	2038	15
	0,774	2,25	53,36	120	2039	16
	0,774	2,25	53,77	121	2040	17
	0,774	2,25	54,19	122	2041	18
	0,774	2,25	54,61	123	2042	19
	0,774	2,25	55,03	124	2043	20

Fuente: elaboración Propia

Tabla 10 Proyección de Habitantes y hogares Sombrerillos

Habitantes	Tasa de Crecimiento	Tamaño Promedio del hogar	Crecimiento de Habitantes	Habitantes por Hogar	Gestión	Proyección a 20 años
92	0,774	2,25	92,71208	209	2012	
	0,774	2,25	93,43	210	2013	
	0,774	2,25	94,15	212	2014	
	0,774	2,25	94,88	213	2015	
	0,774	2,25	95,62	215	2016	
	0,774	2,25	96,36	217	2017	
	0,774	2,25	97,10	218	2018	
	0,774	2,25	97,85	220	2019	
	0,774	2,25	98,61	222	2020	
	0,774	2,25	99,37	224	2021	
	0,774	2,25	100,14	225	2022	
	0,774	2,25	100,92	227	2023	
	0,774	2,25	101,70	229	2024	1
	0,774	2,25	102,49	231	2025	2
	0,774	2,25	103,28	232	2026	3
	0,774	2,25	104,08	234	2027	4
	0,774	2,25	104,88	236	2028	5
	0,774	2,25	105,70	238	2029	6
	0,774	2,25	106,51	240	2030	7
	0,774	2,25	107,34	242	2031	8
	0,774	2,25	108,17	243	2032	9
	0,774	2,25	109,01	245	2033	10
	0,774	2,25	109,85	247	2034	11
	0,774	2,25	110,70	249	2035	12
	0,774	2,25	111,56	251	2036	13
	0,774	2,25	112,42	253	2037	14
	0,774	2,25	113,29	255	2038	15
	0,774	2,25	114,17	257	2039	16
	0,774	2,25	115,05	259	2040	17
	0,774	2,25	115,94	261	2041	18
	0,774	2,25	116,84	263	2042	19
	0,774	2,25	117,74	265	2043	20

Fuente: elaboración Propia

Tabla 11 Proyección de Habitantes y hogares de Valle Nuevo

Habitantes	Tasa de Crecimiento	Tamaño Promedio del hogar	Crecimiento de Habitantes	Habitantes por Hogar	Gestión	Proyección a 20 años
127	0,774	2,25	127,98298	288	2012	
	0,774	2,25	128,97	290	2013	
	0,774	2,25	129,97	292	2014	
	0,774	2,25	130,98	295	2015	
	0,774	2,25	131,99	297	2016	
	0,774	2,25	133,01	299	2017	
	0,774	2,25	134,04	302	2018	
	0,774	2,25	135,08	304	2019	
	0,774	2,25	136,13	306	2020	
	0,774	2,25	137,18	309	2021	
	0,774	2,25	138,24	311	2022	
	0,774	2,25	139,31	313	2023	
	0,774	2,25	140,39	316	2024	1
	0,774	2,25	141,48	318	2025	2
	0,774	2,25	142,57	321	2026	3
	0,774	2,25	143,67	323	2027	4
	0,774	2,25	144,79	326	2028	5
	0,774	2,25	145,91	328	2029	6
	0,774	2,25	147,04	331	2030	7
	0,774	2,25	148,17	333	2031	8
	0,774	2,25	149,32	336	2032	9
	0,774	2,25	150,48	339	2033	10
	0,774	2,25	151,64	341	2034	11
	0,774	2,25	152,82	344	2035	12
	0,774	2,25	154,00	346	2036	13
	0,774	2,25	155,19	349	2037	14
	0,774	2,25	156,39	352	2038	15
	0,774	2,25	157,60	355	2039	16
	0,774	2,25	158,82	357	2040	17
	0,774	2,25	160,05	360	2041	18
	0,774	2,25	161,29	363	2042	19
	0,774	2,25	162,54	366	2043	20

Fuente: elaboración Propia

Tabla 12 Proyección de Habitantes a 20 años

Localidad	Habitantes	Tasa de crecimiento	Proyección 2023-2043	Habitantes hasta 2043
VILLA FERNANDEZ	83	0.744 %	20 años	106
CRUCE PIRAYMIRI	151	0.744 %	20 años	193
VALLECITOS	43	0.744 %	20 años	55
SOMBRERILLOS	92	0.744 %	20 años	117
VALLE NUEVO	127	0.744 %	20 años	162

Fuente: elaboración Propia en base a datos del INE

Una vez con estos datos obtenemos el Consumo de los equipos para cada hogar, para esto tenemos los equipos de Cocina y un Calefón (Anexo 5):

Tabla 13 Consumo de Equipos domésticos

EQUIPO	POTENCIA DEL EQUIPO. (KW/H)	POTENCIA DEL EQUIPO. (m3/h)
COCINA	10,56	0,9715
CALENTADOR DE BAÑO	14	1,2879

Fuente: elaboración Propia en base de datos del Decreto Supremo, 1996

Una vez con estos datos podemos realizar el cálculo de la demanda doméstica:

Para el cálculo del consumo domiciliario se realizó a partir de la ecuación, tomando las siguientes consideraciones:

$$Q_{DOM} = (A_1 * C_1 * S_1 + A_2 * C_2 * S_2) * N \quad (3)$$

Dónde:

(Los subíndices; 1 de cocina; 2 de calentador de agua)

Q_{DOM} = Caudal demandado en la categoría doméstica (m³/h)

A = Porcentaje de cobertura del aparato (%).

C = Consumo del aparato (m³/h)

S = Coeficiente de simultaneidad del aparato (%)

N= Número de usuarios categoría domestica proyectado (adimensional).

- El porcentaje de cobertura del aparato (A) y el coeficiente de Simultaneidad (S) dependerán de “**Porcentajes Mínimos de cobertura y simultaneidad de aparatos**” Del ANEXO 1 del D.S. 1996 y de la comunicación interna DRG-172; UINP-026/2016 “**datos para consideración en cálculos de proyectos**”.

Tabla 14 Demanda del consumo doméstico hasta el año 2043

DESCRIPCIÓN	VILLA FERNANDEZ		UNIDADES
	COCINA	CALEFÓN	
PORCENTAJE DE COBERTURA DEL APARATO (A)	1	0,3	%/100
CONSUMO DEL APARATO (C)	0,9715	1,2879	m ³ /h
COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD DEL APARATO (S)	0,15	0,3	%/100
NUMERO DE ABONADOS (N)	106		# hogares
CAUDAL DOMESTICO DEMANDADO (Q_D)	27,73		m³/h
DESCRIPCIÓN	CRUCE PIRAIMIRI		UNIDADES
	COCINA	CALEFÓN	
PORCENTAJE DE COBERTURA DEL APARATO (A)	1	0,3	%/100
CONSUMO DEL APARATO (C)	0,9715	1,2879	m ³ /h
COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD DEL APARATO (S)	0,15	0,3	%/100
NUMERO DE ABONADOS (N)	193		# hogares
CAUDAL DOMESTICO DEMANDADO (Q_D)	50,50		m³/h
DESCRIPCIÓN	VALLECITOS		UNIDADES

	COCINA	CALEFÓN	
PORCENTAJE DE COBERTURA DEL APARATO (A)	1	0,3	%/100
CONSUMO DEL APARATO (C)	0,9715	1,2879	m ³ /h
COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD DEL APARATO (S)	0,15	0,3	%/100
NUMERO DE ABONADOS (N)	55		# hogares
CAUDAL DOMESTICO DEMANDADO (Q_D)	14,39		m³/h
DESCRIPCIÓN	SOMBRERILLOS		UNIDADES
	COCINA	CALEFÓN	
PORCENTAJE DE COBERTURA DEL APARATO (A)	1	0,3	%/100
CONSUMO DEL APARATO (C)	0,9715	1,2879	m ³ /h
COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD DEL APARATO (S)	0,15	0,3	%/100
NUMERO DE ABONADOS (N)	117		# hogares
CAUDAL DOMESTICO DEMANDADO (Q_D)	30,61		m³/h
DESCRIPCIÓN	VALLE NUEVO		UNIDADES
	COCINA	CALEFÓN	
PORCENTAJE DE COBERTURA DEL APARATO (A)	1	0,3	%/100
CONSUMO DEL APARATO (C)	0,9715	1,2879	m ³ /h
COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD DEL APARATO (S)	0,15	0,3	%/100
NUMERO DE ABONADOS (N)	162		# hogares
CAUDAL DOMESTICO DEMANDADO (Q_D)	42,39		m³/h

Fuente: elaboración Propia, en base al D.S. 1996

2.6.3.2 Demanda de Categoría Comercial para Villa Fernández, Cruce Piraymiri, Vallecitos, Sombrerillos y Valle Nuevo.

El consumo para este sector, dependerá de la capacidad comercial de las comunidades, se consideró el 15% del caudal doméstico como indica la (ANH, Anexo 1)

$$Q_C = (\%/100) * Q_D$$

Dónde:

Q_c = Consumo comercial (m³/h.)

Q_D = Consumo Doméstico (m³/h.)

Para un horizonte de 20 años, de este cálculo obtenemos un caudal por comunidad de:

Tabla 15 Demanda de Consumo Comercial

Población	Caudal Comercial Total (m ³ /h.)	
VILLA FERNANDEZ	Qc	4,15
CRUCE PIRAIMIRI		7,57
VALLECITOS		2,16
SOMBRERILLOS		4,59
VALLE NUEVO		6,32

Fuente: Elaboración propia.

2.6.3.3 Demanda de Categoría Industrial para la localidad de Cruce Piraymiri.

El consumo para este sector, dependerá de la capacidad industrial de las comunidades la cual se representa de acuerdo al (ANH, Anexo 1)

$$Q_i = \frac{\text{Consumo historico } m^3}{h} * N(\text{usuarios industriales}) \quad (4)$$

Dónde:

Q_i = Consumo industrial (m³/h)

N = número de usuarios

Tabla 16 Demanda del Consumo Proyectado Industrial

Descripción de Usuarios	Cantidad	Consumo Histórico (m³/h)	Total (m³/h)
Industrias	2,00	150,00	300,00
CONSUMO TOTAL			

Fuente: Elaboración propia en base consumos Históricos.

Ahora para la demanda de la Proyección del GNV se debe tomar en cuenta el modelo histórico de los caudales para las estaciones de GNV para las localidades en crecimiento, de tal forma que solo se lo toma en cuenta para la localidad con mayor crecimiento, lo mismo para el caudal Industrial, en este caso Cruce Piraymiri.

Tabla 17 Demanda de GNV proyectado para la localidad de Cruce Piraymiri

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CAUDAL	TOTAL	UNIDAD
GNV	1,00	500,00	500,00	m³/h

Fuente: Elaboración propia en base consumos Históricos.

Una vez con todos los datos podemos unirlos y sacar la demanda de Caudal Total:

Tabla 18 Consumo Proyectado hasta el 2043

CATEGORÍA	CONSUMO PROYECTADO EN [m³/h]				
	VILLA FERNANDEZ	CRUCE PIRAYMIRI	VALLECITOS	SOMBRERILLOS	VALLE NUEVO
Doméstico	27,73	50,50	14,39	30,61	42,39
Comercial	4,15	7,57	2,16	4,59	6,35
Industrial	-	300,00	-	-	-
GNV	-	500,00	-	-	-

Fuente: elaboración Propia, en base a D.S. 1996

$$Q_T = Q_S + Q_{IND} + Q_{GNV} \quad (1)$$

$$Q_S = 190,44 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_T = 190,44 + 300 + 500 \quad (1)$$

$$Q_T = 990,44 \text{ m}^3/\text{h}$$

De esta manera se obtiene el consumo proyectado para las localidades de Villa Fernández, Cruce Piraymiri, Vallecitos, Sombrerillos y Valle Nuevo.

2.7 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.

2.7.1 Análisis del impacto socioeconómico.

- **Generación de Empleos.**

Se prevé que las empresas contratistas que realicen el servicio de ejecución del proyecto, requieran contratar mano de obra local para las diferentes actividades del proyecto.

- **Presencia Foránea en el área.**

La presencia de trabajadores en el área del proyecto frecuentemente provoca susceptibilidades y malos entendidos entre el gobierno local, la población y la empresa.

El conocimiento de autoridades o representantes locales requiere de una serie de condiciones como ser la disponibilidad de tiempo para atender las entrevistas, reuniones talleres, supervisiones y visitas “in situ” y el conocimiento acerca de los derechos u obligaciones ambientales que le son conferidos por ley, sea como habitante o autoridad.

- **Dinamización de la Economía Local.**

La implementación del proyecto en la zona, traerá los siguientes efectos positivos: Mejorarán de forma temporal los ingresos en las familias del área de influencia, Mejorarán de forma temporal las condiciones de vida de los residentes locales; Este es un impacto positivo directo porque se verán beneficiadas familias que habitan en el área de influencia del proyecto que abarca a las comunidades más cercanas.

- **Crecimiento de la Localidad.**

El contar con uno de los servicios básicos más importantes como lo es el Gas Natural, ocasiona que la gente del lugar no pretenda abandonar su hogar en busca de mejores condiciones de vida, esto también atrae a pobladores de otros sectores que no cuentan con este recurso para que se asienten y desarrollen en Villa Fernández.

2.7.2 Análisis y discusión de Resultados.

- Este proyecto cumple con todas las normativas establecidas en el D.S. 1996.
- La ubicación de la EMO cumple con todas las necesidades para el correcto funcionamiento del mismo, garantiza accesibilidad, buen monitoreo y seguridad.
- La proyección de abastecimiento del Gas Natural por medio de la EMO, tiene como objetivos a las comunidades de además de Villa Fernández, Cruce piraymiri, Vallecitos, Sombrerillos y Valle Nuevo.
- El volumen de la EMO es de 1400 SMCH, lo que permitirá abastecer sin problemas la demanda proyectada de Gas Natural para el año 2043 (un total de 990,44 m³/h) y con un buen mantenimiento inclusive muchos años más.
- Como se observa en las Tabas (Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9, Tabla 10 y Tabla 11) cada habitante tiene un tamaño promedio de crecimiento del hogar de alrededor de 2,25 por lo que se proyecta que beneficiaría alrededor de 1429 personas en todo el área que corresponda al proyecto.

2.7.3 Discusión.

Jhasmani Cerezo en su proyecto titulado “Estudio técnico de distribución de gas natural en la población de Villa Serrano”, concluye que los proyectos que proveen de la Energía del Gas Natural pueden contribuir en el desarrollo de localidades y municipios, este proyecto de Implementación de una Estación de Medición y Odorización tiene como meta llegar hasta el 2043 al menos a 630 familias, que llegan a una expansión aproximada de 2.25 veces por cada habitante de ese grupo, gracias al crecimiento poblacional, lo cual abarca un número alto de personas.

CAPITULO III: CONCLUSIONES Y RECIOMENDACIONES

- Es factible realizar la implementación de una Estación de Medición y Odorización en la Localidad de Villa Fernández, por el alcance que llegaría a tener desde la ubicación en la que se encuentra.
- Se logró describir que el sistema del Gas Natural es transportado por todo el territorio boliviano a través de gaseoductos y que a partir de ahí tiene los siguientes sistemas como él; City Gate el cual Filtra y regula la presión proveniente del gaseoducto, luego de esto pasa a la red primaria, desde ahí sigue hasta el EDR que son estaciones de regulación de la presión que permite bajarla a presiones que vayan hacia los hogares y comercios, desde ahí pasan a las redes secundarias y luego siguen los hogares.
- Se conoció que los elementos principales que compone una Estación de Medición y Odorización son, el Filtro coalescente, el medidor de Flujo y el Sistema de Odorización; también que estas estaciones son similares a las City Gate solo que sirven para lugares de menor población.
- Se definió que los parámetros técnicos que se deben tomar en cuenta para que una EMO pueda ser viable en una población son; la ubicación en la que se piensa construir la Estación, el Alcance que pueda llegar a tener la Estación y también se debe estimar los caudales que se puedan requerir al implementar este proyecto.
- Se calculó los parámetros técnicos y pudimos concluir que la ubicación más óptima para esta EMO es la localidad de Villa Fernández por su acceso al gaseoducto, también por su ubicación del proyecto ya que este permitirá un buen trabajo de la estación y acceso hacia ella para cualquier imprevisto; también que desde ese punto el alcance del proyecto puede llegar a beneficiar a 4 comunidades además del punto de ejecución y que los caudales proyectados son de 990,44 m³/h; caudal que va dentro de las características de una EMO, además de que tiene 900 m³/h de caudal restante que pueda ofrecer la EMO en caso de un crecimiento fuera de los cálculos.
- Es recomendable identificar los puntos de los gaseoductos, que puedan dar paso a proyectos de distribución de redes de gas natural para municipios y comunidades.
- Se recomienda realizar estudios previos que den garanticen la buena ejecución de los mismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Nacional de Hidrocarburos. (2014). *Transporte de Hidrocarburos*.

AHN. (s.f.). *Anexo 5*. Obtenido de https://www.anh.gob.bo/InsideFiles/Documentos/Documentos_Id-257-150120-0744-0.pdf

Ambiental, C. (2023). *CECO Ambiental*. Obtenido de <https://www.cecoenviro.com/es/productos/separadores-coalescentes-absolutos/>

ANH. (14 de mayo de 2014). Decreto Supremo 1996. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/369520564/ANEXO-3-Operacion-y-Mantenimiento-de-Redes-de-Gas-Natural>

ANH. (s.f.). *Anexo 1*. Obtenido de https://www.anh.gob.bo/InsideFiles/Documentos/Documentos_Id-279-150907-0420-0.pdf

Cáceres Graziani, L. (2002). *El Gas Natural*. Callao, Perú: Corporación de Aceros Arequipa S.A. Obtenido de <https://www.studocu.com/bo/document/universidad-autonoma-gabriel-rene-moreno/control-de-procesos/el-gas-dedicado-para-el-conocimiento-del-fluido-gaceoso-que-mueve-el-muendo-el-gas/5166800>

Cálida. (2015). *Sistema de distribución de Gas Natural*.

Cerezo, J. (s.f.). *Estudio Técnico de Distribución de Gas Natural a la Población de Villa Serrano*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/428321692/Estudio-Tecnico-de-Distribucion-de-Gas-Natural-a-La-Poblacion-de-Villa-Serrano>

Economy. (18 de febrero de 2022). YPFB Avanza con el City Gate La Aurora. Obtenido de <https://www.economy.com.bo/articulo/economia/ypfb-avanza-city-gate-aurora-que-conectara-3000-instalaciones-gas-domesticas-comerciales-industriales/20220218163601004803.html>

Gas, T. d. (26 de abril de 2017). Mantenimiento y Comprobación de PRM. Obtenido de <https://tecnicosdelgas.es/mantenimiento-y-comprobacion-de-estacion-de-regulacion-erm/>

METER, C. (2023). *Servicios Técnicos e Importaciones LTDA*. Obtenido de <https://sti-gas.com/medidores-rotativos-gas-natural-rm-cnm/>

Opinión. (12 de diciembre de 2012). YPFB Amplia red de gas para llegar a mas comunidades. Obtenido de <https://www.opinion.com.bo/articulo/economi%C2%ADa/coboce-ypfb-amplian-red-gas-llegar-9-comunidades/20121212210500440613.amp.html>

Rocca Martínez, G. (2011). *Diseño de una red de distribución de Gas Natural para uso doméstico en el sector las cocuizas del municipio de Maturín del Estado Monogas*. Barcelona. Obtenido de <https://www.studocu.com/es/document/universidad-de-navarra/mecanica-de-fluidos/distribucion-de-gas-natural-para-ciudad-capital/21260701>

TOTAL SERVICES BOLIVIA. (2015-2016). Obtenido de <https://www.t-s.bo/single-post/2017/11/07/bolivia-total-services-ltda-entrego-la-estaci%C3%B3n-de-medici%C3%B3n-y-odorizaci%C3%B3n-emo-m%C3%A1s-grande>

YPFB Gerencia de Redes de Gas y Ductos. (s.f.). Obtenido de <https://www.ypfb.gob.bo/es/redesgas>

YPFB Redes de Gas y Ductos, Distrital Chuquisca. (s.f.).

YPFB Transporte S.A. (s.f.). *Sistemas de Transporte de Gas*. Obtenido de <https://www.ypfbtransporte.com.bo/nuestras-operaciones/sistemas-de-transporte-de-gas/>

ANEXOS

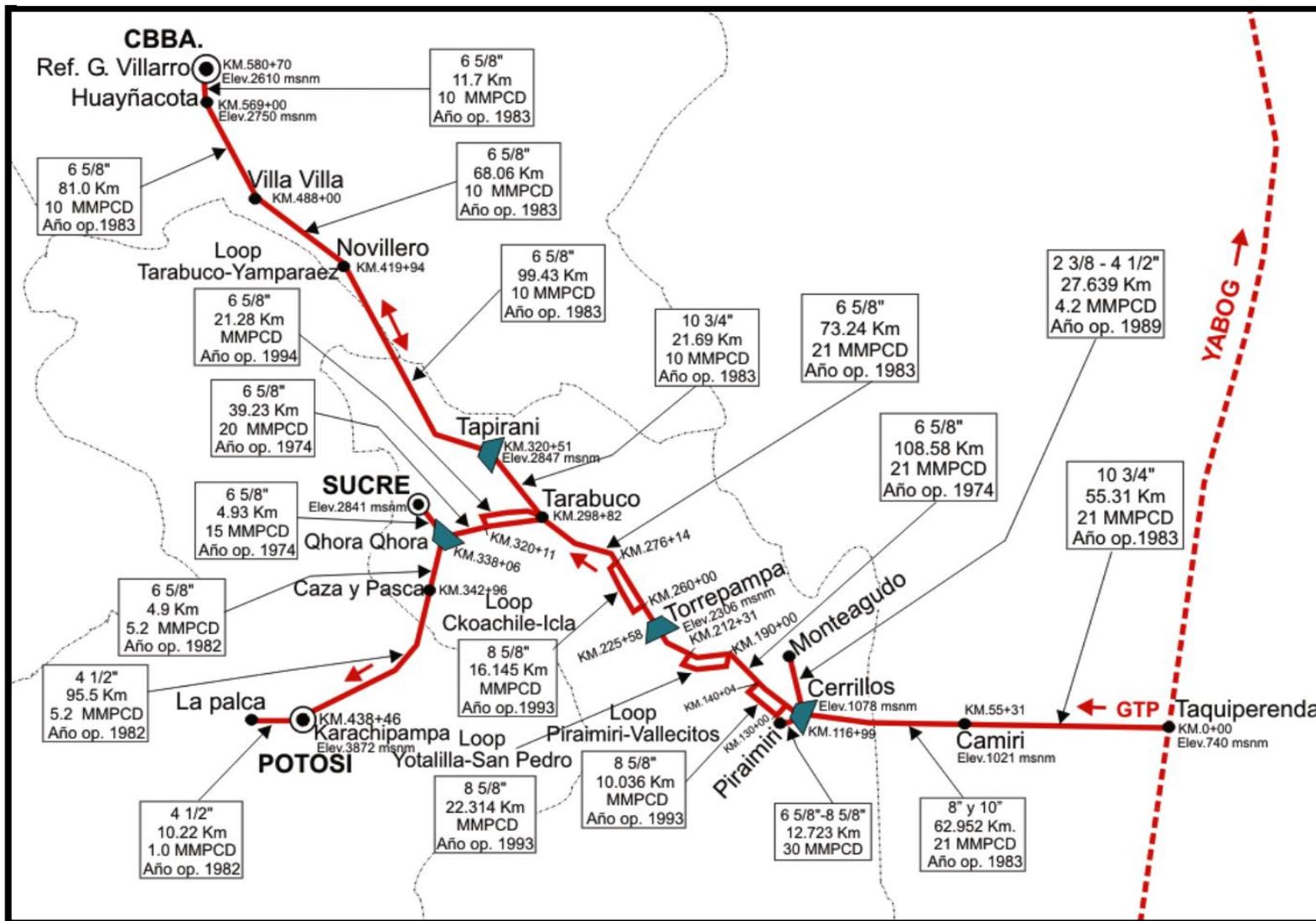
Anexo 1 Sistema de Transporte del Gas Natural en Bolivia

SISTEMA DE TRANSPORTE	GASEODUCTOS	ESTACIONES
Sistema de Transporte de Gas Mercado Interno Norte	<ul style="list-style-type: none"> • Gasoducto Carrasco-Yapacaní (GCY). • Gasoducto Carrasco-Cochabamba (GCC). 	<ul style="list-style-type: none"> • Estación de Medición Colpa. • Estación de Medición Flexibilización Río Grande. • Estación de Medición Lazo Sur. • Estación de Compresión Carrasco.
Sistema de Transporte de Gas Mercado Interno Occidente	<ul style="list-style-type: none"> • Gasoducto Al Altiplano (GAA) 	<ul style="list-style-type: none"> • Estación de Compresión Samaipata. • Estación de Compresión Oconi. • Estación de Compresión Chilijchi. • Estación de Compresión Huayñakhota. • Estación de Medición Cochabamba. • Estación de Compresión Parotani. • Estación de Compresión Totoroco. • Estación de Medición Oruro. • Estación de Compresión SicaSica. • Estación de Medición Senkata
Sistema de Transporte de Gas Mercado Interno Sur	<ul style="list-style-type: none"> • Gasoducto Taquiperenda-Cochabamba (GTC). • Gasoducto Tarabuco-Sucre (GTS). 	<ul style="list-style-type: none"> • Estación Compresión y Bombeo Cerrillos. • Estación de Compresión Torrempampa.

SISTEMA DE TRANSPORTE	GASEODUCTOS	ESTACIONES
	<ul style="list-style-type: none"> Gasoducto Sucre-Potosí (GSP) 	<ul style="list-style-type: none"> Estación de Compresión Tapirani. Estación de Compresión Qhora Qhora. Estación de Medición Karachipampa
	<ul style="list-style-type: none"> Gasoducto Villa Montes-Tarija (GVT). Derivada Tarija-El Puente (DGTP). Derivada Tarija-La Tablada (DGTT). 	<ul style="list-style-type: none"> Estación de Compresión San Antonio. Estación de Compresión Entre Ríos. Estación de Medición Tarija. Estación de Compresión San Lorenzo
Sistema de Transporte de Gas Mercado de Exportación	<ul style="list-style-type: none"> Gasoducto Santa Cruz-Yacuiba (GSCY). Gasoducto Integración Juana Azurduy (GIJA). 	<ul style="list-style-type: none"> Estación de Compresión Saipurú. Estación de Compresión Taquiperenda. Estación de Compresión Caigua. Estación de Compresión Campo Grande

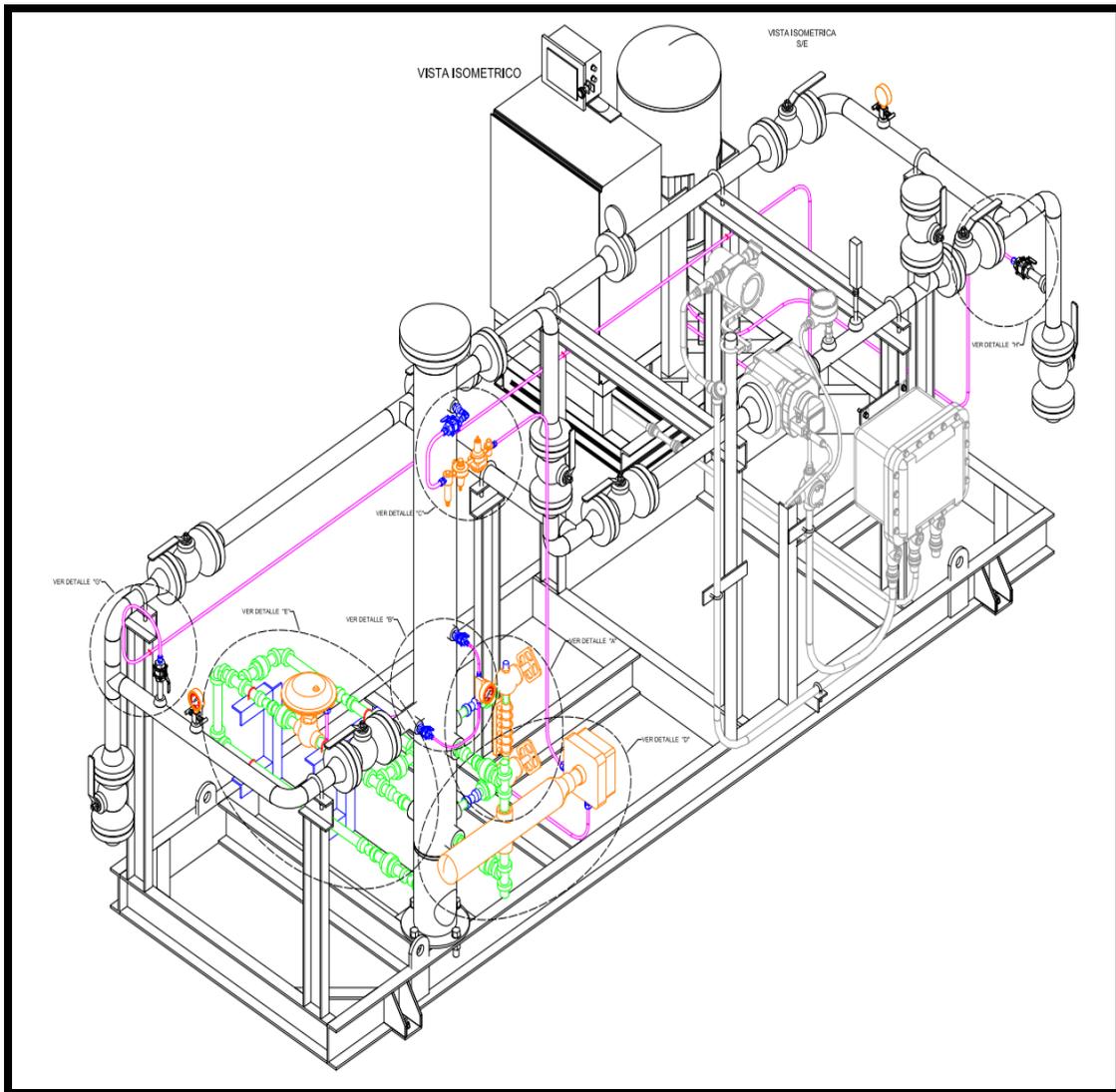
Fuente: Propia en base a información de (YPFB Transporte S.A.)

Anexo 2 Gaseoducto Taquiperenda - Cochabamba



Fuente: Centro Nacional de Información Hidrocarburífera

Anexo 3 Plano Isométrico de una EMO



Fuente: Centro Nacional de Información Hidrocarbúrfica