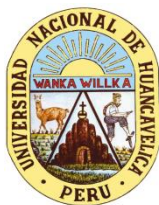


UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(Creada por Ley N° 25265)



ESCUELA DE POSGRADO



FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

UNIDAD DE POSGRADO

TESIS

**ESTUDIO DE LA DEMANDA DE CONSUMO DE GAS NATURAL
PARA LA MEJORA DEL ASPECTO SOCIOECONÓMICO-
SOSTENIBLE DE LA CIUDAD DE HUANCABELICA**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
TECNOLOGÍAS AMBIENTALES**

PRESENTADO POR:

Bach. MARCO ANTONIO, PALIZA ARAUJO

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN
CIENCIAS DE INGENIERÍA**

MENCIÓN EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL

HUANCABELICA, PERÚ

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creado por Ley N° 25265)

ESCUELA DE POSGRADO

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA

UNIDAD DE POSGRADO



(APROBADO CON RESOLUCIÓN N° 736-2005-ANR)

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Huancavelica, a los seis días del mes de diciembre, a horas 18:00 pm, del año dos mil veintidós se reunieron los miembros del Jurado Evaluador, designado con Resolución N° 1023-2022-EPG-R/UNH, de fecha 12 de agosto del 2022, conformado de la siguiente manera:

PRESIDENTE : Dr. PALOMINO PASTRANA Pedro Antonio
<https://orcid.org/0000-0001-7833-6805>
DNI N°: 23275655

SECRETARIO : M.Sc. ESCOBAR SOLDEVILLA Mabel Yesica
<https://orcid.org/0000-0001-9253-5974>
DNI N°: 41063829

VOCAL : Dr. SALAS CONTRERAS William Herminio
<https://orcid.org/0000-0001-7664-3000>
DNI N°: 19826504

Con la finalidad de llevar a cabo el acto académico de sustentación de tesis Titulada "ESTUDIO DE LA DEMANDA DE CONSUMO DE GAS NATURAL PARA LA MEJORA DEL ASPECTO SOCIOECONOMICO – SOSTENIBLE DE LA CIUDAD DE HUANCAMELICA aprobado mediante resolución N° 1614 – 2022 – EPG-R/UNH, donde fija la hora y fecha para el mencionado acto.

Sustentante:

PALIZA ARAUJO Marco Antonio
DNI N°: 43385412

Luego de haber absuelto las preguntas que le fueron formuladas por los Miembros del Jurado conformado por los docentes: Dr. PALOMINO PASTRANA Pedro Antonio, M.Sc. ESCOBAR SOLDEVILLA Mabel Yesica y Dr. SALAS CONTRERAS William Herminio, se procede con la deliberación con el resultado de:

APROBADO



DESAPROBADO



POR: UNANIMIDAD

Para constancia se extiende la presente ACTA, en la ciudad de Huancavelica, a los seis días del mes de diciembre del año 2022.

.....
Dr. Pedro Antonio PALOMINO PASTRANA
Presidente del Jurado.

.....
M.Sc. Mabel Yesica ESCOBAR SOLDEVILLA
Secretario del Jurado

.....
Dr. William Herminio SALAS CONTRERAS
Vocal del Jurado

Asesor

Dr. SÁNCHEZ ARAUJO, Víctor Guillermo

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7702-0881>

DNI : 40446828

Dedicatoria

*A mis padres Nicandro Paliza y
Victoria Araujo, por darme la vida,
inculcarme y encaminarme siempre al
éxito.*

.

Resumen

La presente investigación se refiere al de desarrollar un estudio de la demanda de consumo de gas natural para la mejora del aspecto socioeconómico-sostenible de la ciudad de Huancavelica y demostrar la demanda de consumo de gas natural para la mejora del aspecto socioeconómico-sostenible de la ciudad de Huancavelica.

Se llegó a los siguientes resultados que existe una demanda potencial de consumo de Gas Natural Residencial, Comercial y GNV en la localidad urbana de los distritos de Huancavelica y Ascensión, con crecimiento mayor a 1.1 MM m³ por año en promedio para un Horizonte de 20 años, hasta llegar a un consumo de 67,115 m³, como segundo objetivo específico la distribución del GNL a la localidad de Huancavelica se deberá responder la demanda de gas natural con una Planta Satélite de Regasificación con capacidad de almacenamiento de 150 m³ de Gas Natural Licuefactado y tres regasificadores atmosféricos también es necesario adquirir una cisterna criogénica para el transporte de GNL al inicio, otra para el año 7 y finalmente una más para el año 15, todo esto para responder la demanda de consumo para un horizonte de 20 años, como tercer objetivo tenemos que el gas natural se deberá de realizar por toda la circunscripción de los distritos de Huancavelica y Ascensión (zona urbana) con tuberías de transporte de gas de 200 mm, 110 mm, 90mm y 63 mm, y tuberías de 32 mm para la distribución de Gas Natural, para responder la demanda que requiera la ciudad para un horizonte de 20 años en relación al cuarto objetivo la Planta Satélite de Regasificación, e instalación de tuberías externas e internas, operación y mantenimiento, logrando saber que con la utilización del Gas Natural, los impactos positivos son mayes que los impactos negativos en general, por lo que es amigable con el medio ambiente y socioeconómico-sostenible y por último se concluye que el proyecto es rentable y que genera buenos ingresos, los cuales dieron como resultado la viabilidad de la investigación. El valor del VAN económico hallado fue de \$ 3,119,209.19 con un TIR económico de 12 %, con un periodo de recuperación de 7.83 años.

Palabras clave: gas natural, regasificación y licuefacción.

Abstract

The present investigation refers to the development of a study of the demand for natural gas consumption to improve the socioeconomic-sustainable aspect of the city of Huancavelica and demonstrate the demand for natural gas consumption to improve the socioeconomic-sustainable aspect of the city of Huancavelica.

The following results were reached that there is a potential demand for Residential, Commercial and NGV Natural Gas consumption in the urban locality of the Huancavelica and Ascensión districts, with growth greater than 1.1 MM m³ per year on average for a 20-year horizon. , until reaching a consumption of 67,115 m³, as a second specific objective, the distribution of LNG to the town of Huancavelica, the demand for natural gas must be met with a Satellite Regasification Plant with a storage capacity of 150 m³ of Liquefied Natural Gas and three Atmospheric regasifiers, it is also necessary to acquire a cryogenic tank for the transport of LNG at the beginning, another for year 7 and finally one more for year 15, all this to respond to the consumption demand for a horizon of 20 years, as a third objective we have that the natural gas must be carried out throughout the constituency of the districts of Huancavelica and Ascensión (urban area) with transmission pipelines 200 mm, 110 mm, 90 mm and 63 mm gas transportation, and 32 mm pipes for the distribution of Natural Gas, to respond to the demand that the city requires for a 20-year horizon in relation to the fourth objective of the Satellite Plant of Regasification, and installation of external and internal pipes, operation and maintenance, knowing that with the use of Natural Gas, the positive impacts are greater than the negative impacts in general, so it is friendly to the environment and socioeconomic-sustainable and Finally, it is concluded that the project is profitable and that it generates good income, which resulted in the feasibility of the investigation. The value of the economic VAN found was \$3,119,209.19 with an economic IRR of 12%, with a recovery period of 7.83 years.

Keywords: natural gas, regasification and liquefaction.

Índice

Portada.....	i
Acta de sustentación.....	ii
Asesor.....	iii
Dedicatoria	iv
Resumen.....	v
Abstract	vi
Índice.....	vii
Indicé de tablas.....	x
Indicé de figuras.....	xiii
Introducción	xvi
CAPITULO I.....	18
EL PROBLEMA	18
1.1 Planteamiento del problema	18
1.1.1 A nivel mundial.....	18
1.1.2 A nivel nacional	20
1.1.3 A nivel local.....	21
1.2 Formulación del problema.....	23
1.2.1 Problema general	24
1.2.2 Problemas específicos.....	24
1.3 Objetivos.....	24
1.3.1 Objetivo general.....	24
1.3.2 Objetivos específicos	24
1.4 Justificación e importancia	25
1.4.1 Relevancia social	25
1.4.2 Relevancia ambiental	26
1.4.3 Relevancia económica	28
CAPITULO II	31
MARCO TEORICO.....	31
2.1 Antecedentes de la investigación.....	31

2.1.1 Gas Natural en el contexto Internacional.....	31
2.1.2 Uso del GNL en Latinoamérica	31
2.1.3 Masificación del Gas Natural en el Perú.....	34
2.2 Bases teóricas.....	35
2.2.1 Leyes y decretos.....	35
2.2.2 Proyectos de masificación del Gas Natural Virtual	36
2.3 Definición de términos	43
2.3.1 Peso molecular	43
2.3.2 Gravedad específica	44
2.3.3 Factor de compresibilidad.....	44
2.3.4 Densidad	46
2.3.5 Viscosidad.....	47
2.3.6 Poder calorífico.....	47
2.3.7 Licuefacción del Gas Natural.....	49
2.3.8 Gas Natural Virtual	53
2.3.9 Indicadores de evaluación de proyecto	56
2.4 Formulación de la hipótesis	59
2.4.1 Hipótesis general.....	59
2.4.2 Hipótesis Específica.....	59
2.5 Identificación de variables.....	59
2.5.1 Variable Independiente:	59
2.5.2 Variable Dependiente:	60
2.6 Operacionalización de variables	60
CAPITULO III.....	62
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	62
3.1 Tipo de Investigación	62
3.2 Nivel de investigación	62
3.3 Método de investigación.....	63
3.4 Diseño de investigación.....	63
3.5 Población, muestra y muestreo	64
3.5.1 Población.....	64
3.5.2 Muestra	65

3.5.3 Muestreo	68
3.6 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	68
3.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos	69
3.8 Descripción de la prueba de hipótesis	70
CAPITULO IV	72
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	72
4.1 Presentación e interpretación de datos.....	72
4.1.1 Demanda de consumo de Gas Natural por categorías que requiera la ciudad de Huancavelica para un horizonte de 20 años.....	73
4.1.2 Diseño adecuado de una planta satélite de regasificación para responder la demanda de consumo de Gas Natural por la ciudad de Huancavelica.	77
4.1.3 Diseño de redes de gasoductos para abastecer de gas natural la ciudad Huancavelica.....	90
4.1.4 Evaluación de los impactos positivos y/o negativos ambientales con la implementación de una Planta Satélite de Regasificación y Sistema de Distribución por gasoductos.	97
4.1.5 Evaluación económica del proyecto mediante los indicadores del valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).....	101
4.2 Discusión de resultados	117
4.3 Proceso de la prueba de hipótesis	137
4.3.1 Principios de la investigación	137
Conclusiones	150
Recomendaciones	152
Referencias Bibliografías	153
Anexos	157

Indicé de tablas

Tabla 1. Índices de Nocividad de Combustibles (INC) para el periodo 2018-2019..	27
Tabla 2. Primer plan de conexiones del contrato de concesión Suroeste.....	37
Tabla 3. Primer plan de conexiones del contrato de concesión norte.	39
Tabla 4. Especificaciones típicas del gas alimentando a una planta de GNL.....	50
Tabla 5. Operacionalización de variables.	61
Tabla 6. Número de viviendas existentes en la ciudad urbana de Huancavelica.	65
Tabla 7. Intervalo de confianza para el coeficiente Z.	67
Tabla 8. Demanda de consumo de Gas natural por categorías, Residencial, comercial y Gas Natural Vehicular.	73
Tabla 9. Vaporizador de descarga con sus parámetros de diseño.	79
Tabla 10. Datos técnicos del regasificador de descarga.....	80
Tabla 11. Datos técnicos de un vaporizador atmosférico PPR.	82
Tabla 12. Datos técnicos de vaporizador atmosférico.	83
Tabla 13. Caudal másico para un horizonte de 20 años.....	84
Tabla 14. Datos técnicos de Regasificadores Atmosféricos.	87
Tabla 15. Cantidad de regasificadores atmosféricos según su capacidad de procesamiento.....	88
Tabla 16. Determinación del diámetro de la tubería principal (troncal) para el primer año.	94
Tabla 17. Determinación del diámetro de la tubería principal (troncal) para el décimo año.	94
Tabla 18. Determinación del diámetro de la tubería principal (troncal) para el décimo año.	95
Tabla 19. Obtención del diámetro de la tubería dentro de 20 años según en consumo de Gas Natural por año.....	96
Tabla 20. Designación del material según el MRS.....	97
Tabla 21. Posibles impactos al desarrollarse el proyecto de masificación de gas natural en la localidad de Huancavelica.	99
Tabla 22. Matriz de Leopold, identificación del impacto ambiental positivo y/o negativo	100

Tabla 23. Costo de inversión de cisterna criogénica.....	101
Tabla 24. Cálculo de la cantidad de cisternas para un horizonte de 20 años.	103
Tabla 25. Costo disgregado de las partes de una Planta Satélite de Regasificación	104
Tabla 26. Huancavelica Costos por instalación de tuberías y accesorios.	106
Tabla 27. Precio por excavación, ingeniería, replanteo y registro de interferencias en la ciudad de Huancavelica.	107
Tabla 28. Costos por instalación de red interna o domiciliaria.....	109
Tabla 29. Resumen de costos conceptuales.	110
Tabla 30. Resumen de costos de mantenimiento del vehículo.....	110
Tabla 31. Planilla de costos para una Planta Satélite de Regasificación.	110
Tabla 32. Resumen de costos operativos para un horizonte de 20 años.	111
Tabla 33. Costos administrativos durante la operación y mantenimiento de una PSR en la ciudad de Huancavelica.	112
Tabla 34. Costos operativos por opex para cada planta es 218,000 usd/años.....	112
Tabla 35. Resumen de ventas anuales en m3 de GN para el periodo de 20 años. ...	113
Tabla 36 Resumen económico del estado de pérdidas y ganancias del proyecto sin financiamiento desde el año 1 al 10.	115
Tabla 37. Resumen económico del estado de pérdidas y ganancias del proyecto sin financiamiento desde el año 11 al 20.	116
Tabla 38. Familias encuestadas que utilizan como energético el GLP.....	117
Tabla 39. Resultados al sector Centro y Santana	118
Tabla 40. Resultados de encuestas al sector de Sancristobal.	121
Tabla 41. Resultados de encuestas al sector Yananaco.....	124
Tabla 42. Resultados de encuestas del sector Ascensión.....	127
Tabla 43. Resumen de promedios de consumo del sector residencial y Comercial en la ciudad de Huancavelica.	135
Tabla 44. Test de normalidad para consumo de gas natural para un horizonte de 20 años.....	137
Tabla 45. Prueba de T para demanda de gas natural.....	143
Tabla 46. Prueba de T para Planta Satélite de Regasificación.	144
Tabla 47. Prueba de T para diseño de redes de gaseoductos para abastecer de gas natural.	145

Tabla 48. Prueba de Z para impactos positivos y negativos ambientales.	146
Tabla 49. Prueba de T para evaluación económica del proyecto mediante los indicadores del valor actual neto (VAN) y tasa de interés de retorno y (TIR) con los valores de Fujo Neto para un horizonte de 20 años.	147
Tabla 50. Huancavelica Superficie y Población.	163
Tabla 51. Número de viviendas en la ciudad de Huancavelica incluido el distrito de ascensión para el 2017.	165
Tabla 52. Huancavelica: población total y tasa de crecimiento promedio anual	167
Tabla 53. Horizonte de viviendas para 20 años.	168
Tabla 54. Consumo promedio por cliente según categoría tarifaria	168
Tabla 55. Promedio de consumo de balones de GLP por familia en la ciudad de Huancavelica para el 2018.	169
Tabla 56. Consumo de cilindros de GLP por la categoría comercial y Promedio ponderado de consumo mensual.	171
Tabla 57. Número de vehículos en la ciudad de Huancavelica y potenciales que pueden utilizar GNV.	174
Tabla 58. Número de vehículos potenciales en la ciudad de Huancavelica.	175
Tabla 59. Vehículos encuestados del tipo de combustible que utilizan.	176
Tabla 60. Datos generales y ubicación geográfica.	178
Tabla 61. Comparación de tecnologías por tipos de cisternas.	193
Tabla 62. Cálculo del peso molecular del gas natural.	195
Tabla 63. Gas Natural a condiciones estándar y normal.	196
Tabla 64. Cálculo de la demanda del gas natural y recorrido	198
Tabla 65. Preciadito de Mano de Obra.	207
Tabla 66. Preciaría de Materiales.	213
Tabla 67. Valorización de mano de Obra con mayor volumen de obra (Quavii – PA Perú S.A.C.)	218
Tabla 68. Valorización de mano de Obra con mayor volumen de obra (Quavii – GyA S.A.C.)	218

Indicé de figuras

Figura 1. Consumo final mundial de gas natural al 2020.	18
Figura 2. Consumo final de gas natural ALC por subregiones.	20
Figura 3. Productos Finales Obtenidos del Procesamiento de Líquidos de Gas Natural (en MBPD).	21
Figura 4. Árbol de Problemas- Causas y Efectos.....	23
Figura 5. Comercio de gasoductos y GNL en Latinoamérica.	34
Figura 6. Leyes De Promoción de la Masificación del Gas Natural.	35
Figura 7. Masificación De Gas Natural Utilizando GNL Concesión Sur Oeste.	37
Figura 8. Masificación De Gas Natural Utilizando GNL Concesión Norte.	40
Figura 9. Distribución de Gas Natural a las diferentes ciudades costeras del Perú y usuarios de gas natural al 2020.....	40
Figura 10. Cifras consolidadas de usuarios a nivel de todo el Perú.....	41
Figura 11. Distribución de Gas Natural a la ciudad de Piura.....	41
Figura 12. Masificación de Gas Natural Utilizando GNC.	43
Figura 13. Diagrama de flujo de una planta de GNL con dos trenes.....	50
Figura 14. Diagrama esquemático de las unidades de licuefacción, ciclo de cascada convencional.....	53
Figura 15. Esquema sobre la producción, transporte, almacenaje y regasificación de GNL.....	54
Figura 16. Típico Modulo de Transporte y Almacenaje de GNC.....	55
Figura 17. Tamaño de muestra cuando se tiene una población finita, cuando se conoce N.....	67
Figura 18. Proyección de la demanda total de consumo de gas natural en la ciudad de Huancavelica – Consumo de Gas Natural en m ³ /día para cada año referencial.....	76
Figura 19. Vaporizador atmosférico PPR.	81
Figura 20. Regulador de presión del circuito PPR.....	85
Figura 21. Esquemmatización de un sistema de regasificación atmosférica para obtener gas natural de -161°C a 9°C.	86
Figura 22. Estación de regulación y medida.	89

Figura 23. Forma de operación de una estación de regulación y medida.	89
Figura 24. Equivalentes energéticos que representan con el consumo de Gas Natural	136
Figura 25. Test de normalidad de consumo de gas natural para un horizonte de 20 años, frecuencias.....	138
Figura 26. Valores Críticos “T” para aceptar o rechazar la hipótesis nula (Ho), para el primer objetivo.	143
Figura 27. Valores Críticos “T” para aceptar o rechazar la hipótesis nula (Ho), para el segundo objetivo.....	144
Figura 28. Valores Críticos “T” para aceptar o rechazar la hipótesis nula (Ho), para el tercer objetivo.	145
Figura 29. Valores Críticos “Z” para aceptar o rechazar la hipótesis nula (Ho), para el cuarto objetivo.	146
Figura 30. Valores Críticos “T” para aceptar o rechazar la hipótesis nula (Ho), para el quinto objetivo.....	147
Figura 31. Masificación de gas natural zona Centro – Sur.	161
Figura 32. Mapa político de Huancavelica	162
Figura 33. Huancavelica valor agregado Bruto por rama de actividades.	164
Figura 34. Proyección de demanda - Categoría residencial - en m ³ /día.....	170
Figura 35. Proyección de demanda - Categoría Comercial - en m ³ /día.	172
Figura 36. Proyección de demanda – Categoría Comercial tipo C - en m ³ /día.....	173
Figura 37. Proyección de demanda – Categoría GNV - en m ³ /día.....	177
Figura 38. Red Vial Huancavelica.	180
Figura 39. Plano de Zonificación Industrial.....	182
Figura 40. Localización de la planta satélite de regasificación en la zona Industrial.....	184
Figura 41. Localización satelital de la planta satélite de regasificación de GNL. ...	185
Figura 42. Diagrama de la planta satélite de regasificación, con emplazamiento de estacionamiento para cisternas, salidas y entradas de vehículos.	186
Figura 43. Diagrama de tanque de almacenamiento, regasificadores atmosféricos, de agua caliente, PPR y cisterna criogénica.	187
Figura 44. Recorrido de Planta GNL de Melchorita a la ciudad de Huancavelica. .	190

Introducción

Los recursos energéticos ya sea renovable y no renovable representan los medios por los cuales los países del mundo cubren sus necesidades de energía, las principales fuentes energéticas del mundo son el gas natural y el petróleo. Actualmente y desde hace varias décadas el petróleo es una de las fuentes energéticas más utilizadas en todas las matrices de consumo, la relevancia de este recurso radica en que las reservas existentes son escasas y solo algunos países cuentan con depósitos considerables y otros son solo consumidores al costo que el mercado internación fluctuante representa. Esto lo transforma en un codiciado recurso, cuyo precio puede fluctuar ante cualquier inestabilidad política o económica. Además, existen enormes desigualdades en la producción y consumo a nivel mundial. A partir del descubrimiento del gas natural, éste se ha convertido en una de las fuentes de energía de gran utilidad y bajo costo de producción, transporte y distribución para el hombre moderno, tanto para el uso doméstico como para la generación de energía, por lo que ha sido necesario buscar nuevas tecnologías para su explotación, producción, almacenamiento, tratamiento y distribución. A medida que la demanda de este combustible gaseoso aumenta, los ingenieros petroleros se han visto envueltos en la necesidad de voltear su atención al estudio de los procesos de separación, deshidratación y desulfuración del gas natural, para aplicar sus conocimientos y alcanzar los requerimientos necesarios para la refinación o simplemente, cumplir con los estándares de calidad para la comercialización del gas natural. El gas natural es una mezcla compleja de gases hidrocarburos, gases ácidos, impurezas y agua, esto ha llevado a los ingenieros a estudiar con detenimiento y dedicación sus propiedades para entender su comportamiento, y así posteriormente diseñar dispositivos para los diferentes tratamientos.

Esta tesis de investigación tiene como objetivo desarrollar si existe la demanda de consumo de gas natural en la localidad de Huancavelica, es por ello que esta tesis de investigación se divide en cuatro capítulos. En el primer capítulo se realiza el problema

y comprende la fundamentación del planteamiento del problema, la formulación del problema, los objetivos, la justificación e importancia.

El segundo capítulo presenta el marco teórico de la investigación, y comprende los antecedentes de la investigación, bases teóricas, definición de términos, formulación de la hipótesis, identificación de las variables y operacionalización de las variables.

En el tercer capítulo se describe la metodología de la investigación, estos son el tipo de investigación, nivel de investigación, método de investigación, diseño de investigación, población, muestra y muestreo, técnicas de procesamiento y análisis de datos, descripción de la prueba de hipótesis.

En el cuarto capítulo se presenta la presentación de resultados, presentación e interpretación de datos, discusión de resultados, proceso de la prueba de hipótesis.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

1.1.1 A nivel mundial

El consumo final de gas natural en el 2020 alcanzó los 369, con una disminución en -2.43% respecto al 2020. Europa y Asia son los más consumidores de Gas Natural a Nivel Mundial donde, en esta región existe industrias y a la vez la generación de electricidad, a continuación, se describe en la Figura 1 con el consumo final mundial de gas natural, cuyo consumo es en Gigas por Pies Cúbicos por día.

Figura 1.

Consumo final mundial de gas natural al 2020.

Gpcd										
Región	2016	2017	2018	2019	2020	Región	TACC 2016-2020	Variación 2019-2020		
Europa y Eurasia	104	107	109	109	104	Oriente Medio	2 %	1 %		
Norteamérica	91	91	99	102	99	Asia Pacífico	4 %	0 %		
Asia Pacífico	71	75	80	83	83	África	3 %	(2 %)		
Oriente Medio	48	50	51	53	53	Norteamérica	2 %	(3 %)		
África	13	14	15	15	15	Europa y Eurasia	0 %	(5 %)		
Sur y Centroamérica	17	17	16	16	14	Sur y Centroamérica	(4 %)	(11 %)		
Total	343	354	371	378	369	Total	2 %	(2 %)		

Fuente: BP Statistical Review of World Energy 2021

En la misma línea de la producción mundial de gas natural, el consumo en el planeta presentó en 2020 una variación negativa (-2 %), solo replicable en los últimos 50 años, en 2009, durante la Gran Recesión.

El consumo de Sur y Centroamérica fue el único que en el lustro en estudio observó una baja negativa por afectación de la pandemia, ya que muchas industrias que utilizaban Gas Natural tuvieron que parar con una variación negativa de hasta (-11 %).

En América Latina y el Caribe, el consumo de gas natural pasó de 55 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep) en el 2000 a 80 Mtep en el 2016 y participa con el 13% del consumo final total de energía.

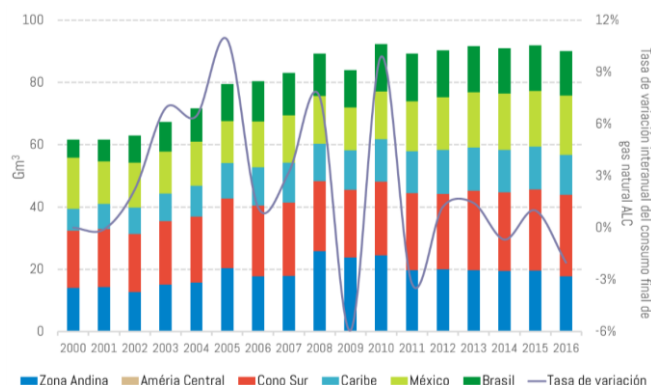
El gas natural en la región cada vez tiene una mayor penetración en los diversos usos y en la matriz energética. El 61% del gas que se produce es utilizado en el sector industrial; los consumos finales más representativos se concentran en Argentina (cuya difusión abarca a los sectores principalmente industrial, residencial y generación eléctrica), México, Brasil y Venezuela (concentración en la industria, petroquímica y generación eléctrica) y Trinidad y Tobago (principalmente para la producción de gas natural licuado, posicionándose como el mayor exportador en ALC, en 2016 registró 14.3 Gm3).

A nivel subregional, cabe destacar los esfuerzos que está realizando Centroamérica para diversificar su matriz a través de gas natural especialmente para generación eléctrica como una estrategia para reducir la vulnerabilidad de su capacidad de generación hidroeléctrica y dependencia del petróleo. El abastecimiento de este recurso se efectuará a través de gasoductos y buques de gas natural licuado.

Panamá en el año 2016 inició la construcción de la primera central de generación eléctrica con gas natural, la cual contará con 3 turbinas de gas y una turbina de vapor y se revisto que entrarán en operación en mayo 2018, lo cual permitirá la incorporación de 381 MW de acuerdo a lo especificado en el “Plan Energético Nacional 2015 -2050”, convirtiéndose en el primer país centroamericano en generar con gas natural.

Figura 2.

Consumo final de gas natural ALC por subregiones.



Fuente: OLADE, Sistema de Información Energética de Latinoamérica y el Caribe (sieLAC), <http://sielac.olade.org/>

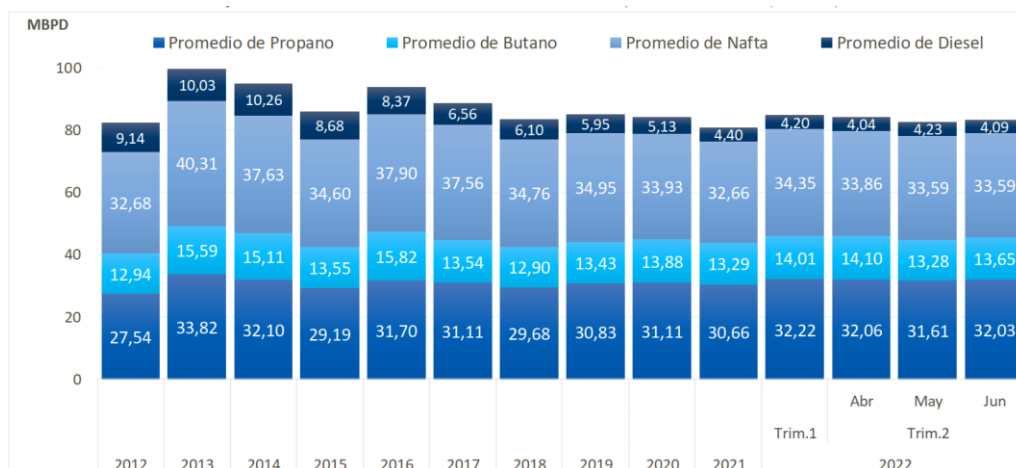
1.1.2 A nivel nacional

A nivel de todo el Perú el combustible GLP sigue siendo una alternativa segura y barata para el uso industrial, doméstico y vehicular; sustituyendo la gasolina, el diesel el petróleo, el carbón, la leña, etc. pues se consideraba el combustible limpio y de fácil manipuleo, pero como es sabido, hoy en día existe otra matriz energética que está sustituyendo al GLP, por su sistema continuo y más seguro, este es el Gas Natural Seco. El costo de procesamiento del GLP depende directamente de la separación del gas natural y del petróleo; debido a que su disposición nacional es casi escasa la producción de GLP y no cubre en algunas temporadas la demanda nacional, causando escasez de GLP en aquellas temporadas, generando alza en los precios de los cilindros de GLP de 10Kg hasta S/. 80 soles por cada unidad a nivel nacional y regional causando malestar social.

Por medio de procesos físicos donde se separan los hidrocarburos para obtener productos de uso específico, cuyo combustible son propano y butano que componen el GLP, nafta y Diésel, en la Figura 3 se muestra la producción promedio mensual de la Planta Pisco perteneciente a PLUSPETROL.

Figura 3.

Productos Finales Obtenidos del Procesamiento de Líquidos de Gas Natural (en MBPD).



Fuente: División de Supervisión de Gas Natural, OSINERGMIN, 2022

Gases del Pacífico S.A.C. y Gas Natural Fenosa Perú S.A., (2015), donde sustentaron que el proyecto de masificación del gas natural por la tecnología de regasificación de GNL en el norte y sur del Perú, consiste en brindar el servicio de distribución de gas natural por red de ductos en las áreas de concesión, para lo cual se contempla la siguiente infraestructura inicial.

Componentes del proyecto inicial:

- Transporte terrestre de Gas Natural Licuado (GNL) desde el punto de Suministro (Estación carga Perú LNG).
- Estaciones de distrito que incluyen un sistema de recepción, almacenamiento y regasificación del GNL, y las estaciones de regulación, medición y odorización, a ubicarse en las ciudades por abastecer.
- Sistema de Distribución de gas natural por red de ductos para suministrar a los usuarios finales.

1.1.3 A nivel local

En la localidad de Huancavelica existen familias con un promedio de 6 a 7 personas que habitan un solo hogar, motivo por el cual, el consumo de un cilindro de GLP por una familia de 5 personas hace que solo dure de 8 a 10 días, ocasionando un

gasto por el uso mensual de dos cilindros de GLP y el costo por mes suma de hasta S/120.00 soles en promedio, cabe recordar que el costo unitario de un cilindro de GLP es 58 a 65 soles.

En la localidad de Huancavelica se observa la reutilización constante de los balones de GLP, teniendo una posible consecuencia de fuga de GLP de algunos cilindros, ya sea por fisuras, o como también hinchamiento de los mismos, generando daños perjudiciales (Deflagración) para la salud de las personas y además ocasionando posibles incendios en lugares donde se está utilizando, esto hace que su uso ya no sea totalmente seguro.

En la gran mayoría existen casos donde los hogares o industrias consumidoras de GLP están alejados de los distribuidores de la misma planta de GLP, produciendo dificultad para su adquisición y también la incertidumbre de estos mismos, por lo que el combustible GLP tiene temporadas de escases; en lo anterior ya mencionado que son dependientes y ocasionando la detención de producción en algunas industrias y también en hogares, por ello será necesario tener una alternativa de sustitución de combustible que es el Gas Natural.

En la ciudad de Huancavelica existe una exorbitante deforestación de árboles en las faldas de los cerros porque algunas pequeñas industrias y comercios como las panaderías, quemadoras de yeso y algunos hogares utilizan leña como combustible, ocasionando la pérdida del efecto invernadero natural, esto originando cambios bruscos en las temperaturas climáticas, en algunos casos se ubican bajo cero.

En la ciudad el friaje es casi constante durante todo el año, y las bajas temperaturas en los meses Junio, Julio y Agosto ocurren por el cambio de estación climática en la localidad, por ello todos los hogares no almacenan el calor suficiente durante el día para que se mantenga durante la noche los picos de bajada de la temperatura, a pesar que el calor es intenso durante las 11:00 am hasta las 03:00 pm.

Existe desconocimiento por parte de las autoridades competentes sobre el gran beneficio potencial que trae el consumo del gas natural para múltiples usos en las viviendas y algunas pequeñas industrias existentes en la localidad de Huancavelica, ya que no existen profesionales conocedores del tema o especialistas como Ingenieros de

Petróleo y Gas, lo cual genera malestar social en la región Huancavelica y más aún la misma ciudad por no gozar de los beneficios del Gas Natural. Teniendo en cuenta que solo el Gobierno Regional, Municipal, la Universidad Nacional de Huancavelica y algunas entidades públicas gozan del canon y regalías del gas de Camisea (FOCAM), impidiendo que la misma sociedad obtenga algún beneficio.

Por esta razón la presente tesis se enfoca en un “Estudio técnico económico de una planta satélite de regasificación de GNL para el abastecimiento de Gas Natural a la ciudad de Huancavelica”.

Figura 4.

Árbol de Problemas- Causas y Efectos.



Fuente: Elaboración propia

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la demanda de consumo de gas natural para la mejora del aspecto socioeconómico-sostenible de la ciudad de Huancavelica?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la demanda de consumo de Gas Natural por categorías que requiera la ciudad de Huancavelica para un horizonte de 20 años?
- ¿Cuál el diseño adecuado de una Planta Satélite de Regasificación para responder la demanda de consumo de Gas Natural por la ciudad de Huancavelica?
- ¿Cómo será el diseño de redes de gasoductos para abastecer de gas natural a la ciudad de Huancavelica?
- ¿Cuáles serán los impactos positivos y/o negativos ambientales con la implementación la de Planta Satélite de Regasificación y Sistema de Distribución por Gasoductos?
- ¿Cómo será la evaluación económica del proyecto mediante los indicadores del VAN y TIR?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Demostrar la demanda de consumo de gas natural para la mejora del aspecto socioeconómico-sostenible de la ciudad de Huancavelica

1.3.2 Objetivos específicos

- Calcular la demanda de consumo de Gas Natural por categorías que requiera la ciudad de Huancavelica para un horizonte de 20 años.
- Elaborar el diseño adecuado de una Planta Satélite de Regasificación para responder la demanda de consumo de Gas Natural por la ciudad de Huancavelica.
- Realizar un diseño de redes de gasoductos para abastecer de gas natural a la ciudad de Huancavelica.

- Evaluar los impactos positivos y/o negativos ambientales con la implementación la de Planta Satélite de Regasificación y Sistema de Distribución por Gasoductos.
- Realizar la evaluación económica del proyecto mediante los indicadores del VAN y TIR

1.4 Justificación e importancia

En el Perú existe una demanda de la población para que el Gas Natural que se explote llegue hasta sus hogares, del mismo modo existen industrias que demandan energía como las Mineras, Cementeras, Centrales termoeléctricas, Refinerías, etc.

Desde el punto de vista económico, el proyecto traerá beneficio a la población de Huancavelica dado que podrá acceder a un combustible más barato en comparación al GLP y otros combustibles.

Además, el cambio de matriz energética a Gas Natural en remplazo de GLP o Leña traerá beneficios al medio ambiente por ser un combustible más limpio y con menos gases de contaminación.

Por esto, el propósito de la siguiente tesis de investigación es el estudio para la instalación de una planta satélite de regasificación de Gas Natural Licuefactado para la mejora del aspecto socioeconómico-sostenible de la ciudad de Huancavelica contribuye hacia la mejora de la calidad de vida de la ciudad.

1.4.1 Relevancia social

La planta satélite de regasificación de gas natural licuefactado en la ciudad de Huancavelica tendría una relevancia social generando una serie de efectos positivos que mejoren la calidad de vida de los ciudadanos en la ciudad de Huancavelica, mejorando puestos de trabajo durante su ejecución y administración

El estudio tiene como objeto el desarrollo socioeconómico-sostenible con base en un nuevo modelo de sistema que involucra y contribuye hacia la mejora de la calidad de vida de la ciudad de Huancavelica, la propuesta consiste en el estudio para la implementación de una planta satélite de regasificación de gas natural licuefactado con la intención de atender la demanda de consumo de energía comburente que utilizan las

diferentes categorías de consumo: residencial, comercial, gas natural vehicular (GNV), esto haciendo que la economía local mejore y los impactos ambientales sean relativamente mitigados, todas las necesidades de los usuarios integraría de manera sostenible en la ciudad con la implementación de una nueva tecnología que hoy en día existe como respuesta para las ciudades que no tienen en su matriz energética un gasoducto construido, esto demostrándose que su mercado de consumo de gas natural respondería y llegando a madurar en un lapso de tiempo en años; con la optimización de los procesos de gestión que engloban al crecimiento y desarrollo económico local de Huancavelica.

1.4.2 Relevancia ambiental

El gas natural presenta numerosas ventajas ambientales para la sostenibilidad de los territorios y en este caso para la ciudad de Huancavelica. Desde el punto de vista ambiental, el gas natural es el combustible que emite menos CO₂, no emite partículas en su combustión donde se utilizaría para las categorías de consumo residencial, comercial y GNV, reduce las emisiones de monóxido de carbono en un 80%. Su uso contribuye a reducir el efecto invernadero y a mejorar la calidad del aire que respiramos en las ciudades.

Junto a estos beneficios hay que sumar las ventajas económicas que aporta a sectores clave para el medio ambiente como el transporte. En concreto su ahorro es del 50% frente a la gasolina y del 30% frente al diésel.

Este ahorro, junto a la reducción de emisiones y la reducción de contaminación acústica, está propiciando la implantación de esta fuente de energía en el sector del transporte (flotas de transporte urbano, mercancías de largo recorrido, recogida de residuos, etc.). El instituto cuanto en la revista “Combustibles que mejoran la calidad de aire”, 2018 nos dice que: Sólo en 2018, el gas natural vehiculado por las redes que se encuentra en las ciudades de Lima e Ica permitió dejar de emitir a la atmósfera 1.800.000 toneladas de CO₂.

Según destaca la Organización Mundial de la Meteorología (OMM), la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera aumentó el año 2017 hasta un nivel récord en los últimos 800.000 años y el reto de la reducción de CO₂ en la

atmósfera se complica cuando además la población urbana requiere de una mejora de la calidad del aire. Son dos objetivos, uno global y a largo plazo, y otro local y a corto plazo, que hay que combinar.

Teniendo en cuenta que el origen de la contaminación ambiental procede principalmente del transporte, el gas se configura, como una alternativa real para los vehículos, en la medida que reduce más de un 85% las emisiones de óxidos de nitrógeno, el 100% de las emisiones de óxido de azufre y casi el 100% las partículas en suspensión. Además, los motores de gas natural producen hasta un 50% menos de emisión sonora que los motores diésel.

El Poder Ejecutivo, a través del Ministerio del Ambiente (MINAM), publicó hoy el decreto supremo que aprueba los Índices de Nocividad de Combustibles (INC) para el período 2018 - 2019, los cuales fueron elaborados en coordinación con el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), y tomando en consideración a diversos sectores involucrados. Este índice expresa una escala de nocividad de diversos combustibles que se utilizan en el mercado nacional, tomando como base de referencia el combustible más limpio disponible en el país (gas natural), además, toma en cuenta los contaminantes emitidos por los combustibles según distintas fuentes (vehículos, aviones, calderas, hornos, cocinas, entre otros).

Los INC aprobados aplican a 14 tipos de combustibles utilizados en los sectores de transporte, eléctrico, industrial y residencial el cual comprenden al gas natural; gas licuado de petróleo; Gasoholes de 84, 90, 95, 97 y 98 octanos; diésel de bajo y alto azufre; turbo A1; petróleos industriales y carbones minerales.

Esto, permite establecer un ranking de combustibles utilizados en el mercado nacional de acuerdo a su potencial contaminante, de menor a mayor grado de contaminación (Ver cuadro):

Tabla 1.

Índices de Nocividad de Combustibles (INC) para el periodo 2018-2019.

Tipo de combustible	INC
Gas Natural	1,0
Gas Licuado de Petróleo (GLP)	2,5
Gasohol 95/97/98 Octanos	5,2
Carbón Antracítico	6,5
Gasohol 90 Octanos - S50	7,5
Gasohol 90 Octanos	8,1
Diesel B5 - S50	12,2
Carbón Bituminoso	13,3
Diesel B5 - S5000	14,9
Turbo A1	18,3
Petróleo Industrial N° 6	27,9
Gasohol 84 Octanos - S50	30,2
Gasohol 84 Octanos	30,8
Petróleo Industrial N° 500	37,8

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas, 2018

Este ranking de combustibles según su índice de nocividad, es uno de los criterios que utiliza el MEF para establecer el Impuesto Selectivo al Consumo (ISC) que grava a los combustibles, incorporando de mejor manera el criterio ambiental y el principio contaminador-pagador, es decir, que los usuarios de combustibles deberán pagar más impuestos por usar un combustible más contaminante que otro.

Por ejemplo, el uso de diésel con un contenido de azufre mayor a 50 partes por millón (PPM) genera una mayor emisión de material particulado (PM2.5) y otros contaminantes como el dióxido de azufre (SO₂) y óxido de nitrógeno (NO_x), en comparación con los gasoholes de 95 y 97 octanos, por lo que el ISC al diésel de azufre es 50% mayor que el ISC de los gasoholes mencionados.

De esta manera, se busca desincentivar el consumo de combustibles más contaminantes y fomentar la sustitución por otros menos contaminantes y el uso de tecnologías más limpias, a fin de lograr disminuir las emisiones, mejorar la calidad del aire y proteger la salud de la población.

Por ellos es justificable la elaboración de la siguiente tesis de investigación desde su punto de vista que el Gas Natural es amigable con el medio ambiente.

1.4.3 Relevancia económica

El gas natural es visto en la actualidad como una de las principales y más relevantes fuentes de energía, usada tanto como para uso doméstico como para uso

comercial e industrial, es un tipo de energía menos dañina para el medio ambiente y seguro, accesible en términos económicos y la única alternativa, que, en la práctica, puede sustituir masivamente al carbón, combustibles derivados del petróleo, reduciendo su costo hasta en un 50% frente a la gasolina y del 30% frente al diésel.

El gas natural es una energía económica ya que sector del gas natural tiene en Perú un largo recorrido por delante. El desarrollo de esta energía ha sido relativamente reciente, fundamentalmente en los últimos 15 años, y todavía existen más de 17 millones de viviendas que no están conectadas a la red.

El índice de penetración del gas natural en Perú es del 2.5%, frente a la media del 60% de la América Latina, Colombia (42%), Bolivia (48%), Venezuela (80%), Chile (88%) y Brasil (89%) nos llevan una gran ventaja.

El INEI en las encuestas realizadas el 2017 nos habla que, en la actualidad, el sector gasista representa el 0,1% del PIB y genera cerca de 70,000 puestos de trabajo, sumando directos e indirectos. El gas natural desempeña un papel destacado en la competitividad industrial, ya que es la palanca que utilizan empresas de todo tipo para ahorrar en su factura energética y para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, una empresa mediana, con un consumo de 2.000 MWh/año, ahorra en torno a un 48% en su factura energética respecto al gasóleo. Muchos sectores industriales, como el alpaquero (procesamiento de lana de alpaca, empresa Incalpaca-Arequipa), el del papel, el siderúrgico o el químico, tienen en el gas natural un aliado insustituible. Otros, como el sector de la alimentación, se han incorporado a este combustible durante los últimos años para mejorar su competitividad.

El gas natural es una energía competitiva, ya que, para los hogares, el gas natural es la energía más competitiva. Para una vivienda tipo de 90 metros cuadrados y un consumo de 8 MWh anuales, la opción más ventajosa es el gas natural, con un precio de entre 2700 y 3600 soles al año, por otro lado, un hospital con un consumo de 10.000 MWh anuales pagaría una factura energética de 1,813,000 soles al año con gas natural, cerca de un 50% menos de lo que abonaría con otros combustibles. Además de su precio competitivo, el coste del gas natural es muy estable y es la energía que ha tenido una menor oscilación en los últimos 10 años con respecto a su precio.

Por ello justifica la siguiente investigación para su respectivo desarrollo.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Gas Natural en el contexto Internacional

Bp Statistical Review of World Energy, en la página 15 para el mes de junio del 2022. Detalla que el conflicto bélico ruso-ucraniano, iniciado a finales de febrero de 2022, viene causando gran conmoción, y en el contexto que compete al gas natural ocasiona un impacto negativo, principalmente en el mercado de gas europeo. Con la crisis desatada por el conflicto Rusia-Ucrania, la Unión Europea (UE) enfrenta, entre otras, una problemática que radica en su gran dependencia de Rusia en sus importaciones de gas natural, que representan 42 % de ellas a través de gasoductos y GNL. Diversificar su matriz energética y reducir dicha dependencia es uno de los grandes objetivos que se ha marcado la UE desde tiempo atrás, para el resto de Europa con una dependencia de 32 % por gasoductos y GNL. Por lo anterior, ‘Gas natural en el contexto internacional’ inicia con la evidencia de aspectos de mayor trascendencia para el sector, tales como precios y participación del gas ruso en la oferta a Europa, entre otros.

2.1.2 Uso del GNL en Latinoamérica

The Dialogue del Inter-American Development Bank, Perspectivas del Mercado de Gas Natural en Latinoamérica y el Caribe, (2015), nos habla que el incremento en la producción estadounidense de gas natural derivado del auge del sector de shale está transformando el mercado global del gas. Hace menos de una

década, con la producción de gas natural en declive, se esperaba que Estados Unidos se convirtiera en un gran importador de gas natural licuado (GNL) y un mercado de último recurso para cargamentos excedentes alrededor del mundo.

The Dialogue del Inter-American Development Bank, *Perspectivas del Mercado de Gas Natural en Latinoamérica y el Caribe*, (2015), La demanda de gas natural en Suramérica ha incrementado en la última década, con Brasil, Argentina y Chile como los principales importadores. De hecho, el Cono Sur ha emergido en un mercado clave de GNL, con la demanda en el 2013 casi igual a la de China. Brasil y Argentina, que juntos representan el 79% del mercado de GNL del Cono Sur, compran cargamentos a corto plazo en los mercados al contado en lugar de a través de los contratos tradicionales a 20 años. Esta estrategia permite una mayor flexibilidad en el acceso a importaciones y financiamiento, pero también ha llevado a estos países a pagar unos de los precios más altos de GNL en el mundo.

The Dialogue del Inter-American Development Bank, *Perspectivas del Mercado de Gas Natural en Latinoamérica y el Caribe*, (2015), En Brasil, el consumo de gas natural ha excedido de forma consistente a la producción doméstica en la última década y la brecha continúa creciendo. Brasil recibe el 50% de sus importaciones de gas desde Bolivia, pero comenzó a comprar GNL en el mercado al contado en el 2009 para acceder una oferta más flexible durante períodos más secos cuando hay menos energía hidroeléctrica disponible. Las proyecciones del gobierno muestran que el promedio de importaciones de GNL se mantendrá estable en 1.45 Bcf/d hasta el 2030. A corto plazo, el gobierno de Brasil ha indicado que prefiere pagar precios al contado más altos de manera que puedan mantener la flexibilidad en las importaciones y utilizar energía hidroeléctrica cuando esté disponible. A largo plazo, la producción de gas asociado en las formaciones costa afuera pre-sal podría disminuir la brecha.

The Dialogue del Inter-American Development Bank, *Perspectivas del Mercado de Gas Natural en Latinoamérica y el Caribe*, (2015), Argentina ha sido importador neto de gas desde el 2008 debido a la creciente demanda doméstica y la producción en declive. Los subsidios estatales han mantenido los precios residenciales de gas bajos, causando un aumento en la demanda y en el déficit energético. De hecho,

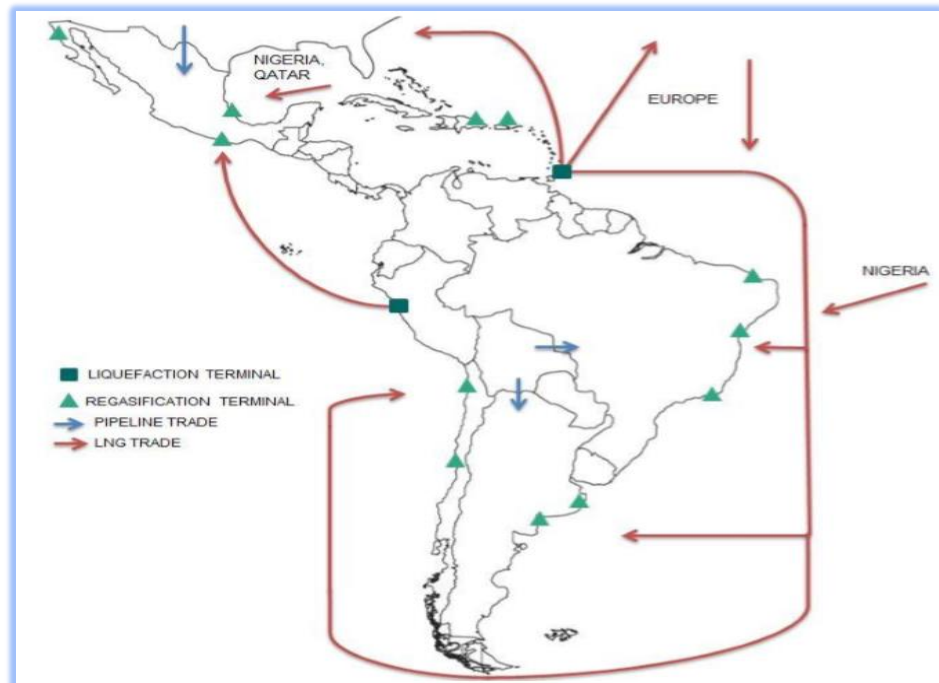
sus importaciones de gas se han triplicado desde el 2010. Argentina ha estado comprando GNL a corto plazo a precios parecidos a aquellos pagados por los importadores de GNL en Asia y tendría que pagar una prima por contratos a largo plazo debido a que tiene un alto riesgo crediticio. A corto plazo, se espera que las importaciones de GNL aumenten mientras Argentina busca reducir su dependencia en las importaciones por gasoducto desde Bolivia.

The Dialogue del Inter-American Development Bank, *Perspectivas del Mercado de Gas Natural en Latinoamérica y el Caribe*, (2015), Chile también es un importador grande de GNL, con casi 80% de su consumo de gas natural importado como GNL. El país comenzó a interesarse en importaciones de GNL después de que Argentina redujera sus exportaciones por gasoducto durante una crisis energética en el 2004. Enfrentando una oposición fuerte a nuevos proyectos hidroeléctricos, el gobierno planea incrementar la cantidad de gas natural en la matriz energética y construir una tercera terminal de regasificación. Los precios de electricidad en Chile se duplicaron entre el 2007 y el 2014 y se espera que suban un 30% para el 2021. El país espera incrementar la oferta de GNL, reemplazando el diesel, para mantener bajos los precios de la electricidad y asegurar que la industria minera se mantenga competitiva.

Viscidi, Sucre, & Karst, (2015), comenta que Uruguay planea importar cantidades pequeñas de GNL para dar soporte a las fuentes de energía renovable intermitentes y desplazar al petróleo en la matriz energética del país. El gobierno planea instalar un depósito flotante y una unidad de regasificación (FSRU) cerca de Montevideo, lo que logrará satisfacer el mercado relativamente pequeño de gas, y re-exportar el gas sobrante por gasoducto a Argentina. Sin embargo, este proyecto ha sido pospuesto hasta el 2016 debido a problemas financieros con los desarrolladores del FSRU.

Figura 5.

Comercio de gasoductos y GNL en Latinoamérica.



Fuente: Roberto Kozulj, 2016

2.1.3 Masificación del Gas Natural en el Perú

Desde que el Proyecto Camisea que inició su operación comercial en el año 2004, las distintas administraciones del Estado (Ejecutivo y Legislativo) han hablado de masificar el gas natural, entendido esto como una política gubernamental interesada en llegar a un número considerable de usuarios residenciales y facilitarle su acceso al hidrocarburo a un precio económico y estable.

Osinermin Gart, (2012). Desde el año 2008 se proyecta la construcción de un gasoducto andino del sur que lleve el gas natural desde Camisea hasta las regiones de Cusco, Puno, Apurímac, Arequipa, Moquegua y Tacna; hasta la fecha del año 2012 no se iniciaba la construcción del citado gasoducto y el sur del país seguía esperando el combustible que podría dinamizar su desarrollo socio-económico. El mismo año 2008 se hicieron cambios en el reglamento de distribución para permitir la incorporación de gastos promocionales que incentiven a los clientes potenciales a conectarse al gas natural y con ello incrementar el uso de la red ya instalada. Paralelamente se inicia el

esquema de la concesión de distribución de Ica que incorpora conceptos de tarifas planas y esquemas de subsidio a la conexión domiciliaria mediante descuentos que deben ser pagados por los grandes consumidores. Con estos cambios se produce un mayor desarrollo de las conexiones domiciliarias, pero se mantiene pendiente el desarrollo del gas natural en la zona sur del país.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Leyes y decretos

Hasta el año 2011 se han emitido cuatro leyes para apoyar la masificación del gas natural.

Figura 6.

Leyes De Promoción de la Masificación del Gas Natural.

Ley	Fecha	Objeto	Otros artículos
28849	26/07/2006	Incentivar el consumo de gas natural en las diversas circunscripciones territoriales del país.	"Artículo 2: Precio del gas natural en boca de pozo. Artículo 3: Tarifas de transporte y distribución. Artículo 4: Temporalidad de las medidas."
Ley de descentralización del acceso al consumo de gas natural.			
29129	24/10/2007	Declarase de necesidad e interés público la construcción del gasoducto Camisea-Santa Ana - Cusco, así como del gasoducto hacia las regiones de Puno, Huancavelica, Arequipa, Moquegua y Tacna.	Artículo 2: Facultades a Proinversión. Facúltase a Proinversión para que, en el marco de sus atribuciones y en coordinación con el Ministerio de Energía y Minas y los gobiernos regionales, realice la evaluación y estudios de factibilidad técnica correspondientes con cargo a recursos de su presupuesto.
Declara de necesidad e interés público la construcción del gasoducto Camisea - Santa Ana - Cusco, así como del gasoducto hacia las regiones de Puno, Huancavelica, Arequipa, Moquegua y Tacna.			
29496	13/01/2010	Autorizar la creación de empresas municipales, con personería de derecho público o privado, encargadas de la prestación del servicio público de suministro de gas natural por red de ductos en las localidades que puedan ser abastecidas de gas natural, en virtud de lo cual se declara de interés público la creación de estas empresas municipales, siendo competencia del Ministerio de Energía y Minas la calificación de subsidiariedad aplicable a cada caso.	Artículo 2: Financiamiento y operación de las empresas municipales de gas natural.
Ley de creación de empresas municipales encargadas de la prestación del servicio público de suministro de gas natural por red de ductos en el ámbito de las municipalidades distritales y provinciales.			
29706	09/06/2011	Eliminar el cobro del permiso municipal a favor de los usuarios domésticos, a fin de efectuar conexiones domiciliarias y así lograr la facilitación del uso del gas natural. Esta ley no es de aplicación para el tendido de redes de distribución de gas natural.	Artículo 2: Conexiones domiciliarias. Artículo 3: Interferencia de vías. Artículo 4: Adecuación de los textos únicos de procedimientos administrativos.
Ley de facilitación de conexiones domiciliarias del servicio público de distribución de gas natural.			

Fuente: Osinergmin Gart, 2012, p. 24

En diciembre del 2014 ProInversión, lanza al concurso público internacional para otorgar en concesión del proyecto: “Masificación del uso de Gas natural – Distribución de Gas Natural por Red de Ductos en las Regiones de Apurímac, Ayacucho, Huancavelica, Junín, Cusco, Puno y Ucayali”, esto no teniendo ningún

efecto de la buena Pro, es entonces que para el año siguiente en el mes de septiembre del 2015 nuevamente se actualiza las bases del concurso, también sin tener ningún efecto de la buena Pro, por cuestiones de forma de las bases de contrato nuevamente se reformula y se lanza para julio del 2018, donde cuyas bases de concurso indicaban que el estado apoyaría con la mitad del presupuestos del proyecto que ascendía a \$/ 200.00 millones de dólares, en total el proyecto costaría un total de \$/ 400.00 millones de dólares, esto también no siendo factible para que las empresas que había postulado, ya habían llegado hasta el final de la buena Pro, también no teniendo éxito para la concesión, es así que quedó desierto el concurso público, de ahí nuevamente en el año 2019 del mes de enero se vuelve a actualizar y se lanza con un nuevo título “*bases consolidadas*” dicho concurso público en el mes de agosto del 2020, donde no tuvo éxito el mencionado concurso público hasta la fecha actual de septiembre del 2022.

La Resolución Ministerial N° 154-2022 – MINEM/DM, incluye la masificación del Gas Natural con infraestructura interna en Lima, en el Norte y Sur del Perú e infraestructura externa de transportes y distribución de Gas Natural para las 7 Regiones como Primera etapa incluye a Ayacucho, cusco y Ucayali, para finalizar las nuevas redes de Distribución en Piura y el programa de promoción del conversión a Gas natural Vehicular a nivel nacional, por ultimo Puno – Desaguadero contemplado como proyecto especial, donde esta resolución incluye para la segunda etapa a Huancavelica.

2.2.2 Proyectos de masificación del Gas Natural Virtual

I. Proyecto de Masificación del uso de Gas Natural a nivel Nacional Concesión Suroeste

En el primer semestre del 2013 Proinversión desarrolló el concurso público internacional para otorgar en concesión el proyecto: "Masificación del Uso de Gas Natural a Nivel Nacional", el cual tiene como objetivo extender el uso del gas natural, con el fin de llevar las ventajas económicas y ambientales generadas por su uso a distintas localidades del norte y sur del país. El 25 de julio de 2013 se otorgó la Buena Pro de la Concesión Suroeste a la siguiente empresa: Gas Natural Internacional SDG

S.A. (Gas Natural Fenosa Perú, este cambiando de nombre a Naturgy desde agosto del 2018 hasta el 2020 que en adelante tomo la administración Petroperú.

El proyecto consiste en brindar el servicio de distribución de gas natural por red de ductos en las áreas de concesión, para lo cual se contempla la siguiente infraestructura.

Componentes del proyecto:

- Transporte terrestre de Gas Natural Licuado (GNL) desde el Punto de Suministro. (Estación de carga Perú LNG).
- Estaciones de distrito que incluyen un sistema de recepción, almacenamiento y regasificación del GNL, y las estaciones de regulación, medición y odorización, a ubicarse en las ciudades por abastecer.
- Sistema de Distribución de gas natural por red de ductos para suministrar a los usuarios finales.

Usuarios a conectar:

El Concesionario se comprometió a conectar a 64,000 clientes residenciales en un plazo de siete años.

Tabla 2.

Primer plan de conexiones del contrato de concesión Suroeste

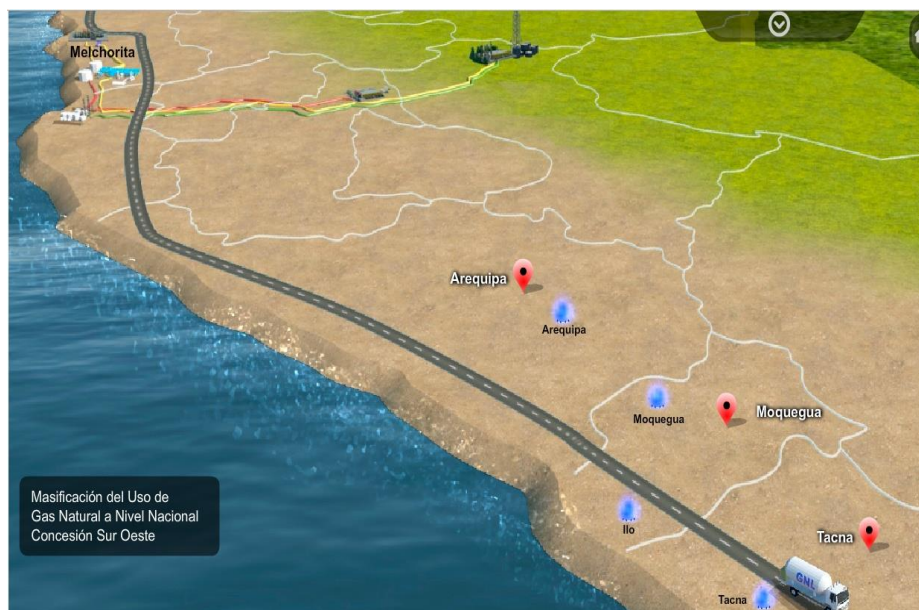
Localidad	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total por localidad
Arequipa	1.404	4.664	12.081	6.473	9.874	3.467	2.199	40.162
Moquegua	114	392	999	623	838	291	186	3.443
Tacna	557	1.856	4.773	2.585	3.905	1.371	870	15.917
Ilo	155	521	1.346	726	1.100	385	245	4.478
Total por año	2.230	7.433	19.199	10.407	15.717	5.514	3.500	64.000

Fuente: Gas Natural Fenosa Perú 2015

El proyecto abastecerá a las siguientes ciudades: Arequipa, Moquegua, Ilo y Tacna. (Osinermin, 2014, párr. 1-4).

Figura 7.

Masificación De Gas Natural Utilizando GNL Concesión Sur Oeste.



Fuente: Osinergmin Gart, 2012

II. Proyecto de Masificación del uso de Gas Natural a nivel Nacional Concesión Norte

En el primer semestre del 2013 Proinversión desarrolló el concurso público internacional para otorgar en concesión el proyecto: "Masificación del Uso de Gas Natural a Nivel Nacional", el cual tiene como objetivo extender el uso del gas natural, con el fin de llevar las ventajas económicas y ambientales generadas por su uso a distintas localidades del norte y sur del país. El 25 de julio del 2013 se otorgó la Buena Pro de la Concesión Norte a la siguiente empresa: Consorcio Promigas-Surtigas **(Gases del pacifico – Perú)**.

El proyecto consiste en brindar el servicio de distribución de gas natural por red de ductos en las áreas de concesión, para lo cual se contempla la siguiente infraestructura:

- Transporte terrestre de Gas Natural Licuado (GNL) o Gas Natural Comprimido (GNC) desde los Puntos de Suministro.
- Estaciones de distrito que incluyen un sistema de recepción, almacenamiento y regasificación del GNL o de descompresión de GNC, y las estaciones de regulación, medición y odorización, a ubicarse en las ciudades por abastecer.

- Sistema de Distribución de gas natural por red de ductos para suministrar a los usuarios finales.

El Concesionario se comprometió a conectar a 150,137 clientes residenciales en un plazo de cinco años, de acuerdo al Primer Plan de Conexiones.

Tabla 3.

Primer plan de conexiones del contrato de concesión norte.

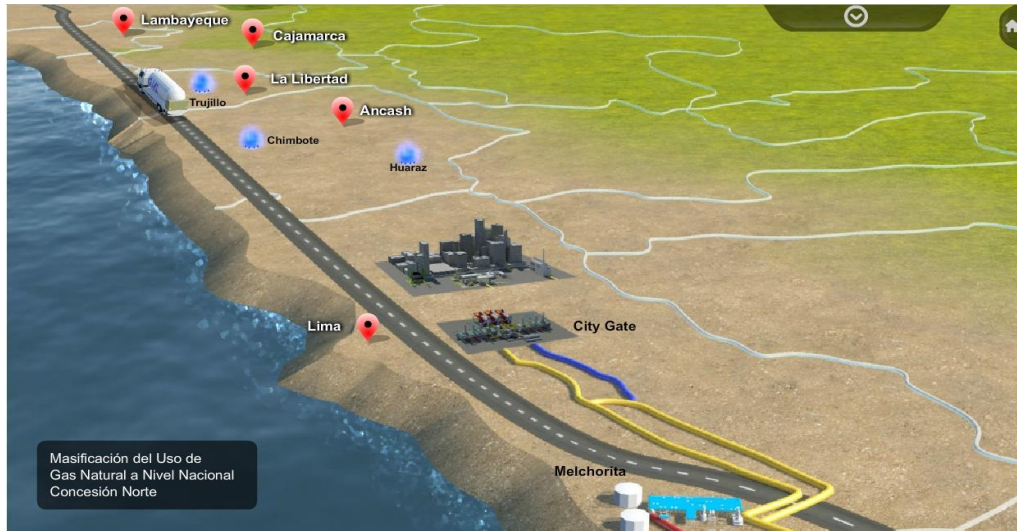
Localidad	2016	2017	2018	2019	2020	Total por localidad
Chimbote	5.044	7.399	6.390	6.110	380	25.323
Chiclayo	7.446	10.923	9.432	9.019	914	37.734
Trujillo	10.332	15.155	13.089	12.514	674	51.764
Huaraz	1.813	2.661	2.297	2.197	400	9.368
Cajamarca	3.420	5.016	4.332	4.142	590	17.500
Lambayeque	1.152	1.690	1.460	1.396	164	5.862
Pacasmayo	497	729	630	602	128	2.586
Total por año	29.704	43.573	37.630	35.980	3.250	150.137

Fuente: Gases del Pacífico S.A.C.

El proyecto abastecerá a las siguientes ciudades: Huaraz, Chimbote, Trujillo, Pacasmayo, Chiclayo, y Lambayeque. (Osinermin, 2014, párr. 1-4).

Figura 8.

Masificación De Gas Natural Utilizando GNL Concesión Norte.



Fuente: Osinergmin Gart, 2012

En la siguiente Figura 11, se observa que los proyectos de masificación de gas natural se están ejecutando actualmente, en el sur desde el 2017, en el norte en el 2017 estos nuevos proyectos de masificación aún no han cubierto al 30% de la necesidad de los consumidores de gas natural, donde se le traspasó a la estatal Petro Perú para su eventual administración.

Figura 9.

Distribución de Gas Natural a las diferentes ciudades costeras del Perú y usuarios de gas natural al 2020.



Fuente: QUAVII, Informe del sector de gas natural, cifras 2020, Pág. 63

Figura 10.

Cifras consolidadas de usuarios a nivel de todo el Perú.

Sector	2016	2017	2018	2019	2020	Sector	TACC 2016-2020	Variación 2019-2020
Residencial y comercial	476.821	627.508	846.869	1.112.821	1.242.952	Generación eléctrica	11 %	2 %
Industrial	596	629	722	787	840	GNV	4 %	1 %
GNV	284	307	327	333	337	Industrial	9 %	7 %
Generación eléctrica	28	34	36	42	43	Residencial y comercial	27 %	12 %
Total general	477.729	628.478	847.954	1.113.983	1.244.172	Total general	27 %	12 %

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, Cálidda, Contugas, Quavii e Infogas.

III. Masificación del Uso de Gas Natural concesión Piura

En la concesión para la región Piura, de acuerdo a lo definido en el contrato de concesión firmado con el Estado peruano el 8 de noviembre de 2019, cuyo plazo es de 32 años, y en el que se fijó la conexión de 64.000 usuarios en los primeros ocho años de servicio. Cabe mencionar que el estado firma con Gasnorp para masificar el gas natural en dicha región, donde esta empresa utilizará la marca comercial de Quavii para dichos propósitos.

Figura 11.

Distribución de Gas Natural a la ciudad de Piura.



Fuente: QUAVII, Informe del sector de gas natural, Informe de inversiones permanentes de Promigas, Pág. 61

IV. Masificación del Uso de Gas Natural Distribución de Gas Natural por Red de Ductos en las Regiones de Apurímac, Ayacucho, Huancavelica, Junín, Cusco, Puno y Ucayali

En aplicación del Objetivo 7 de la Política Energética del Perú 2010-2040: Desarrollo de la Industria del Gas Natural, aprobado mediante D.S. N° 064-2010-EM, el 02 de octubre de 2014, mediante R.S. 053-2014-EF, se incorporó al Proceso de Promoción de la Inversión Privada, a cargo de PROINVERSION, el proyecto “Masificación del Uso de Gas Natural – Distribución de Gas Natural por Red De Ductos en las Regiones de Apurímac, Ayacucho, Huancavelica, Junín, Cusco, Puno y Ucayali” (Masificación Centro Sur).

[...] El Proyecto consiste en que el inversionista prestará, en el marco del contrato de concesión que se suscriba, el Servicio de Distribución de Gas Natural para los diversos usuarios, para lo cual deberá implementar la infraestructura indispensable para prestar dicho servicio en cada una de las ciudades comprendidas en el Proyecto

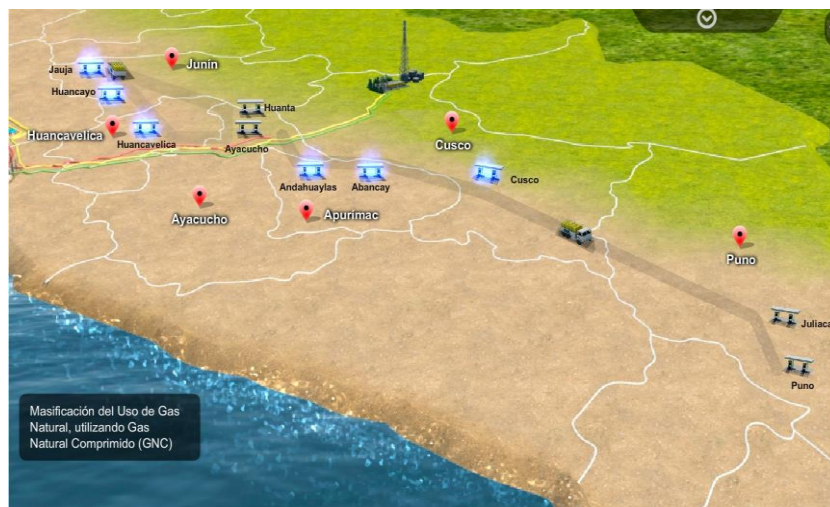
La infraestructura mínima que deberá implementar, como parte de la concesión, en cada ciudad será:

- Estación de Recepción y Regulación Principal
- Red de Acero de alta presión
- Estaciones de Regulación Distritales
- Red de Polietileno de media presión

El inversionista podrá contar con suministro de Gas Natural mediante tecnologías como el Gas Natural Comprimido (GNC), Gas Natural Licuefactado (GNL) y/o directamente mediante infraestructura de ductos conectados a un determinado sistema de transporte o de producción. (Proinversion, 2014, párr. 1-5).

Figura 12.

Masificación de Gas Natural Utilizando GNC.



Fuente: Osinergmin Gart, 2012

2.3 Definición de términos

2.3.1 Peso molecular

El peso molecular es el peso de una molécula, el cual se calcula sumando los pesos atómicos de los átomos que la forman (Banzer, 1996). El término correcto es masa molecular. La masa molecular se mide en unidades de masa atómica (uma).

La masa molecular relativa es un número que indica cuántas veces mayores sea la masa de una molécula de una sustancia con respecto a la unidad de masa

atómica. [...] Se determina sumando las masas atómicas relativas de los elementos cuyos átomos constituyen una molécula de dicha sustancia. (Química Fácil, 2010, párr. 5-6)

El peso molecular de un gas natural se calcula con la siguiente ecuación:

$$M_w = \sum_{i=1}^n y_i * M_{wi}, \text{ lb/lbmol} \quad \text{Ecuación 2. 1}$$

Dónde:

- M_w** = Peso molecular de una mezcla de gases
- M_{wi}** = Peso molecular del compuesto i con la mezcla
- Y_i** = Fracción molar del componente i en la mezcla
- n** = Numero de componentes de la mezcla
- lbmol** = Libra mol

2.3.2 Gravedad específica

La gravedad específica del gas se define como la razón de la densidad del gas a la densidad del aire, ambas medidas a las mismas condiciones de presión y temperatura. Como la gravedad del gas se mide generalmente a condiciones normales (14,7 psia y 60 °F), tanto el gas como el aire se comportan como gases ideales y se puede calcular de la siguiente manera (Banzer, 1996, p. 2):

$$\gamma_{gas} = \frac{M_{w_{gas}}}{M_{w_{aire}}} \quad \text{Ecuación 2. 2}$$

2.3.3 Factor de compresibilidad

El factor de compresibilidad está afectado por la presión, temperatura y composición del gas, y varía por lo general entre 0.6 y 1.2; 1.00 representa el comportamiento ideal (Banzer, 1996).

El valor de Z para diferentes gases ha sido determinado en base al Teorema de los Estados Correspondientes, el cual establece que a las mismas condiciones de presión y temperatura pseudorreducidas todos los gases tienen el mismo factor de compresibilidad Z.

Según el método de Kay, la presión y temperatura pseudocríticas están dadas por lo siguiente:

$$P_{scM} = \sum_{i=1}^n y_i * P_{ci}, psia \quad \text{Ecuación 2. 3}$$

$$T_{scM} = \sum_{i=1}^n y_i * T_{ci}, ^\circ F \quad \text{Ecuación 2. 4}$$

Donde:

PscM = Presión pseudocrítica de la Mezcla

TscM = Temperatura pseudocrítica de la Mezcla

Pci = Presión crítica del componente i

Tci = Temperatura crítica del componente i

Yi = Componente i en la mezcla, fracción molar

n = Numero de componentes en la mezcla

Ecuación 2. 5

$$P_{sr} = \frac{P}{P_{scM}}$$

$$T_{sr} = \frac{T}{T_{scM}}$$

Ecuación 2. 6

Donde:

Psr = Presión pseudorreducida en Psia

Tsr = Temperatura pseudorreducida en °F

PscM = Presión pseudocrítica en Psia

TscM = Temperatura pseudocrítica en °F

- **Correlación de Beggs and Brill**

$$z = A + \frac{1 - A}{\exp(B)} + C p_{sr}^D$$

Ecuación 2. 7

$$A = 1,39 * (T_{sr} - 0,92)^{0,5} - 0,36 * T_{sr} - 0,10$$

Ecuación 2. 8

$$B = (0,62 - 0,23 * T_{sr}) * P_{sr} + \left[\frac{0,066}{T_{sr} - 0,86} - 0,037 \right] * P_{sr}^2 + \frac{0,032}{10^{9(T_{sr}-1)}} * P_{sr}^6$$

Ecuación 2. 9

$$C = 0,0132 - 0,32 * \log(T_{sr})$$

Ecuación 2. 10

$$D = \text{antilog}(0,3106 - 0,49 * T_{sr} + 0,1824 * T_{sr}^2)$$

Ecuación 2. 11

Donde:

P_{scM} = Presión pseudocrítica en Psia

T_{scM} = Temperatura pseudocrítica en °F

P_{sr} = Presión pseudorreducida en Psia

T_{sr} = Temperatura pseudorreducida en °F

Z = Factor de compresibilidad adimensional

2.3.4 Densidad

Es una magnitud referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen, y puede utilizarse en términos absolutos o relativos. La densidad o densidad absoluta expresa la masa por unidad de volumen” (Banzer, 1996, p. 3)

2.3.4.1 Densidad del gas

La densidad del gas natural se calcula con la ecuación $PV=ZnRT$, pero con su derivación para unidades de campo (Banzer, 1996):

$$\rho_g = 2,70 * \frac{P * \gamma_g}{Z * T}, lb/ft^3 \quad \text{Ecuación 2. 12}$$

2.3.5 Viscosidad

Con la correlación de Lee, González y Eakin como se citó en Banzer (1996) que abarcó un rango de temperatura entre 100°F y 340°F y presiones entre 100 psia y 8,000 psia se puede calcular la viscosidad de un gas natural de la siguiente manera:

$$\mu_g = \frac{K * \exp(X * \rho_g^Y)}{10^4}, cp \quad \text{Ecuación 2. 13}$$

$$K = \frac{(9,4 + 0,02 * M) * T^{1,5}}{209 + 19 * M + T} \quad \text{Ecuación 2. 14}$$

$$X = 3,5 + \frac{986}{T} + 0,01 * M \quad \text{Ecuación 2. 15}$$

$$Y = 2,4 - 0,02 * X \quad \text{Ecuación 2. 16}$$

$$\rho_g = 1,4935 \times 10^{-3} * \frac{P * M_w}{Z * T}, lb/ft^3 \quad \text{Ecuación 2. 17}$$

Donde:

μ_g = Viscosidad del gas

ρ_g = Densidad del gas

M = Peso Molecular del Gas

z = Factor de compresibilidad del gas

p = Presión

T = Temperatura °R

2.3.6 Poder calorífico

El valor del poder calorífico de una mezcla de gas natural puede ser calculado cuando un análisis composicional de la mezcla está disponible. El PCI (poder calorífico inferior) es el calor de la combustión que no aprovecha la energía de

condensación del agua. El PCS (poder calorífico superior) aprovecha esta energía y, por tanto, con la misma cantidad de combustible, se genera más calor.

Para aprovechar el PCS son necesarias tener calderas específicamente diseñadas para ello, son lo que se denomina, calderas de condensación. Una caldera que no sea de condensación, se debe calcular con el PCI.

Entrando más en detalle, el calor de cambio de estado es la energía requerida por una sustancia para cambiar de fase, de sólido a líquido (calor de fusión) o de líquido a gaseoso (calor de vaporización). Al cambiar de gaseoso a líquido y de líquido a sólido se libera la misma cantidad de energía.

La mayoría de los combustibles usuales son compuestos de carbono e hidrógeno, que al arder se combinan con el oxígeno formando dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O) respectivamente.

El agua tiene un calor de vaporización alto ya que, para romper los puentes de hidrógeno que enlazan las moléculas, es necesario suministrar mucha energía; también tiene un calor de fusión alto. Esta propiedad es aprovechada tanto para enfriar como para calentar. El principio de funcionamiento del botijo es este, el agua que se evapora a través de los poros del botijo absorbe el calor del resto del agua almacenada provocando que esta se enfríe. A la inversa, al pasar de gas a líquido y condensar el agua, esta pierde energía que cede al medio, calentándolo. Este es el principio de las calderas de condensación.

El poder calorífico inferior, PCI, es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa de combustible sin contar la parte correspondiente al calor latente del vapor de agua de la combustión, ya que no se produce cambio de fase, sino que se expulsa en forma de vapor.

El poder calorífico superior, PCS, es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa del combustible cuando el vapor de agua originado en la combustión está condensado. Así pues, se contabiliza el calor desprendido en este cambio de fase. También es llamado poder calórico neto.

El poder calorífico está definido como la energía total transferida en calor en una combustión ideal de una reacción a temperatura y presión estándar en la cual toda el agua formada parece líquida (Banzer, 1996).

$$H_v = \sum y_i * H_{vi}, Btu/ft^3 \quad \text{Ecuación 2. 18}$$

2.3.7 Licuefacción del Gas Natural

Una vez el gas natural ha sido tratado, se procede a su licuefacción para poder transportarlo por vía marítima, aprovechando que, al licuarse, el gas ocupa un volumen aproximadamente seiscientos veces menor. El proceso de licuefacción supone cuantiosas inversiones y consume una gran cantidad de energía, por lo que, en general, sólo se elige este método cuando la distancia al punto de consumo es excesivamente grande para su transporte “económico” por un gasoducto terrestre, o bien cuando las características del terreno, el gasoducto y factores externos impiden un adecuado suministro del recurso.

En la actualidad, en el mercado hay diversos tipos de procesos para la producción de GNL, pero todos ellos están basados en un concepto común, el enfriamiento del gas natural hasta una temperatura de aproximadamente -161°C , al cual el gas natural es líquido a presión atmosférica. El método utilizado para conseguir el enfriamiento del gas difiere según los distintos procesos (mediante refrigerante mixto, refrigerante mixto con pre-enfriamiento con propano y proceso en cascada, fundamentalmente).

I. Pre-tratamiento

Todos los procesos que se utilizan para la licuefacción del gas natural requieren, como es de esperarse, un sistema para la purificación previa de la materia prima, el cual consiste en la remoción de contaminantes tales como nitrógeno, dióxido de carbono (CO_2), mercurio y agua.

Estos procesos incluyen unidades de remoción de nitrógeno y de deshidratación. Esta limpieza de la materia prima garantiza no solo mayor eficiencia sino un menor daño en los equipos y, consecuentemente, menores costos por mantenimiento. (Sierra *et al.*, 2011, pp. 172-175)

Las especificaciones del Gas Natural en una planta de producción de GNL se dan en la Tabla 4.

Tabla 4.

Especificaciones típicas del gas alimentando a una planta de GNL.

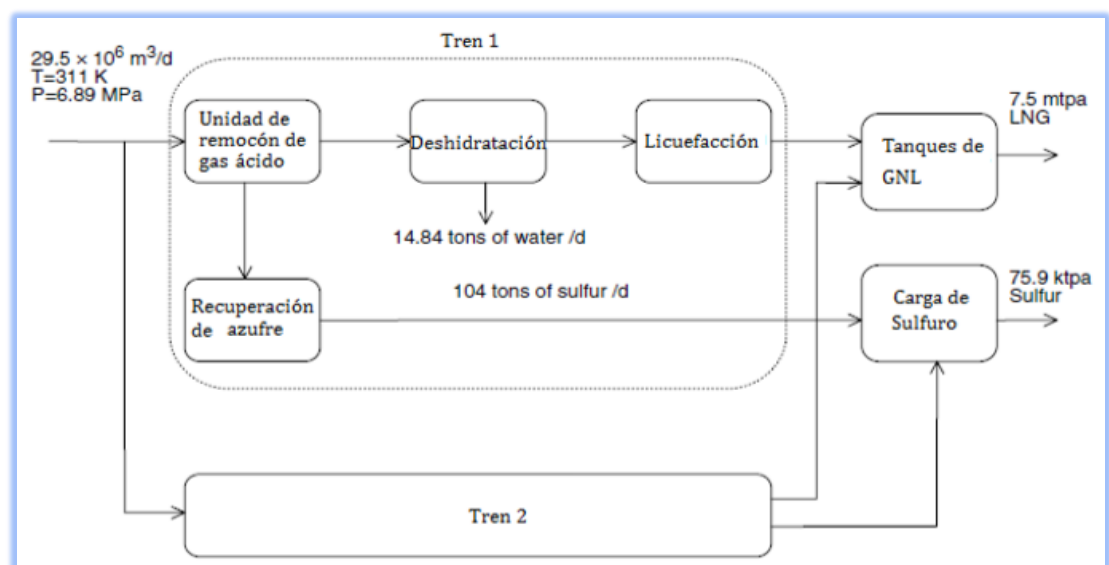
COMPONENTE	% MOLAR
C ₁	87.31
C ₂	4.90
C ₃	2.03
i-C ₄	0.36
n-C ₄	0.51
CO ₂	1.10
N ₂	3.79
T(K)	323.15
P (MPa)	9.0

Fuente: Sierra et al., 2011, p. 175

La Figura 14, muestra una planta de GNL que consiste de dos trenes con producción de 208 toneladas de sulfuro por día y 29.7 toneladas de agua por día (Sierra et al., 2011, p. 175).

Figura 13.

Diagrama de flujo de una planta de GNL con dos trenes



Fuente: Sierra et al., 2011, p. 176

II. Unidad de remoción de gas ácido

Se emplean unidades para endulzar el gas natural, y remover CO₂ y H₂S, los cuales se conocen como gases ácidos, porque en presencia de agua forman ácidos. Al absolvedor entra gas natural con los contaminantes, conocido como gas agrio; se emplea dietanol amina (DEA) como líquido absorbente, el cual luego es despojado de dichos gases en el regenerador, para que de esta forma pueda utilizarse nuevamente mediante recirculación a la torre de endulzamiento. (Sierra et al., 2011, p. 178).

III. Unidad de deshidratación

[...] El gas endulzado de la unidad de remoción de ácido es saturado con agua. Para prevenir la formación de hidratos durante licuefacción, el gas se debe secar empleando una unidad de adsorción con tamiz molecular. La unidad de deshidratación requiere dos o tres torres para absorber el agua, ya que mientras una absorbe agua, la segunda realiza el proceso de regeneración y la tercera es enfriada. (Sierra et al., 2011, p. 178).

IV. Descripción y consideraciones del proceso

[...] Para cumplir con los retos de adaptabilidad se debe hacer un sacrificio en cuanto a la cantidad producida y, por supuesto, la eficiencia en la utilización de la energía en beneficio de los costos. Es decir, las plantas de licuefacción de gran escala requieren una inversión de gran magnitud que los productores justifican en la reducción del costo de producción por unidad de volumen de gas; sin embargo, en ciertas regiones no resulta aceptable proporcionar dichas cantidades de dinero, particularmente si la cantidad de gas que existe en la fuente no es demasiado grande, reordenando las prioridades y colocando los costos capitales por encima del uso energético eficiente. (Sierra *et al.*, 2011, p. 178).

Un diagrama esquemático de las unidades de licuefacción se muestra en la Figura 2-8. El propano comprimido a 1.3 MPa en el primer ciclo, es condensado con agua de enfriamiento. La vaporización del propano a -35°C enfría el gas natural y

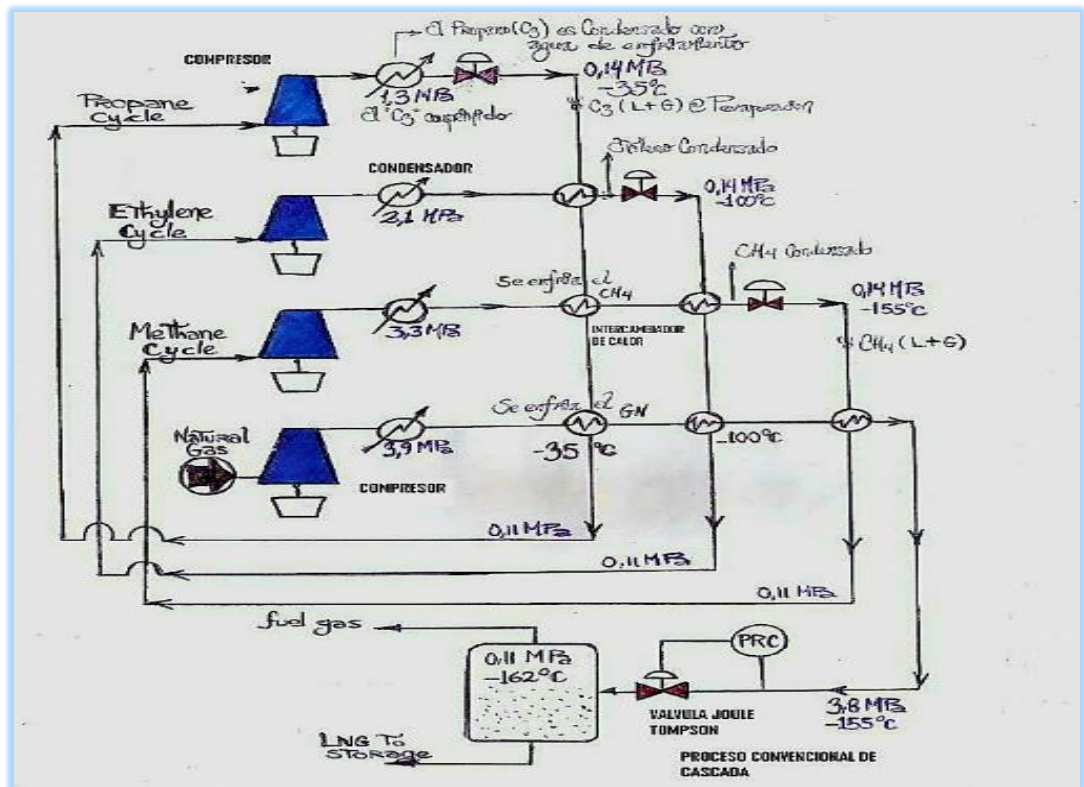
también condensa el etileno, comprimido a 2.1 MPa. La vaporización del etileno a -100°C ayuda a licuar el gas natural bajo presión y a condensar el metano comprimido hasta 3.9 MPa. en el tercer ciclo. Desde que el gas natural es subenfriado a -155°C, la expansión de la fase líquida a presión atmosférica resulta en vaporización parcial (flash), la cual ayuda a alcanzar la temperatura de equilibrio líquido-vapor a presión atmosférica.

En este Ciclo de Refrigeración de Cascada, el ciclo consiste de 3 sub-ciclos con diferentes refrigerantes. En el primer ciclo, el propano deja el compresor a alta temperatura y presión, ingresa al Condensador donde el agua o aire de enfriamiento es usado como refrigerante. El propano condensado entra a la Válvula de expansión donde su presión es disminuida hasta la presión de evaporación. Como el propano evapora, el calor de evaporación viene de la condensación del etileno, enfriamiento del metano y del Gas Natural. El propano deja el evaporador e ingresa al Compresor, completando así el ciclo.

El Etileno condensado se expande y evapora conforme condensa el metano y el gas natural más adelante es enfriado y licuado. Como el metano entra al compresor para completar el ciclo, la presión del gas natural licuado es reducida en una válvula de expansión multietapas con usualmente tres etapas, y consecuentemente tres niveles de temperatura de evaporación para cada refrigerante. Los flujos de masa en cada etapa son usualmente diferentes. El Gas Natural desde los ductos va a través de un proceso durante el cual los gases ácidos son removidos y su presión aumentada a un valor promedio de 40 bar antes de entrar al ciclo.

Figura 14.

Diagrama esquemático de las unidades de licuefacción, ciclo de cascada convencional.



Fuente: <http://www.ingenieriadepetroleo.com/proceso-licuacion-gas-natural>

2.3.8 Gas Natural Virtual

I. Suministro Mediante GNL

Esta alternativa se basa en la producción de GNL en la Planta de Licuefacción de Melchorita, para su posterior transporte en cisternas criogénicas hasta una ESR, “donde se regasificará el GNL y empleará el mismo para el consumo de los diferentes segmentos de usuarios existentes” (YPFB, 2015, p. 36).

El Sistema de Gas Virtual mediante GNL puede ser descrito en tres etapas importantes que intrínsecamente van ligados entre sí:

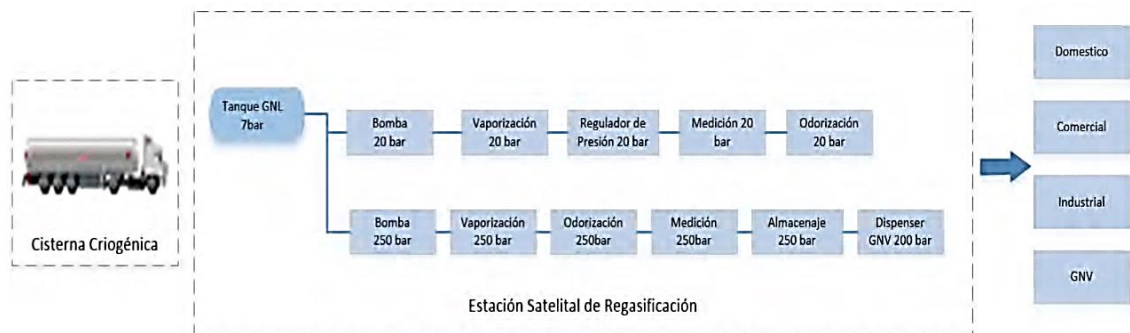
- **Licuefacción:** consiste en llevar el gas natural del estado gaseoso al estado líquido, con la finalidad de reducir su volumen para luego ser almacenado

y transportado, este proceso se da lugar en la planta de licuefacción de Melchorita.

- **Transporte:** el GNL es almacenado en cisternas criogénicas especialmente diseñadas con este fin, estas cisternas criogénicas, utilizan tracto camiones para su posterior traslado desde la planta de producción de GNL hasta las distintas poblaciones donde se tienen instaladas ESR, para este efecto el traslado se puede realizar mediante la vía terrestre, férrea o fluvial según sea el caso.
- **Regasificación:** este proceso de regasificación se da lugar en la ESR, en el cual se lleva el gas natural del estado líquido al estado gaseoso para luego ser distribuido mediante redes de gas a consumidores directos e indirectos. (YPFB, 2015, p. 36)

Figura 15.

Esquema sobre la producción, transporte, almacenaje y regasificación de GNL.



Fuente: YPFB, 2015, p. 37

II. Suministro Mediante GNC

Esta alternativa se basa en la producción GNC en una Planta de Compresión o bien en una ESR, el cual es transportado en contenedores portátiles de GNC12 clasificadas según la tecnología y su capacidad de almacenaje, estos contenedores son transportados por Camiones o Tracto Camiones hasta Estaciones Satelitales de Descarga (ESD), donde se descomprimirá el GNC y empleará el mismo para el consumo de los diferentes segmentos de usuarios existentes.

La cadena de distribución de GNC se compone en cuatro procesos importantes:

- **Compresión:** consiste en reducir el volumen del gas natural aproximadamente 250 veces o menos en una planta de compresión o bien en una ESR, posteriormente el GNC es almacenado en contenedores portátiles de GNC a una presión de hasta 250 bar según la tecnología utilizada.
- **Transporte:** se realiza en contenedores portátiles de GNC especialmente diseñados para contener GNC a altas presiones, los mismos son dispuestos en diferentes tecnologías (Racks de Cilindros, Módulos, Skids, entre otros), estos contenedores portátiles son desplazados en camiones o tracto camiones hasta las poblaciones donde se tiene instalada una ESD.
- **Descarga:** consiste en la descarga de GNC desde los contenedores portátiles que son transportados por las unidades de transporte hasta los contenedores portátiles de GNC que son instalados en la ESD para su posterior almacenamiento y distribución.
- **Descompresión:** este proceso se da lugar en la ESD que consiste en llevar el GN a condiciones adecuadas de distribución, para ello se reduce la presión a condiciones requeridas para su introducción a las redes de distribución. (YPFB, 2015, pp. 37-38).

Figura 16.

Típico Modulo de Transporte y Almacenaje de GNC.



Fuente: YPFB, 2015, p. 39

2.3.9 Indicadores de evaluación de proyecto

2.3.9.1 Valor Actual Neto (VAN)

Vivallo, s.f, 2016, en su libro Indicadores de Rentabilidad nos dice que: el Valor Presente Neto, se define como la sumatoria de los flujos netos de caja anuales actualizados menos la Inversión inicial. Con este indicador de evaluación se conoce el valor del dinero actual (hoy) que va a recibir el proyecto en el futuro, a una tasa de interés y un periodo determinado; a fin de comparar este valor con la Inversión inicial.

Además, el valor actual neto de una inversión corresponde al flujo neto de caja actualizado con una determinada tasa de descuento, la misma que tendrá un valor que puede ser calculada en función al aporte propio y al monto financiado. Previo al cálculo del VAN, es necesario precisar que el flujo neto de caja puede ser constante anualmente o diferente; como también la tasa de actualización ser la misma cada año o por el contrario distinta.

El Valor Actual Neto es uno de los métodos básicos que toma en cuenta la importancia de los flujos de efectivo en función del tiempo. Consiste en encontrar la diferencia entre el valor actualizado de beneficios futuros, menos el valor actualizado de los costos futuros. La tasa que se utiliza para descontar los flujos es el rendimiento mínimo aceptable de la empresa, por debajo de la cual los proyectos de inversión no deben realizarse.

Si el Valor Actual Neto de un proyecto es positivo la inversión deberá realizarse, y si es negativo deberá rechazarse; las inversiones con VAN positivo tienen una rentabilidad mayor que la rentabilidad mínima aceptable.

A continuación, se resumen los criterios a utilizar para la toma de decisiones:

$VAN > 0$	ACEPTAR
$VAN = 0$	INDIFERENTE
$VAN < 0$	RECHAZAR

Fórmula:

$$VAN = -I + \frac{R_1}{(1+I)^1} + \frac{R_2}{(1+I)^2} + \dots + \frac{R_n}{(1+I)^n}$$

I = Inversión inicial

R = Flujos de efectivo por período

(1+i) = Factor de descuento de los flujos de efectivos

n = Años

Ecuación reducida:

$$VAN = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+t)^i} \quad \text{Ecuación 2. 19}$$

Donde:

VAN = Valor Actual Neto

Fi = Son los flujos de dinero en cada periodo i

lo = Es la inversión realizada en el momento inicial

n = Es el número de periodos de tiempo

t = Es el tipo de descuento o tipo de interés exigido a la inversión

2.3.9.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

Conocida también como Tasa de Rentabilidad Financiera (TRF), representa aquella tasa porcentual que reduce a cero el valor actual neto del Proyecto. La TIR muestra al inversionista la tasa de interés máxima a la que debe contraer préstamos sin que incurra en futuros fracasos financieros. Para lograr esto se busca aquella tasa que aplicada al flujo neto de caja hace que el VAN sea igual a cero. A diferencia del VAN, donde la tasa de actualización se fija de acuerdo a las alternativas de inversión externas, aquí no se conoce la tasa que se aplicará para encontrar el TIR; por definición la tasa buscada será aquella que reduce que reduce el VAN de un proyecto a cero. En virtud a que la TIR proviene del VAN, primero se debe calcular el valor actual neto (Vivallo, s.f.).

La Tasa Interna de Retorno de un proyecto de inversión es la tasa de descuento que hace que el valor actual de los flujos de beneficio (positivos) sea igual al valor actual de los flujos de inversión (negativos). Una única tasa de rendimiento anual en donde la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual. La consideración de la aceptación de un proyecto cuya Tasa Interna de Retorno es igual a la tasa de costo de capital se basa en los mismos aspectos que la tasa de aceptación de un proyecto, cuyo Valor Actual Neto es cero. Es decir, la tasa de costo de capital es el rendimiento del inversionista que asegura cubrir sus desembolsos en efectivo y su costo de oportunidad (Tasa mínima).

La Tasa Interna de Retorno es la tasa de interés que paga el proyecto por invertir en él, siempre que las ganancias se reinviertan a esa misma tasa, previo a su estimación debe especificarse una tasa interna mínima aceptable, que se utiliza como un criterio básico para la selección o el rechazo de un proyecto. Puede ser el costo de oportunidad del capital. El criterio formal de la selección para medida de la tasa de rentabilidad interna del valor de un proyecto consiste en aceptar todos los proyectos de una Tasa Interna de Retorno superior al costo de oportunidad del capital.

A continuación, se resumen los criterios a utilizar para la toma de decisiones

TIR > Tm (TREMA)	ACEPTAR
TIR = Tm	INDIFERENTE
TIR < Tm	RECHAZAR

TREMA: Tasa de Rendimiento Mínima Aceptable

Tm: Tasa mínima

$$TIR = \sum_{i=0}^n \frac{F_i}{(1+t)^i} = 0$$

Ecuación 2. 20

Donde:

TIR = Tasa Interna de Retorno

Fi = Son los flujos de dinero en cada periodo i

n = Es el número de periodos de tiempo

- t = Es el tipo de descuento o tipo de interés exigido a la inversión
- i = Año de operación

2.4 Formulación de la hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

Existirá una alta demanda de consumo de gas natural que supere los 5,000 m³ en el primer año, para la mejora del aspecto socioeconómico-sostenible de la ciudad de Huancavelica

2.4.2 Hipótesis Específica

- La máxima demanda de consumo de gas natural para un horizonte de 20 años debe ser igual a 67,115 m³, para la mejora del aspecto socioeconómico-sostenible de la ciudad de Huancavelica
- El diseño adecuado de una Planta Satélite de Regasificación debe ser de tipo “D” con un volumen menor o igual a 150 m³ de capacidad.
- El diseño de la tubería de transporte de gas natural debe ser menor o igual a 200 mm de diámetro para un horizonte de 20 años.
- Los impactos negativos ambientales con la instalación de la planta satélite de regasificación, sistema de transporte y distribución por gasoductos debe ser menor a la escala “Importancia” de los impactos positivos para la ejecución del proyecto.
- El proyecto es rentable para un VAN con \$ 3,119,209.19, cuando la tasa de interés de retorno TIR es de 12%.

2.5 Identificación de variables

2.5.1 Variable Independiente:

Demanda de consumo de gas natural por la localidad de Huancavelica:

- Consumo residencial.
- Consumo Comercial.
- Consumo Gas Natural Vehicular.

2.5.2 Variable Dependiente:

Mejora de aspectos sociales y económicos

- Economía
- Medio ambiental
- Inclusión social
- Seguridad

2.6 Operacionalización de variables

Estudio de la demanda de consumo de gas natural para la mejora del aspecto socioeconómico-sostenible de la ciudad de Huancavelica

Tabla 5.

Operacionalización de variables.

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Técnica
Mejora de aspectos sociales y económicos con la demanda de consumo de gas natural	Demanda de consumo de gas natural	<ul style="list-style-type: none"> • Número de viviendas • Número de comercios • Número de vehículos • Consumo Residencial • Consumo Comercial • Consumo de Gas natural vehicular (GNV) • Tanque de almacenamiento criogénico • Vaporizador de descarga 	Cuestionario	Encuesta
	Diseño adecuado de una planta satélite	<ul style="list-style-type: none"> • Vaporizador atmosférico PPR • Vaporizador atmosférico y/o regasificador atmosférico • Odorizador de gas natural • Estación de regulación y medida ERM 	Resultados de las encuestas	Análisis de contenido
	Diseño de redes de Gasoductos	<ul style="list-style-type: none"> • Optimo 200 mm 	Resultados de las encuestas	Análisis de contenido
	Impactos positivos y/o negativos	<ul style="list-style-type: none"> • Economía • Medio ambiental • Inclusión social Seguridad 	Fichas de escalas categóricas	Escalas
	Evaluación económica a través de los Indicadores económicos valor actual neto VAN y tasa de interés de retorno TIR	<ul style="list-style-type: none"> • VAN : 0 a 1 • TIR: 	Resultado de indicadores económicos	Análisis de contenido

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de Investigación

Aplicada se refiere al estudio y la investigación científica que busca resolver problemas prácticos. Su objetivo por tanto es encontrar conocimientos que se puedan aplicar para resolver problemas. (Sampieri, 2010).

La información aplicada es utilizada para encontrar soluciones a problemas del día a día, curar enfermedades, y desarrollar tecnologías innovadoras, en vez de concentrarse en adquirir conocimiento por el hecho de saber ese conocimiento. (Sampieri, 2010).

3.2 Nivel de investigación

De acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, reúne para su nivel las características de un estudio descriptivo, que comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre cómo una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente (Tamayo, 2003).

Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se

relacionan éstas, es decir, La manipulación de variables en la investigación descriptiva no hay manipulación de variables, estas se observan y se describen tal como se presentan en su ambiente natural. Su metodología es fundamentalmente descriptiva, aunque puede valerse de algunos elementos cuantitativos y cualitativos, (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014).

3.3 Método de investigación

El método de investigación que se realizó es deductivo, este método busca organizar la observación intentando sacar conclusiones de naturaleza universal desde la toma de datos particulares, los pasos que sigue este método para la investigación son: observación y registro de los hechos, análisis y clasificación de los mismos, derivación de un resultado probable a partir de los hechos.

El método deductivo es aquella que va de lo general a lo específico, es decir, que parte de un enunciado general del que se van desentrañando partes o elementos específicos.

3.4 Diseño de investigación

La siguiente investigación es de diseño No experimental, de tipo transversal (Pinto, 2011, pag. 775) porque se encarga de observar los fenómenos tal y como se generaron en su ambiente natural para ser analizados, en caso existiera alguna modificación, este servirá como antecedente para otras investigaciones futuras.

Los diseños transeccionales realizan observaciones en un momento o tiempo único. Cuando recolectan datos sobre una nueva área sin ideas prefijadas; cuando recolectan datos sobre cada una de las categorías, conceptos, variables, contextos, comunidades o fenómenos, e informan lo que arrojan esos datos son descriptivos (Hernández et al., 2014).

Esquema:

M ----- O

Leyenda:

M: muestra de 634 viviendas en la ciudad de Huancavelica

O: observación de las variables de consumo de combustibles energéticos

3.5 Población, muestra y muestreo

3.5.1 Población

En el departamento de Huancavelica, según los resultados del censo 2017, existen 175 mil 192 viviendas particulares. De este total, el mayor porcentaje se registra en las casas independientes con 93,9% (164 mil 410) y con menor porcentaje, las viviendas en casa de vecindad y choza o cabaña, ambos con 2,4%; mientras que las viviendas en departamento en edificio (0,3%), vivienda en quinta (0,9%) y vivienda improvisada (0,1%) son las que registran menor porcentaje.

Como base del universo de investigación se ha tomado en cuenta la ciudad de Huancavelica, en este caso se trabajó con la población urbana 30.5% que consta el distrito de Huancavelica y el distrito de Ascensión, como se mencionó en sub-capítulo *3.3 Método de Investigación* que es deductivo, se replicó la metodología de *Kuntur (estudio de mercado del gas natural para la construcción del Gasoduto Surperuano)*, como bases de su investigación se tomó los índices de tasa de crecimiento poblacional, densidad poblacional, economía departamental, para realizar las proyecciones de la demanda del gas natural por categorías de estudio, sector residencial, comercial, GNV.

Entre para el 2017, la cantidad de viviendas urbanas y rurales en el distrito de Huancavelica es de 13,933 y 1,864, en el distrito de Ascensión es de 4,019 y 516 viviendas, las viviendas particulares, según área urbana y rural y tipo de vivienda, 2007 y 2017 tiene un crecimiento porcentual por cada año de 5.1% para la zona Urbana y 0.2% para la zona Rural, (INEI, Censo 2017)

Para definir los criterios de segmentación de mercado se utiliza la metodología de Kuntur que fue realizado para el proyecto del Gasoducto de Sur Peruano (GSP).

Bajo estas consideraciones se identifican las siguientes categorías de consumo:

- Categoría Residencial
- Categoría Comercial
- Categoría Gas Natural Vehicular (GNV)

Como plataforma fundamental de estas tres categorías de segmentación se realizó una proyección de demanda de gas natural para 20 años.

Teniendo en cuenta la cantidad de viviendas para los años 2007 y 2017, con 5.1% de crecimiento anual, se hace el modelamiento para tener para cada año.

Huancavelica - ciudad considerando el distrito de ascensión como casco urbano, al 2007 tiene un total de 11,371 viviendas y para el censo del 2017 un total de 17,952 viviendas.

Tabla 6.

Número de viviendas existentes en la ciudad urbana de Huancavelica.

Año	Viviendas
2007	11,371
2008	11,902
2009	12,458
2010	13,040
2011	13,650
2012	14,287
2013	14,955
2014	15,654
2015	16,385
2016	17,151
2017	17,952

Fuente: INEI, Censo 2017

Conociendo el número total de viviendas para el 2017 que es 17,952 en total desde ahí se modeló para saber la muestra de la población de viviendas desde el año 2019 al 2039.

3.5.2 Muestra

Para la muestra se llevó a cabo encuestas a las zonas:

- Santana y Centro de Huancavelica
- San Cristóbal
- Yananaco
- Distrito de Ascensión

Con ello se consideró tres parámetros para realizar la demanda potencial de consumo de gas natural por el rubro residencial, el número de habitantes promedio por

vivienda, número de cilindros de GLP que consumen por vivienda y el precio promedio de cada cilindro de GLP, para el rubro comercial y gas natural vehicular (GNV) se utilizó la metodología de *Kuntur*.

Para hallar el índice de crecimiento de viviendas después del 2017, se tomó como referencia la cantidad de viviendas del año 2017 donde se utilizó el modelo que está asociado a Robert Malthus, (1766- 1834), quien fue el primero en llamar la atención sobre el hecho de que las poblaciones no sujetas a limitaciones podían mostrar un crecimiento geométrico. El modelo geométrico de Malthus considera que las variaciones en abundancia se producen en forma discreta, sin tomar todos los puntos intermedios entre dos tiempos cualesquiera.

Tomando referencia el modelo de Malthus, se para el año 2017 según el INEI se tiene 17,952 viviendas y para el año 2018 donde se llevó a cabo la encuesta de la utilización de la matriz energética se tiene 18,438 viviendas.

Como se tiene establecido la población de viviendas para el 2018 que es 18,438 entonces: $N = 18,438$ Viviendas, se habla de una población finita que se conoce.

Entonces se utilizó la ecuación para cuando la población es finita:

Figura 17.

Tamaño de muestra cuando se tiene una población finita, cuando se conoce N.

Formula:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{E^2(N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

- **Z:** Valor que se obtiene de la distribución normal, para un nivel de significancia. El nivel de confianza o seguridad

Certeza	95%	94%	93%	92%	91%	90%	80%	62.27	50%
								%	
Z	1.96	1.88	1.81	1.75	1.69	1.65	1.28	1	0.6745

- **p:** Porción de éxito
- **q= (1-P):** Porción de fracaso
- **E:** Error estimado. Valor que determina el investigador
- **N:** Número de los elementos de la población

Comprobar si se cumple

$\frac{n}{N} < 15\% \text{ de } N$

↓

De no cumplirse esa condición se aplica la siguiente formula

$$n = \frac{n_{\infty}}{1 + \frac{n_{\infty}}{N}}$$

Fuente: Caballero J. Ana - Tamaño de la muestra para datos cuantitativos y cualitativos

Tabla 7.

Intervalo de confianza para el coeficiente Z.

Intervalo de Confianza	Z	Nivel de Significancia E
70%	1,04	30%
75%	1,15	25%
80%	1,28	20%
85%	1,44	15%
90%	1,64	10%
95%	1,96	5%
96%	2,05	4%
99%	2,58	1%

Fuente: Caballero J. Ana - Tamaño de la muestra para datos cuantitativos y cualitativos

Hallando el tamaño de muestra y conociendo el valor de N = 18,438 Viviendas en el distrito de Huancavelica y Ascensión para el año 2018, se consideró que el nivel

de confianza debe ser del 96% con un error del 4%, para tener una data con mejores resultados.

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{E^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

$$n = \frac{2.05^2 \cdot 0.50 \cdot 0.50 \cdot 18,438}{2.05^2 \cdot (18,438 - 1) + 2.05^2 \cdot 0.50 \cdot 0.50}$$

$$n = 634$$

Total de la muestra: 634 viviendas.

Tener en cuenta que estos resultados es para verificar la demanda de consumo a nivel de consumo residencial y comercial utilizando la metodología de “Kuntur”.

Para la demanda de consumo de G.N.V. tambien de utilizó la metodología de “Kuntur”, donde se verifíc con la Tabla 59 “*Vehículos encuestados del tipo de combustible que utilizan*” donde se encuestó a 15 vehículos potenciales a ser convertidos a gas natural, para verificar el consumo equivalente de Gasol de 90 Plus a Gas Natural.

3.5.3 Muestreo

Se hizo un muestreo aleatorio de tipo simple, este muestreo depende del alcance de la investigación y se realiza mediante métodos de muestreo debido a que asegura la obtención de una muestra representativa que nos permita conocer los parámetros de una población para realizar la inferencia a las Viviendas, porque se utilizo el criterio de selección, la probabilidad y el nivel de confianza.

3.6 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Como se describió en la Tabla 5 en la Operacionalización de Variables, la técnica que se utilizó es la encuesta oral, la entrevista estructurada, análisis de contenido y datos para saber ciertos parámetros de consumo de combustibles energéticos y diseño de ingeniería para realizar la instalación de gas natural en la ciudad de Huancavelica, para sus resultados finales se utilizó como los instrumentos de recolección de datos el cuestionario, resultados de encuestas, resultado de

indicadores económicos, análisis documental, donde se buscó información acerca de procesos de licuefacción del gas Natural, donde se utilizó las herramientas como:

- **Fichas:** Fichas informativas, de preguntas y respuestas.
- **Computadoras:** Para procesar datos informativos.
- **Software Excel:** Se necesitó para procesar datos de encuestas, proceso de datos estadísticos, gráficos, etc.
- **Word:** Software para elaborar la tesis
- **AutoCAD MAP 2018:** es la herramienta que se realizara los diseños de ingeniería de tendido de tuberías, planta satélite de regasificación, tanques de almacenamiento, etc.
- **SPSS Statistics 21:** para procesar datos estadísticos.
- **La encuesta:** Se define la encuesta como una técnica que pretende obtener información que suministra un grupo o muestra de sujetos acerca de sí mismos, o en relación con un tema en particular. (Arias, 2012).
- **La entrevista:** más que un simple interrogatorio, es una técnica basada en un diálogo o conversación “cara a cara”, entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida. (Arias, 2012).

3.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para saber el diseño conceptual de las redes de gasoducto de transporte y la Planta Satélite de Regasificación de Gas Natural licuefactado dependerá saber numéricamente la demanda de consumo de gas natural por rubros de la ciudad de Huancavelica

$$\begin{aligned} & \text{Demanda de GN por rubros} \\ & = f(\text{Tratamientos estadísticos de consumo de GN}) \end{aligned}$$

Para saber la demanda de gas natural por rubros:

Categoría residencial: Se tomó el índice de crecimiento de viviendas y el valor unitario de consumo de balones de GLP por cada familia en la ciudad de Huancavelica.

Categoría comercial: Se tomó el porcentaje de comercios por cada 100 viviendas encuestadas de los distritos de Huancavelica y Ascensión, con un consumo promedio de 900 m³ de gas natural. (Metodología de Kuntur, 2009).

Categoría Gas Natural Vehicular (GNV): Se tomó el índice de crecimiento de vehículos potencialmente convertibles a gas natural de acuerdo al crecimiento del parque auto motor en la ciudad de Huancavelica, son aquellos vehículos potenciales que trabajan en transporte urbano.

Estas tres categorías de consumo se obtendrán por medio de las encuestas que se les haga a cada familia y vehículos de transporte urbano.

Una vez obtenido, se resume para el análisis de datos, se hizo un modelamiento de la demanda de consumo de gas natural para un horizonte de 20 años y los posibles impactos positivos y/o negativos al ser implementado un proyecto de masificación del gas natural en la localidad de Huancavelica.

3.8 Descripción de la prueba de hipótesis

Para validar los datos por parámetro se analizó la prueba de normalidad mediante la prueba de Shapiro Wilks, aplicado para tamaños de muestras menores a 50, donde los resultados obtenidos cumplen con el principio de normalidad. Los datos resultantes se recopilaron creando una matriz de datos para cada uno de los parámetros de consumo de gas natural los cuales se registraron en una hoja de cálculo de Microsoft Excel y poder realizar decisiones de diseño a nivel de ingeniería.

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico SPSS Statistics 21 para obtener los parámetros descriptivos las medidas de tendencia central y de dispersión y gráficos de los parámetros a analizar, para la prueba de contrastación de la primera, segunda, tercera y quinta hipótesis se analizó con la prueba de T – Student ya que se simplifica el tamaño muestral para un horizonte de N = 20 años ($n < 30$), para la cuarta hipótesis se analizó con el estadístico Z ya que los datos muestrales son 56 “Impactos negativos” ($n > 30$).

El nivel de significancia utilizado es 0.05 que corresponde al error de los monitoreos, el cual implica que se tiene el 95 % certeza de obtención de los datos resultantes de cada parámetro.

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Presentación e interpretación de datos

Para evaluar la demanda potencial de gas natural en la localidad de Huancavelica, el análisis se basó en la cuantificación de la demanda de energéticos cuyo uso podría ser sustituido por el gas natural. El primer paso fue la identificación y/o estimación de los diferentes tipos de consumidores (residenciales, comerciales y gas natural vehicular “GNV”) y del número total de consumidores, por tipo, que existe en la ciudad de Huancavelica incluyendo el distrito de Ascensión. Seguidamente, sobre bases de datos identificadas para cada una de las categorías, se efectuaron los estudios de campo que permitirían conocer de primera fuente no sólo el consumo de energéticos sino los hábitos típicos y algunas características particulares de los hogares y comercios encuestados. Finalmente se procesó la información relevada sobre la cual se realizó el análisis de la demanda potencial de gas natural.

Se ha tomado como universo de encuestados a 647 viviendas de las cuales se encontró 18 viviendas que se dedican al comercio, en el cual la muestra poblacional de estudio es de ($n = 634$). *“Donde $647 > n$, sabemos que si aumentamos más datos muestrales se obtiene un mejor resultado”*, para obtener la demanda de consumo de gas natural Residencial y Comercial, donde se separó por sectores de Centro y Santa Ana, Yananaco, Sancristóbal y Ascensión obtenidos los datos mediante una ficha de encuesta. (ver Anexo 9)

4.1.1 Demanda de consumo de Gas Natural por categorías que requiera la ciudad de Huancavelica para un horizonte de 20 años.

Se puede sintetizar que se ha encuestado a 647 viviendas que consumen como matriz energética GLP, cada uno independiente de lo que utiliza, se ha sectorizado en cuatro zonas donde: En el sector Centro y santana se encuestó a 109 viviendas y 5 de ellas se dedican al comercio, en San Cristóbal 106 viviendas y 2 de ellas se dedican al comercio, en Yananaco 117 viviendas y 3 de ellas se dedican al comercio, por último, en Ascensión 315 viviendas y 8 de ellas se dedican al comercio, donde se realizó la encuesta de manera aleatoria en cada sector, encontrándose cierta cantidad de comercios por cada sección encuestada.

Tabla 8.

Demanda de consumo de Gas natural por categorías, Residencial, comercial y Gas Natural Vehicular.

Año	N° de Viv. en Hvca y Ascensión	N° de Comercio Poten	N° de Vehículo Poten	N° de Viv conectada	Cat. Resid. (m³/día)	Cat. Com. B, C y D GN (m³/día)	Cat. Com. C Fijo GN (m³/día)	Cat. Gas Natural Vehicular GN (m³/día)	Suma Total de GN en (m³/día)
2019	18,938	55	1,027	3,670	2,516	1,645	1,818	195	6,174
2020	19,451	109	1,058	3,710	2,543	3,243	1,818	1,723	9,328
2021	19,977	135	1,091	4,689	3,214	4,035	1,818	8,462	17,531
2022	20,519	162	1,124	5,688	3,900	4,845	1,818	8,722	19,285
2023	21,074	190	1,159	6,709	4,600	5,671	1,818	8,990	21,080
2024	21,645	218	1,194	7,752	5,315	6,516	1,818	9,266	22,915
2025	22,231	276	1,231	8,817	6,045	8,256	1,818	9,550	25,670
2026	22,834	306	1,269	9,905	6,791	9,146	1,818	15,749	33,505
2027	23,452	336	1,308	11,015	7,552	10,055	1,818	16,233	35,659
2028	23,891	367	1,348	12,149	8,329	10,982	1,818	16,731	37,862
2029	24,338	399	1,389	13,306	9,123	11,929	1,818	17,244	40,115
2030	24,794	432	1,432	14,487	9,933	12,895	1,818	17,774	42,420
2031	25,258	464	1,476	15,692	10,759	13,881	1,818	20,609	47,068
2032	25,731	498	1,521	16,923	11,603	14,887	1,818	21,242	49,551
2033	26,213	565	1,568	18,178	12,464	16,873	1,818	21,893	53,049
2034	26,704	600	1,616	19,459	13,342	17,931	1,818	22,565	55,657
2035	27,204	616	1,665	20,766	14,238	18,422	1,818	23,258	57,737
2036	27,713	633	1,717	20,995	14,395	18,922	1,818	26,635	61,771
2037	28,232	664	1,769	21,002	14,400	19,831	1,818	27,453	63,502
2038	28,655	681	1,824	21,572	14,791	20,353	1,818	28,295	65,258
2039	29,085	685	1,880	22,837	15,658	20,474	1,818	29,164	67,115

Nota: Cat. ; Categoría, Pot. ; Potenciales, Com. ; Comercial, Viv. ; Viviendas, Resid. ; Residencial.

En la Tabla 8, se ha elaborado un cuadro operativo de la demanda de consumo de gas natural para la ciudad de Huancavelica, incluye el distrito de Huancavelica y Ascensión, de acuerdo al último censo del 2017 del INEI las viviendas existentes en la zona urbana y rural para el distrito de Huancavelica con 13,933 y 1,864 y Ascensión

con 4,019 y 516, lo cual se halla la tasa de crecimiento promedio anual de 4.7%, de acuerdo al censo nacional de población y vivienda 2007 y 2017, se ha tomado como base el 2019 como inicio del estudio con una cantidad de 18,938 viviendas, también se ha realizado un horizonte de aumento de viviendas de acuerdo a la tasa de crecimiento promedio anual hallada desde el año 2019 al 2039, se ha realizado la encuesta a la localidad urbana de Huancavelica.

De acuerdo al cuadro operativo con la demanda de consumo de gas natural se ha realizado un gráfico, Figura 18, se observa el comportamiento de la demanda de consumo de gas natural de la localidad de Huancavelica para cada uno de las categorías de consumo de gas natural, Residencial, Comercial y Gas Natural Vehicular, donde para el primer año la suma total de consumo de gas natural en condiciones normales es 6,174 m³, para el año 10 se tendrá 40,115 m³ y para el año 20 que es el horizonte máximo de acuerdo a los objetivos de la tesis de investigación será: 67,115 m³, estos tienen equivalente volumétrico en GNL: Primer año 10 m³, para el año 10 es 67 m³ y para el año 20 es 112 m³ el cual servirá para más adelante determinar la capacidad del tanque de almacenamiento de GNL.

Con el fin de calcular la demanda potencial de Gas Natural en la ciudad de Huancavelica se realizó una encuesta a 647 viviendas y también a 15 unidades de vehículos, para saber la demanda de consumo para un horizonte de 20 años.

Bajo estas consideraciones se identifican las siguientes categorías de consumo potenciales en la ciudad de Huancavelica:

- Categoría Residencial
- Categoría Comercial
- Categoría Gas Natural Vehicular (GNV)

La estimación de la demanda potencial residencial para el presente estudio corresponde al universo de viviendas que utilizan GLP para la cocción de alimentos y/o otros usos; tales viviendas se consideran como aquellas técnicamente viables de convertir sus equipos (cocinas) y otros equipos conectarse a las redes de gas natural.

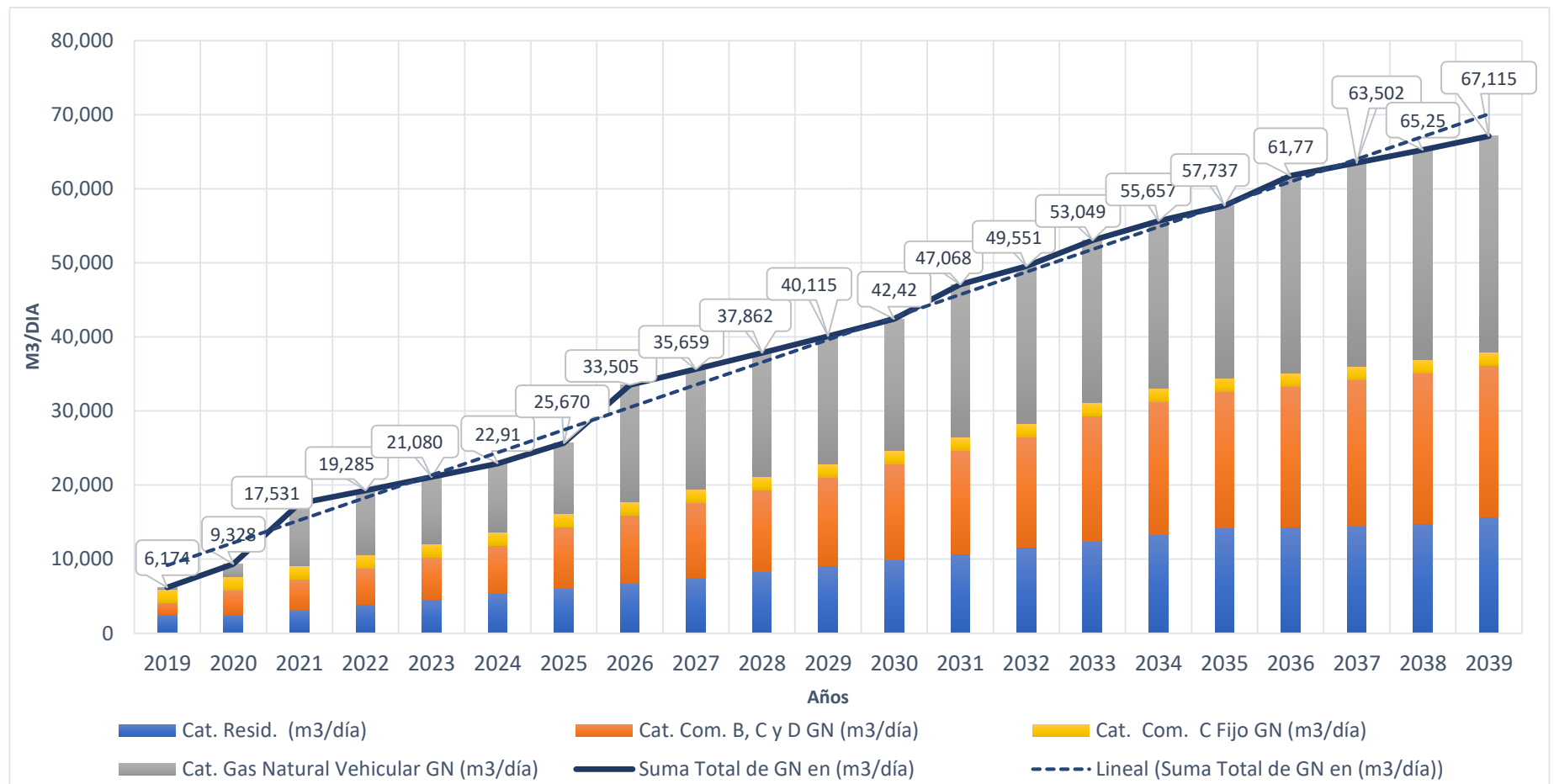
El número de Viviendas Potenciales fue obtenido de la Base de Datos INEI (Censo de Población y Vivienda 2007), considerando tales viviendas potenciales son aquellas que utilizan GLP como combustible para cocción. (Kuntur, 2009, p.10).

Para la demanda de consumo de gas natural vehicular GNV, se ha utilizado la herramienta de la encuesta, donde se les ha consultado a un total de 15 vehículos, obteniendo los datos de la cantidad de combustible utilizan de Gasol de 90, a la vez esto son potenciales para su conversión a GNV. (*Informe N° 0407-2009-GART, OSINERGMIN y Kuntur, 2009*).

Según el estudio según las encuestas que se ha realizado en la ciudad de Huancavelica “el consumo de GLP, equivale a un consumo unitario inicial por cliente a Gas Natural en condiciones normales es de 20.8 m³/mes de gas natural” (*Encuesta realizada en agosto del 2018*), (Ver Anexo 2).

Figura 18.

Proyección de la demanda total de consumo de gas natural en la ciudad de Huancavelica – Consumo de Gas Natural en m³/día para cada año referencial.



4.1.2 Diseño adecuado de una planta satélite de regasificación para responder la demanda de consumo de Gas Natural por la ciudad de Huancavelica.

Para elaborar el diseño adecuado de la Planta Satélite de Regasificación PSR, se ha tomado en cuenta sus partes principales en este caso el tanque de almacenamiento es fundamental de acuerdo al diseño para un horizonte de 20 años, de aquí ya podemos deducir que para los primeros 10 años se necesitará un tanque de almacenamiento de GNL de 60 m³, luego en el año 20 se tendrá que duplicar el almacenamiento de acuerdo al crecimiento de la demanda de consumo de gas natural de la localidad de Huancavelica, pero por temas de autonomía de la planta por factores externos se optará un tanque único de 150 m³ de capacidad en agua.

Una PSR sirve para regasificar el Gas Natural Licuefactado, cuyo GNL se almacena en tanques criogénicos, esto pasando por vaporizadores atmosféricos cuya función es de regresar a su estado natural el GN de -162°C hasta 10°C de salida para el consumo de gas natural de las diferentes categorías de consumo mencionadas, una PSR y sus equipos principales para su adecuado funcionamiento son:

- I. Tanque de almacenamiento criogénico
- II. Vaporizador de descarga
- III. Vaporizador atmosférico PPR
- IV. Vaporizador atmosférico y/o regasificador atmosférico
- V. Odorizador de gas natural
- VI. Estación de regulación y medida ERM

I. Tanque de almacenamiento criogénico

Para el diseño adecuado de la Planta Satélite de Regasificación de Gas Natural Licuefactado dependerá de la demanda de consumo de gas natural de la ciudad de Huancavelica, en la Tabla 8 se observa que según la demanda de gas para un horizonte de 20 años, la planta satélite de regasificación deberá ser de tipo D que según las especificaciones de “Las plantas de satélites se clasifican según su capacidad geométrica conjunta de almacenamiento” (UNE 60210:2011, p.12), por tanto el “Diseño de la planta satélite de regasificación en la ciudad de Huancavelica” cumple con lo deseado, dentro de 20 años la demanda de gas natural crecerá, la capacidad del

tanque de almacenamiento de GNL tiene que ser de 150 m³ de acuerdo a un horizonte de 20 años, en caso se va creciendo la demanda de consumo, se haría una expansión del tanque de almacenamiento y los regasificadores atmosféricos.

II. Vaporizador de descarga

Los principales elementos regasificadores o intercambiadores utilizados en la descarga de cisternas hacia los depósitos de almacenamiento de las plantas satélites son:

- **Vaporizador atmosférico aleteado de aluminio (parrillas):** existen distintas versiones y modelos, en forma de “V”, planas, en serie, en paralelo, y en otras combinaciones.
- **Intercambiador de agua caliente:** sistema o equipo similar al utilizado para la regasificación del gas natural licuado al consumo. Debido a la elevada potencia eléctrica requerida, del orden de los 10 kW a 15 kW son poco empleados.
- **Intercambiador eléctrico:** Generalmente combinado con un recipiente con agua, actuando la misma como elemento de transmisión del calor.

Para el diseño de las características que debe cumplir el vaporizador de descarga, se parte de la cisterna que tiene un volumen geométrico de 53 m³ de GNL y su volumen máximo de llenado es del 85%, la descarga será total y durará una hora o por seguridad media hora más (en ello se considera el 20% de seguridad). Estos datos quedan reflejados en la Tabla siguiente.

Tabla 9.

Vaporizador de descarga con sus parámetros de diseño.

Parámetro	Valor	Unidad
Densidad del GNL a -162°C y 4 bar. (ρ_l)	447.17	Kg/m ³
Temperatura de saturación del GN a 6 bar. (T)	138.62	K
Capacidad de cisterna de GNL	53	m ³
Porcentaje de llenado de cisterna	85	%
Tiempo de descarga	1.5	H
Constante gases ideales. (R)	511.66	J/(Kg.K)
Presión del depósito de almacenamiento. (P)	600000	Pa
Caudal másico de descarga de cisterna (ms)	3.950	Kg/s
Mt (Caudal Másico de Descarga GNL)	0.076	Kg/s
Mt (Caudal Volumétrico de Descarga GN)	367.912	m ³ (n)/h

Nota: GN; Gas natural Licuefactado

Se aplica el mismo razonamiento que en el apartado de diseño del vaporizador de PPR, con la particularidad de que en este caso se desea mantener la presión en el interior del tanque cisterna y también de que el volumen de GNL necesario a vaporizar se realiza en su vaporización en el regasificador de descarga. La expresión utilizada es la siguiente:

$$m_l = \frac{m_s}{\frac{R \cdot T \cdot \rho_l}{P} - 1}$$

Donde m_l representa el caudal másico de GNL que se debe regasificar, y m_s representa el caudal másico que se descarga desde la cisterna hacia el depósito de almacenamiento, el resto de los parámetros se definen en la Tabla 10. Sustituyendo los datos en la tabla anterior, se ha determinado que la masa necesaria de GNL que se debe regasificar es de 0,076 kg/s, es decir, el caudal volumétrico de GN gasificado debe ser 363.912 m³(n)/h.

Tabla 10.

Datos técnicos del regasificador de descarga.

Charakterystyka parownic						
Typ parownicy *)		5ALE	10ALE	18ALE	25ALE	50ALE
Wydajność nominalna **)	Nm³/h	50	100	175	250	500
Pojemność wewnętrzna	dm³	4	10	20	28	50
Przyłącza wlot/wylot DN	mm	20/20			40/40	
Masa własna	kg	68	150	295	386	735
obciążonej		190	430	840	1120	2100
Max. ciśnienie robocze	bar	40				

Fuente: <http://www.pl.airliquide.com/en/products-and-services/our-brochures/cylinders-and-tanks.html>

El regasificador de descarga puede trabajar en un entorno de temperatura de 15°C y humedad relativa del 70%. El volumen de GN máximo que puede generar es de 500 Nm³/h, posee un volumen interno de 50 dm³, conexiones de entrada salida DN 40/40, un peso en vacío de 735 kg y en operación de 2100 kg y la presión de operación máxima es de 40 bar, aunque la cisterna del camión tiene como presión máxima de servicio 7 bar, estos parámetros se ha determinado en función a los datos técnicos del regasificador de descarga en la Tabla 10.

III. Vaporizador atmosférico PPR

La función del regasificador de descarga es la de gasificar una pequeña cantidad de GNL procedente del propio tanque de almacenamiento que fluye por efecto de vasos comunicantes hacia el depósito con tal de que no pierda presión en el mismo. Está compuesto por un intercambiador de calor, que es de vital importancia ya que evita que disminuya la presión en el interior del depósito de almacenamiento durante la descarga de GNL al circuito de las torres de regasificación. El equipo coge gas licuado del interior del tanque, lo vaporiza instantáneamente y lo introduce de nuevo en la zona gaseosa del tanque.

Figura 19.

Vaporizador atmosférico PPR.



Fuente: Gas Natural Fenosa Perú, Planta Norte – Arequipa, 2018

La PSR poseerá un vaporizador atmosférico de PPR según la Figura 19 con un caudal de vaporización que se determina en función de los parámetros de funcionamiento que se muestra en la Tabla 11 y considerando que el fluido a vaporizar es metano puro, esta suposición es válida ya que el gas natural en su composición contiene el 89.31% de metano (Tabla 4). Las propiedades termodinámicas del metano se pueden consultar en el Anexo 5.

Tabla 11.

Datos técnicos de un vaporizador atmosférico PPR.

Parámetro	Valor	Unidad
Caudal volumétrico máximo a suministrar .(Vs)	111.86	m3/día
Horas funcionamiento planta.	12	Horas/día
Caudal volumétrico máximo a suministrar (Vs)	9.322	m3/h
Caudal másico máximo a suministrar. (ms)	1.158	Kg/s
Densidad del GNL a -162°C y 4 bar. (pl)	447.17	Kg/m3
Temperatura de saturación del GN a 4 bar. (T)	131.33	K
Presión del depósito de almacenamiento. (P)	400000	Pa
Constante gases ideales. (R)	511.660	J/(Kg.K)
Mt (Caudal Masico GNL)	0.016	Ks/s
Mt (Caudal Volumetrico GN)	75.457	m3(n)/h

Nota: GN; Gas natural Licuefactado, Vs;

Para que se mantenga la presión constante en el interior del depósito de almacenamiento se debe vaporizar un volumen de GNL cuya vaporización en el PPR produzca una cantidad de gas equivalente a la diferencia que hay entre el volumen de gas que se encuentra en el interior del depósito y el volumen de GNL descargado al circuito de regasificación, es decir:

$$V_l = V_g - V_s$$

Se aplica la ley de los gases ideales para el caso del GN y la definición de densidad para el GNL. También se aplica la condición de que la masa de GNL que se vaporiza (ml), es igual a la masa de GN producido por tal vaporización (mg):

$$V_g = \frac{m_g \cdot R \cdot T}{P} \quad V_s = \frac{m_s}{\rho_t} \quad V_l = \frac{m_l}{\rho_t} \quad m_g = m_l$$

Sustituyendo las condiciones anteriores en la ecuación que condiciona que se mantenga constante la presión en el interior del depósito, y despejando el caudal másico de GNL necesario a gasificar (ml), se tiene la siguiente expresión:

$$m_l = \frac{m_s}{\frac{R \cdot T \cdot \rho_l}{P} - 1}$$

Una vez sustituido los datos de la Tabla 11 en la expresión anterior se obtiene que el caudal másico necesario de GNL que se debe gasificar es 0.016 kg/s, es decir,

el caudal volumétrico de GN que debe generar el vaporizador atmosférico PPR es de 75.457 m³(n)/h.

Tabla 12.

Datos técnicos de vaporizador atmosférico.

Charakterystyka parownik						
Typ parownicy *)		5ALE	10ALE	15ALE	25ALE	50ALE
Wydajność nominalna **)	Nm ³ /h	50	100	175	250	500
Pojemność wewnętrzna	dm ³	4	10	20	28	50
Przyłącza wlot/wylot DN	mm	20/20			40/40	
Masa własna	kg	68	150	295	386	735
obciążonej		190	430	840	1120	2100
Max. ciśnienie robocze	bar	40				

Fuente: <http://www.pl.airliquide.com/en/products-and-services/our-brochures/cylinders-and-tanks.html>

Con los datos hallados y según la demanda de caudal volumétrico de GN que se debe vaporizar, elegimos el modelo de vaporizador 10-ALE, el mismo que trabaja en un entorno de temperatura de 15°C y humedad relativa del 70%. El volumen de GN generado es de 100 m³(n)/h, un volumen interno de 10 dm³, conexiones de entrada salida DN 20/20, peso en vacío de 150 kg y en operación de 430 kg y presión de operación máxima de 40 bar.

Tabla 13.

Caudal másico para un horizonte de 20 años.

Año	Consumo diario GNL (m3/día)	Consumo diario GNL (m3/12 Horas)	Consumo diario GN (m3/12 Horas)	Caudal másico máximo a suministrar. (Kg/S)	Mt (Caudal Masico Necesario de GNL) (Kg/s)	Mt (Caudal Volumetrico Necesario de GN)(m3(n)/h
0	10.290	0.858	514.500	0.107	0.0014	6.9414
1	15.547	1.296	777.333	0.161	0.0022	10.4874
2	29.218	2.435	1460.917	0.302	0.0041	19.7100
3	32.142	2.678	1607.083	0.333	0.0045	21.6821
4	35.133	2.928	1756.667	0.364	0.0049	23.7002
5	38.192	3.183	1909.583	0.395	0.0053	25.7633
6	42.783	3.565	2139.167	0.443	0.0060	28.8607
7	55.842	4.653	2792.083	0.578	0.0078	37.6695
8	59.432	4.953	2971.583	0.615	0.0083	40.0913
9	63.103	5.259	3155.167	0.653	0.0088	42.5681
10	66.858	5.572	3342.917	0.692	0.0093	45.1011
11	70.700	5.892	3535.000	0.732	0.0099	47.6927
12	78.447	6.537	3922.333	0.812	0.0110	52.9184
13	82.585	6.882	4129.250	0.855	0.0115	55.7100
14	88.415	7.368	4420.750	0.915	0.0123	59.6428
15	92.762	7.730	4638.083	0.960	0.0130	62.5750
16	96.228	8.019	4811.417	0.996	0.0134	64.9135
17	102.952	8.579	5147.583	1.066	0.0144	69.4489
18	105.837	8.820	5291.833	1.096	0.0148	71.3951
19	108.763	9.064	5438.167	1.126	0.0152	73.3693
20	111.858	9.322	5592.917	1.158	0.0156	75.4572

Nota: Mt: GN; Gas natural Licuefactado

Teniendo conocimiento del caudal que se debe gasificar, se procede a elegir un vaporizador atmosférico por cada depósito de almacenamiento. Para esto se trabaja con la empresa AIR LIQUIDE (Anexo 4), que dispone de vaporizadores atmosféricos contruidos de aluminio según la Norma ANSI A 58.1 y de acuerdo a estándares de dispositivos según la asociación ASME., se tiene las características de los equipos que ofrece la Tabla 12.

El circuito del PPR del tanque permite estabilizar la presión en el interior del depósito cuando su valor tiende a descender por debajo del valor de consigna. La presión de consigna oscilará entorno los 4 bar y 5 bar. Ésta se consigue gracias a un regulador de presión (Figura 20) que hay en el circuito de conexión de presurización.

Figura 20.

Regulador de presión del circuito PPR



Fuente: <http://www.sedigas.es/certificacion/pagina.php?p=352>

IV. Regasificador atmosférico

Los sistemas de vaporización tienen como función ceder energía térmica ganada del ambiente al Gas Natural Licuado (GNL) por medio de las torres intercambiadoras de calor para provocar su cambio en su estado físico de líquido a gaseoso, después continuando hasta calentarlo a temperatura ambiente y a las presiones que trabajan las plantas satélites, aproximadamente entre 3 bar y 5 bar, la regasificación tiene lugar aproximadamente entre -140°C y -135°C . El calor medio a ceder para regasificar un kg de GNL en estas condiciones es a efectos prácticos de 120 kcal/Nm^3 (UNE 60210: 2011).

El elevado gradiente de temperatura existente entre el GNL y el medio ambiente permite el empleo de vaporizadores atmosféricos de aletas, en ellos el GNL circula por un haz de tubos aleteados para aumentar la superficie de intercambio, y siempre dispuestos verticalmente para favorecer la circulación por convección del aire atmosférico.

Se utilizan generalmente para caudales reducidos, por ejemplo, inferiores a los $1,000/2,500\text{ Nm}^3/\text{h}$, aunque no existen pautas fijas para establecer unos límites determinados.

Figura 21.

Esquematación de un sistema de regasificación atmosférica para obtener gas natural de -161°C a 9°C .



Fuente: Toma propia en Planta Satélite de Regasificación Norte – Arequipa, 2018

Los regasificadores atmosféricos son por el contrario difícilmente utilizables en zonas de climas muy fríos, con días consecutivos bajo cero, por ello en esos casos será necesario utilizar regasificadores de agua, por ello los factores que influyen en su rendimiento son los siguientes;

- El caudal nominal de gas regasificado (Nm^3/h).
- La temperatura del aire.
- La humedad relativa del aire.
- La velocidad del viento.
- Si son consumos constantes y continuos o variables.

- Si existen variaciones diarias día/noche y estacionales.

Los vaporizadores ambientales son equipos que constan de un haz de tubos provisto de aletas de aluminio, las que toman el calor del ambiente y lo transfieren al GNL que circula por los tubos, vaporizándolo. Cada uno es capaz de vaporizar 2,500 Nm³/h (dependerá del fabricante la cantidad de caudal de regasificación según su propio diseño de vaporización) si se dan las condiciones de diseño: temperatura superior a 4°C, humedad relativa de 75% y una velocidad del aire sobre 1 m/s.

A medida que están operando los vaporizadores, se les va depositando la humedad ambiente, formando una capa de hielo que va disminuyendo su capacidad de intercambio de calor. Esto obliga a sacarlos de servicio momentáneamente para retirarles el hielo y luego volver a ponerlos en servicio cuando sea necesario. Ciclo de regeneración (un grupo en servicio y otro en regeneración).

Tabla 14.

Datos técnicos de Regasificadores Atmosféricos.

Tipo	Presión (MPa)	Vaporización (Nm ³ /h)	Temperatura(°C)	Tamaño L x W x H (mm)	Nota
Sefing-500/16	0.8	500	-10 ~40	1705×1455×5415	AluminioΦ200
Sefing-600/16		600		2471×1201×5415	
Sefing-700/16		700		2471×1450×5415	
Sefing-800/16		800		1963×1963×5765	
Sefing-900/16		900		2471×1709×5765	
Sefing-1000/16		1000		2471×1963×5765	
Sefing-1200/16		1200		2217×2471×5965	
Sefing-1500/16		1500		2217×2471×7265	
Sefing-2000/16		2000		2497×2776×7515	
Sefing-2500/16		2500		2217×5437×6165	
Sefing-3000/16		3000		2217×5437×7265	

Fuente: Empresa SEFIC, <https://www.sefic.com.cn/Vaporizer-pd6932164.html>

Para el caso de la selección de los regasificadores atmosféricos se tomará como muestra con datos técnicos de la empresa *SHANGHAI ETERNAL FAITH INDUSTRY CO*, que su ficha técnica se encuentra en la Tabla 14, se escoge con fines prácticos el modelo Sefing-1500/16, se hace un modelamiento en función a la demanda de consumo de gas natural para un horizonte de 20 años.

Tabla 15.

Cantidad de regasificadores atmosféricos según su capacidad de procesamiento.

Año	Consumo diario GNL (m3/día)	Consumo GNL por h (m3/h)	Consumo GN por horas (Nm3/h)	Cantidad de Vaporizadores modelo Seflng-1500/16
0	10.290	0.429	257.250	1
1	15.547	0.648	388.667	1
2	29.218	1.217	730.458	1
3	32.142	1.339	803.542	1
4	35.133	1.464	878.333	1
5	38.192	1.591	954.792	1
6	42.783	1.783	1,069.583	1
7	55.842	2.327	1,396.042	1
8	59.432	2.476	1,485.792	1
9	63.103	2.629	1,577.583	1
10	66.858	2.786	1,671.458	1
11	70.700	2.946	1,767.500	1
12	78.447	3.269	1,961.167	1
13	82.585	3.441	2,064.625	1
14	88.415	3.684	2,210.375	1
15	92.762	3.865	2,319.042	2
16	96.228	4.010	2,405.708	2
17	102.952	4.290	2,573.792	2
18	105.837	4.410	2,645.917	2
19	108.763	4.532	2,719.083	2
20	111.858	4.661	2,796.458	2

Nota: GN; Gas natural

Como se puede ver en la tabla anterior, se escogió el modelo Seflng-1500/16, se puede determinar que para los 14 primeros años se hará funcionar un solo regasificador o de manera alternada y para el año 15 al 20 debe funcionar uno más, con el fin alternar el funcionamiento debe haber 3 regasificadores atmosféricos (Vaporizadores Atmosférico), que estarán acorde de la demanda de cada año. En épocas de friaje de los meses de junio, julio y agosto la temperatura promedio es de 2°C a 5°C, por lo que se optará un Vaporizador de Agua Caliente para que la entrega a la demanda de Gas Natural a la ciudad de Huancavelica no se vea afectada.

V. Estación de regulación y medida

La instalación está formada por dos líneas de regulación iguales en paralelo (Figuras 22 y 23), dando cada línea un caudal máximo de 1,174.37 Nm3/h de acuerdo a la demanda de consumo, pudiendo estar una en servicio y otra en reserva, o ambas en servicio si la demanda lo requiere.

Figura 22.

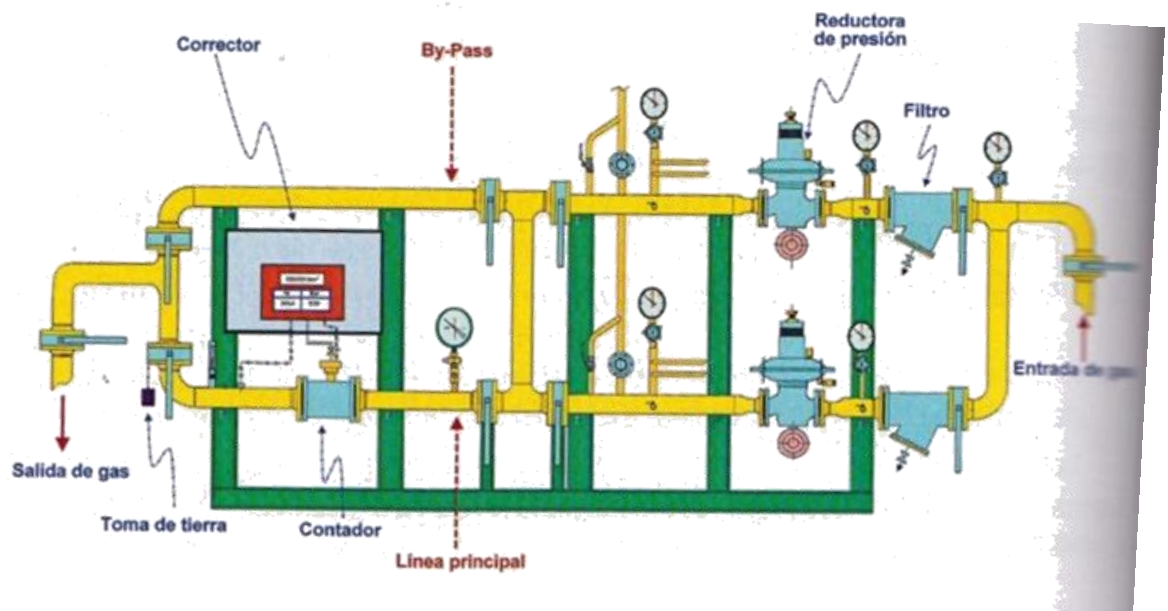
Estación de regulación y medida.



Fuente: <http://www.sedigas.es/certificacion/pagina.php?p=352>

Figura 23.

Forma de operación de una estación de regulación y medida.



Fuente: Diseño de MaxiGas Natural

Cada línea de regulación se diseña de acuerdo a las exigencias de la norma UNE 60210-2011 que indica que debido a que la planta satélite suministra gas a una red de

distribución debe instalar un conjunto de regulación conforme a las exigencias establecidas en la Norma UNE 60312.

Si la válvula de interrupción de seguridad se cierra en una de las líneas por cualquier motivo, se verificará automáticamente la conmutación a la otra línea, entrando ésta a regular el suministro de gas, en cada línea de regulación se dispone de:

- **Filtro de gas:** asegura el correcto funcionamiento de la estación y evita posibles fallos por impurezas arrastradas y depositadas en los aparatos de regulación y medida y asientos de las válvulas.
- **Manómetro diferencial:** mide la diferencia de presiones entre la entrada y la salida del filtro, determinando el grado de suciedad y la posible necesidad de limpieza del mismo.
- **Regulador monitor con válvula interna (V.I.S.):** se encarga de regular el salto de presión desde la presión de entrada a la estación de regulación y medida (entre 2,7 bar y 4,7 bar) y la presión de emisión a la red (2,5 bar y 4 bar).
- **Contador de turbina/corrector:** se instala como aparato de medición a la salida de las dos líneas de regulación con el fin de medir el caudal real. Esta medida junto con las condiciones termodinámicas del fluido (presión y temperatura) son los datos manejados por el corrector para obtener el caudal emitido referido a las condiciones normales.

4.1.3 Diseño de redes de gasoductos para abastecer de gas natural la ciudad Huancavelica.

Para elaborar el diseño de las redes de transporte de gas natural se ha tomado en cuenta la metodología de Renouard para la determinación de la pérdida de carga, por ello será validos solo para caudales Nm³/h, para saber el diámetro de la tubería de transporte de gas natural, se ha analizado para el año N° 1, año N° 10 y año N° 20 que son: 70 mm, 142 mm y 173 mm, de manera que la demanda de gas natural crecerá durante cada año y se ha tomado la elección del diámetro de 200 mm de tubería de polietileno.

En este apartado se realiza el diseño de la red de distribución de GN desde la planta satélite hasta las zonas donde se va a requerir el GN, el cual debe abastecer a los clientes potenciales que son: gas natural vehicular (GNV), comerciales y residenciales, saliendo desde la PSR ubicado en la colindante de las comunidades de Chunñuranra y Callqui Chico, desde donde tendrá salida con una tubería de 200mm de diámetro según cálculos propios (ver Tabla 19), extendiéndose 11,000.00 m de longitud, pasando por los barrios de Yananaco, Centro y Santana.

En el barrio de Yananaco se hará una derivación de 200 mm – 110 mm de diámetro para dar suministro al distrito de Ascensión y el barrio de San Cristóbal, otras derivaciones de 200 mm – 63 mm de diámetro interior para suministrar a zonas comerciales, esto ubicado en el centro de la ciudad de Huancavelica; y la otra derivación para el barrio de Santa Ana para zona de San Gerónimo que lo requieran. Las mallas de distribución se han sectorizado por zonas según su nombre se detalla en gráficos en el Anexo 6 las etapas de construcción de redes de canalización de transporte y distribución.

- **Ascensión:** está comprendido por 8 mallas de tubería de 32 mm de diámetro interior, aproximadamente con 22,932.568 m de longitud, para abastecer a toda esa zona con una presión de servicio de 3.80 bar de presión.
- **San Cristóbal:** este sector está comprendido por 7 mallas de tubería de 32 mm de ID, con una longitud total de 20,128.451 m de longitud, esto abastecerá a toda la zona con una presión de servicio de 3.80 bar de presión.
- **Santa Ana:** este sector está comprendido por 4 mallas de tubería de 32mm de ID, con una longitud total de 10,300.813 m de longitud, esto abastecerá a toda la zona con una presión de servicio de 3.80 bar de presión.
- **Centro:** este sector estará comprendido por 4 mallas de tubería de 32 mm de ID con una longitud de 12,111.415 m de longitud, lo cual abastecerá a toda la zona con una presión de servicio de 3.80 bar de presión.

- **Yananaco:** este sector estará comprendido por 5 mallas de tubería de 32 mm de ID con una longitud de 12,733.404 m de longitud, esto abastecerá a toda la zona con una presión de servicio de 3.80 bar de presión.

i. Diámetro de la red de distribución (Trocac)

El diámetro de las tuberías a instalar es un factor que va a determinar en gran medida el coste final de la red de distribución, por lo que es muy importante realizar adecuadamente su cálculo.

Este diámetro depende de lo siguiente:

- Demanda del consumo total en la ciudad de Huancavelica.
- La naturaleza del gas con su densidad característica.
- La caída de presión que se admita que va a ser función del caudal y de la presión de trabajo.
- La velocidad resultante de circulación del gas.

La presión del gas decae conforme avanza a lo largo de la tubería por efecto del rozamiento con las paredes y los diferentes accesorios instalados, así como por la presencia de cambios de sección en la tubería. Este efecto es lo que se conoce como pérdida de carga.

En general, la manera de calcular estos diámetros consiste en determinar por tanteo la pérdida de carga que se produce para un determinado diámetro obtenido, para comprobar si esa pérdida de carga y la velocidad resultantes son válidas. La velocidad debe ser inferior a 20 m/s para evitar problemas de electricidad estática o controlar las vibraciones.

a) Pérdida de carga

Para la determinación de la pérdida de carga se utilizarán las fórmulas de RENOARD, válidas para los casos en los que la relación entre el caudal Nm³/h y el diámetro (mm) es inferior a 150, para la concesión del Norte del Perú Quavii, se ha observado que la presión dinámica de la tubería de transporte fluctúa entre 2.2 bar, 2.5

bar y pude llegar hasta 3.7 bares, para fines de la investigación se tomará 2.5 bares (Ver Anexo 10).

b) Tramo planta satélite hasta Barrio Santa Ana

Este tramo de la tubería tiene una longitud de 11,000 m, el punto final de la troncal de 200 mm en el barrio de Santa Ana, esto culminando en la EESS Espinoza SRL. El caudal volumétrico promedio de GN durante los 20 años que debe circular por esta tubería es el total de la demanda que tiene la planta satélite, es decir, 1,651.29 Nm³/h en promedio por año, esto se debe a que es el primer tramo de tubería que sale directamente de la planta satélite de regasificación.

Para calcular el diámetro de la tubería se utiliza la fórmula de Renouard:

$$(P_1(bar_a))^2 - (P_2(bar_b))^2 = 51.6 * C_L * LE(m) * dr \frac{(Q(m^3(n)/h))^{1.82}}{(D(mm))^{4.82}}$$

En función de la presión al inicio de la tubería (4 bar), y la presión en el final de la tubería (2.5 bar), se determina la presión media del gas mediante la expresión:

$$P_m(bar_a) = \frac{2}{3} \left(\frac{(P_1(bar_a))^3 + (P_2(bar_b))^3}{(P_1(bar_a))^2 + (P_2(bar_b))^2} \right)$$

El factor de compresibilidad del Gas Natural a presiones mayores a 4 bar se puede aproximar con la ecuación:

$$Z = 1 - \frac{P(bar_a)}{500}$$

Una vez determinado el valor del diámetro y la presión media de la tubería, se debe comprobar que este diámetro cumple la relación de diseño de Renouard ($Q/D < 150$) y con la condición de que la velocidad debe ser menor a 20 m/s. (NaturGas Energía, 2000).

$$V(m/s) = 378 * \frac{Q(m^3(n)/h) * Z}{P(bar_a) * (D(mm))^2}$$

Los resultados de las fórmulas anteriores ayudarán a determinar el diámetro de tubería troncal que alimentará a la ciudad de Huancavelica en los siguientes cuadros para un horizonte de 20 años:

Tabla 16.

Determinación del diámetro de la tubería principal (troncal) para el primer año.

TRAMO TRONCAL PRINCIPAL AÑO 1		
Planta Satelite - Barrio de Santa Ana		
parámetros	Datos Reales	Unidades
Longitud de tramo, LE	11000.00	m
Presion al inicio de tramo, P1	4.00	bar
Presion al final de tramo, P2	2.50	bar
Densidad relativa, dr	0.56	
caudal del GN (En 10 Ños)	257.25	m3/h
Coefficiente de linealidad, CL	1.20	
Presion Abs. Al inicio del tramo, P1	4.64	bar
Presion Abs. Al final del tramo, P2	3.14	bar
Presion media, Pm	3.94	bar
factor de compresibilidad, Z	0.99	
Pérdida de presion, ΔP	1500.00	mbar
Diametro interno tubería, D	70.25	mm
Velocidad, v	4.96	m/s
Q/D	3.66	

Tabla 17.

Determinación del diámetro de la tubería principal (troncal) para el décimo año.

TRAMO TRONCAL PRINCIPAL AÑO 10		
Planta Satelite - Barrio de Santa Ana		
parámetros	Datos Reales	Unidades
Longitud de tramo, LE	11000.00	m
Presion al inicio de tramo, P1	4.00	bar
Presion al final de tramo, P2	2.50	bar
Densidad relativa, dr	0.56	
caudal del GN	1671.46	m3/h
Coeficiente de linealidad, CL	1.20	
Presion Abs. Al inicio del tramo, P1	4.64	bar
Presion Abs. Al final del tramo, P2	3.14	bar
Presion media, Pm	3.94	bar
factor de compresibilidad, Z	0.99	
Pérdida de presion, ΔP	1500.00	mbar
Diametro interno tubería, D	142.41	mm
Velocidad, v	7.84	m/s
Q/D	11.74	

Tabla 18.

Determinación del diámetro de la tubería principal (troncal) para el décimo año.

TRAMO TRONCAL PRINCIPAL AÑO 20		
Planta Satelite - Barrio de Santa Ana		
parámetros	Datos Reales	Unidades
Longitud de tramo, LE	11000.00	m
Presion al inicio de tramo, P1	4.00	bar
Presion al final de tramo, P2	2.50	bar
Densidad relativa, dr	0.56	
caudal del GN	2796.46	m3/h
Coeficiente de linealidad, CL	1.20	
Presion Abs. Al inicio del tramo, P1	4.64	bar
Presion Abs. Al final del tramo, P2	3.14	bar
Presion media, Pm	3.94	bar
factor de compresibilidad, Z	0.99	
Pérdida de presion, ΔP	1500.00	mbar
Diametro interno tubería, D	172.95	mm
Velocidad, v	8.90	m/s
Q/D	16.17	

Como puede apreciarse en las Tablas 16, 17 y 18 para el año N° 1, N° 10 y N° 20 se determinó que la velocidad es menor a 20 m/s y que la relación Caudal/Diámetro

es menor a 150, por lo que puede decir que el diámetro calculado es adecuado para cumplir las especificaciones de diseño.

Con esto se determina que para el último año con un consumo de 2,796.46 m³(n)/h el diámetro de tubería será de 172.95 mm, entonces con estos datos se puede llevar a cabo un análisis de cuánto sería el diámetro total dentro de 20 años en la siguiente tabla:

Tabla 19.

Obtención del diámetro de la tubería dentro de 20 años según en consumo de Gas Natural por año.

Año	Consumo diario Gas (m ³ /día)	Consumo diario Gas (m ³ /Hora)	Longitud de Tubería	Consumo diario GN en MMBTU/día	ID tubería (mm)	Velocidad (m/s)
0	6,174.00	257.25	11,000	220.50	70	4.960
1	9,328.00	388.67	11,000	333.14	82	5.487
2	17,531.00	730.46	11,000	626.11	104	6.404
3	19,285.00	803.54	11,000	688.75	108	6.555
4	21,080.00	878.33	11,000	752.86	112	6.700
5	22,915.00	954.79	11,000	818.39	115	6.838
6	25,670.00	1,069.58	11,000	916.79	120	7.031
7	33,505.00	1,396.04	11,000	1,196.61	133	7.504
8	35,659.00	1,485.79	11,000	1,273.54	136	7.620
9	37,862.00	1,577.58	11,000	1,352.21	139	7.732
10	40,115.00	1,671.46	11,000	1,432.68	142	7.843
11	42,420.00	1,767.50	11,000	1,515.00	145	7.951
12	47,068.00	1,961.17	11,000	1,681.00	151	8.155
13	49,551.00	2,064.63	11,000	1,769.68	154	8.259
14	53,049.00	2,210.38	11,000	1,894.61	158	8.398
15	55,657.00	2,319.04	11,000	1,987.75	161	8.497
16	57,737.00	2,405.71	11,000	2,062.04	163	8.574
17	61,771.00	2,573.79	11,000	2,206.11	168	8.717
18	63,502.00	2,645.92	11,000	2,267.93	169	8.776
19	65,258.00	2,719.08	11,000	2,330.64	171	8.835
20	67,115.00	2,796.46	11,000	2,396.96	173	8.896

Como la presión máxima de operación es de 6.0 bar, lo cual no sobrepasa los 10 bar:

La designación del material según la norma ISO 12162 de 2010, tiene relación directa con el tipo de resina de acuerdo al nivel aplicable de resistencia mínima requerida (MRS). Esta debe ser considerada en el diseño de tuberías de HDPE en servicio a largo plazo mínimo 50 años y a 20°C. (Cidelsa, 2016, p. 2).

Con los parámetros obtenidos finalmente se debe elegir un tipo de tubería de polietileno según fabricante que cumpla las condiciones de transporte de gas por tuberías. En el caso de las tuberías de polietileno utilizadas en la industria del gas, los materiales más usados son los que se denominan como PE 100 y PE 80. Estas denominaciones expresan la tensión característica o mínima resistencia requerida (MRS) del material. Así, en el caso de PE 100 el MRS tiene un valor de 10 MPa y, en el caso del PE 80, tiene un valor de 8 MPa.

Tabla 20.

Designación del material según el MRS.

Designación de material	MRS MPa	Tensión de Diseño MPa
PE100	10	8
PE80	8	6.3
PE63	6.3	5

Fuente: (Cidelsa, 2016, p. 2)

Se decide utilizar el tubo PE 100 de alta densidad DN de 200 y con SDR de 11, debido a que se toma en cuenta las especificaciones técnicas por parte del fabricante, donde recomienda que este tipo de tuberías es el adecuado para trabajar con presiones máximas de trabajo superiores a 6 bar y menores de 10 bar, la elección del diseño se muestra en el Anexo 7 y los gráficos por etapas de construcción se modeló con el programa AutoCAD donde se plasma en el Anexo 6.

4.1.4 Evaluación de los impactos positivos y/o negativos ambientales con la implementación de una Planta Satélite de Regasificación y Sistema de Distribución por gasoductos.

Para identificar los impactos positivos y/o negativos ocasionados al ejecutarse un proyecto de masificación de gas natural para la ciudad de Huancavelica, se identificado por medio de una matriz de leopold, donde se utilizó el método cualitativo de evaluación de impacto ambiental para identificar el impacto inicial, intermedio y final del proyecto en un entorno natural, en este caso en la ciudad de Huancavelica.

En la Tabla 21 se ha identificado los posibles impactos positivos y negativos que afectarían al medio biótico, físico y antrópico, cuando se ejecutaría el proyecto, de excavación, implementación de la Planta Satélite de Regasificación, operación, etc. se ha detallado de acuerdo a la intensidad de contaminación y su amplitud para cada fase del proyecto, de acuerdo a cada característica se ha descrito que son de carácter temporal aquellos impactos negativos y los impactos positivos suman con una intensidad y amplitud favorable.

En la Tabla 22, se ha identificado numéricamente los impactos positivos y/o negativos de acuerdo a su intensidad y su amplitud, lo cual se deduce que: El impacto ambiental será negativa con la ejecución del proyecto, se tiene que mitigar los factores afectados por el proyecto, por lo que amerita diseñar un plan de manejo ambiental, ya que tiene un índice positivo de intensidad muy alta.

Tabla 21.

Posibles impactos al desarrollarse el proyecto de masificación de gas natural en la localidad de Huancavelica.

F A S E S P R O Y E C T O	A C T I V I D A D E S	BIOTICO		FÍSICO						ANTROPICO			
		F L O R A	F A U N A	C L I M A	R U I D O	S U E L O S	A G U A	A I R E	P A I S A J E	D E M O G R Á F I C O	E C O N O M I C O	C U L T U R A L	P O L I T I C O
Preparación del sitio	Determinación del terreno y levantamiento topográfico	x	x										
	Estudio de suelos a través de calicatas para el tramo del tendido de tubería de Polietileno y la PSR				x	x	x	x		x			
	Replanteo del camino de acceso para el transporte de Cisternas Metaneras										x		
	Permisos municipales y otros entes Reguladores									x			x
	Mano de Obra calificada									x			
Obra civil antes del tendido de tuberías e instalación de la PSR	Rotura del pavimento con maquinaria pesada				x	x		x		x			
	Excavación de la zanja para el tendido de tuberías y preparación del terreno para la PSR				x	x	x	x	x		x	x	
	Reubicación del desmonte	x	x			x	x	x	x		x		
	Ubicación del área y construcción del almacén de obra civil				x	x							
	Mano de Obra calificada y no Calificada									x			
Obra Electromecánica	Armado de tuberías, soldadura de acero en la PSR y soldadura en termofusión y electrofusión de las tuberías de PE				x			x	x	x			
	Preparación de un almacén para desechos de material sobrante de tuberías y accesorios de PE				x	x			x		x		
	Mano de Obra calificada y no Calificada									x			
Obra civil después del tendido de tubería e instalación final de la PSR	Preparación del material de reposición para zanja y el terreno de la PSR				x	x							
	reposición del pavimento				x	x			x				
	Limpieza del lugar de influencia de trabajo					x			x	x			
	Mano de Obra calificada y no Calificada									x			
Pruebas y puesta en servicio	Prueba de resistencia y hermeticidad de la tubería de PE y de la PSR				x			x	x				
	Puesta en marcha de la Planta Satélite de Tregasificación.							x					
	Gasificación de la red de tuberías de PE				x								
	Tramites de cierre documentario con las municipalidades y Entes Reguladores									x			x
	Mano de Obra calificada y no Calificada									x			
Operación y mantenimiento	Operación de la PSR Carga y Descarga de GNL				x					x			
	Fuga de gases por maniobra de trabajos civiles por terceros	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x
	Mantenimiento de las tuberías de PE y la PSR				x					x	x		
	Mano de Obra calificada y no Calificada									x			

Tabla 22.

Matriz de Leopold, identificación del impacto ambiental positivo y/o negativo

EIA DEL TENDIDO DE TUBERÍAS E INSTALACIÓN DE LA PSR: PARA TRANSPORTE Y DISTRIBUCION DE GAS NATURAL EN LA LOCALIDAD DE HUANCAMELICA																							
F A S E S D E L	P R O Y E C T O	A C T I V I D A D E S	BIOTICO		FÍSICO						ANTROPICO				Nº Interacciones	Σ							
			F L O R A A	F A U N A	C L I M A	R U I D O	S U E L O S	A G U A	A I R E	P A I S A J E	D E M O G R Á F I C O	E C O N O M I C O	C U L T U R A L	P O L I T I C O	[+]	[-]	[+]	[-]					
Preparación del sitio	Determinación del terreno y levantamiento topográfico	-3	1	-3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-6	2			
	Estudio de suelos a través de calicatas para el tramo del tendido de tubería de Polietileno y la PSR	-	-	-6	6	-	-	-3	7	-5	6	-1	1	-2	1	-	-	-	-20	22			
	Replanteo del camino de acceso para el trasporte de Cisternas Metaneras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	5	4	-			
	Permisos municipales y ontros entes Reguladores	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	4	6	-			
	Mano de Obra calificada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	4	-			
Otra civil antes del tendido de tuberías e intalacion de la PSR	Rotura del pavimento con maquinaria pesada	-	-	-	-	-	-	-7	7	-9	7	-	-	-6	4	-	-	4	-	-28	22		
	Excavación de la zanja para el tendido de tuberías y preparación del terreno para la PSR	-	-	-	-	-	-	-4	4	-6	4	-2	1	-3	4	-8	4	1	6	9	7		
	Reubicación del desmonte	-8	7	-5	4	-	-	-8	7	-3	4	-2	3	-5	4	-	-	7	-	-34	30		
	Ubicación del área y construcción del almacén de obra civil	-	-	-	-	-	-	-1	1	-1	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-2	2		
	Mano de Obra calificada y no Calificada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	9	8	-	-		
Otra Electromecánica	Armado de tuberías, soldadura de acero en la PSR y soldadura en termofusión y electrofusión de las tuberías de PE	-	-	-	-	-	-	-4	3	-	-	-	-2	2	-4	2	+2	4	-	3	2		
	Preparacion de un almacen para desechos de material sobrante de tuberías y aacesorios de PE	-	-	-	-	-	-	-1	1	-5	2	-	-	-5	2	-	-	1	3	1	1		
	Mano de Obra calificada y no Calificada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	5	4	-	-		
Otra civil despues del tendido de tubería e intalación final de la PSR	Preparación del material de reposición para zanja y el terreno de la PSR	-	-	-	-	-	-	-2	2	-2	6	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-4		
	Reposición del pavimento	-	-	-	-	-	-	-4	2	+6	6	-	-	-	-5	2	-	1	2	6	6		
	Limpieza del lugar de influencia de trabajo	-	-	-	-	-	-	-	-	+6	6	-	-	-	+6	6	+6	6	-	18	18		
	Mano de Obra calificada y no Calificada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	6	-	-		
Pruebas y puesta en servicio	Prueba de resistencia y hermeticidad de la tubería de PE y de la PSR	-	-	-	-	-	-	-4	1	-	-	-	-2	1	-1	1	-	3	-	-	-7		
	Puesta en marcha de la Planta Satelite de Tregasificación.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1	1	-	-	-	1	-	-	-1		
	Gasificación de la red de tuberías de PE	-	-	-	-	-	-	-4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-4		
	Tramites de cierre documentario con las municipalidades y Entes Reguladores	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	2	8	-		
	Mano de Obra calificada y no Calificada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	2	-	-		
Operación y mantenimiento	Operación de la PSR Carga y Descarga de GNL	-	-	-	-	-	-	-2	6	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	-2	6		
	Fuga de gases por maniobra de trabajos civiles por terceros	-6	4	-2	2	-1	1	-6	2	-6	6	-5	2	-1	1	-10	4	-3	2	-	-44		
	Mantenimiento de las tuberías de PE y la PSR	-	-	-	-	-	-	-2	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-6	5		
	Mano de Obra calificada y no Calificada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	5	3	-	-		
síntesis	Numero de Iteraciones	[+] [-]	0 3	0 4	0 1	0 13	2 8	0 4	0 8	1 6	10 4	3 3	0 1	2 1	18 56								
	Σ		[+]										[-]				[72 83]						
	PROMEDIO DEL PROYECTO																[4.0 : 4.6]						
																[+] [-]		[-3.8 : 3.0]					

4.1.5 Evaluación económica del proyecto mediante los indicadores del valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).

4.1.5.1 Factibilidad económica y financiera del proyecto

Se evaluó los aspectos financieros para demostrar que la tesis de investigación concerniente a la masificación del gas natural en la localidad de Huancavelica, es rentable y demostrar que se posee la capacidad para atender satisfactoriamente los compromisos financieros que se derivan de la operación, se hará uso del Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR) para estos propósitos.

El proyecto contempla las siguientes inversiones:

- I. Cisternas o buses criogénicos.
- II. Planta Satélite (Capacidad de 150 m3).
- III. Tendido de tuberías.
 - a) Canalización de redes externas
 - b) Canalización de redes internas
- IV. Costos operativos.

I. Costo de inversión en cisternas o buses criogénicos

La vida útil de acuerdo a la tesis de investigación se determina en función un horizonte de 20 año, para lo cual será necesario adquirir tres Cisternas Criogénicas, en función a los precios que se contempla en la Tabla 16, siendo los costos unitarios de la inversión de los siguientes.

Tabla 23.

Costo de inversión de cisterna criogénica.

Inversión Cisterna Criogénica	Costo (US \$)
Cisterna	180,000.00**
Tracto	150,000.00*
Total	330,000.00

Fuente: Elaboración en base a datos de costos de Gases de Pacífico

En el primer año se necesitará una cisterna, en el año 7 una segunda y para el año 15 una tercera para cubrir la demanda de consumo de Gas Natural, esto se definió en la Tabla 24.

Tabla 24.

Cálculo de la cantidad de cisternas para un horizonte de 20 años.

Año referencial	Año	Distancia desde la Planta (Km)	Hrs de viaje - ida y vuelta (horas)	Hrs de viaje - ida y vuelta + 20% de seguridad (horas)	Días de viaje - ida y vuelta (días)	Consumo diario Gas (m3/día)	Consumo de GNL (m3/día)	Cantidad de Cisternas por día	Cantidad de recargas por mes al tanque estacionario de GNL	Cantidad de Viajes por mes (Ida y Vuelta)	Total de recorrido de camión Cisterna de GNL Km/mes	Capacidad de tanque estacionario de GNL
0	2019	357	19.07	22.88	0.95	6,174.00	10.29	0.23	7	14	4,960.56	10
1	2020	357	19.07	22.88	0.95	9,328.00	15.55	0.35	10	21	7,494.67	16
2	2021	357	19.07	22.88	0.95	17,531.00	29.22	0.65	20	39	14,085.44	29
3	2022	357	19.07	22.88	0.95	19,285.00	32.14	0.71	22	43	15,494.71	32
4	2023	357	19.07	22.88	0.95	21,080.00	35.13	0.78	24	47	16,936.92	35
5	2024	357	19.07	22.88	0.95	22,915.00	38.19	0.85	26	52	18,411.27	38
6	2025	357	19.07	22.88	0.95	25,670.00	42.78	0.95	29	58	20,624.80	43
7	2026	357	19.07	22.88	0.95	33,505.00	55.84	1.24	38	75	26,919.90	56
8	2027	357	19.07	22.88	0.95	35,659.00	59.43	1.32	40	80	28,650.55	59
9	2028	357	19.07	22.88	0.95	37,862.00	63.10	1.40	43	85	30,420.57	63
10	2029	357	19.07	22.88	0.95	40,115.00	66.86	1.48	45	90	32,230.76	67
11	2030	357	19.07	22.88	0.95	42,420.00	70.70	1.57	48	95	34,082.74	71
12	2031	357	19.07	22.88	0.95	47,068.00	78.45	1.74	53	106	37,817.21	78
13	2032	357	19.07	22.88	0.95	49,551.00	82.59	1.83	56	112	39,812.20	83
14	2033	357	19.07	22.88	0.95	53,049.00	88.42	1.96	60	119	42,622.70	88
15	2034	357	19.07	22.88	0.95	55,657.00	92.76	2.06	63	125	44,718.12	93
16	2035	357	19.07	22.88	0.95	57,737.00	96.23	2.14	65	130	46,389.32	96
17	2036	357	19.07	22.88	0.95	61,771.00	102.95	2.29	70	139	49,630.47	103
18	2037	357	19.07	22.88	0.95	63,502.00	105.84	2.35	71	143	51,021.26	106
19	2038	357	19.07	22.88	0.95	65,258.00	108.76	2.41	73	147	52,432.14	109
20	2039	357	19.07	22.88	0.95	67,115.00	111.86	2.48	76	151	53,924.16	112

II. Costo de inversión de la Planta Satélite de Regasificación del GNL

Para la estimación del costo de inversión de la planta satélite de regasificación se determinará a través de las plantas ya existentes en las ciudades de Arequipa, Ilo, Moquegua y Tacna, que corresponde al sector Sur de Perú, actualmente se encuentra bajo la operación de Petroperú y las ciudades de Chimbote, Huaras, Pacasmayo, Chiclayo, Lambayeque y Cajamarca ya que se está utilizando esta tecnología de transporte virtual con GNL de suministro de gas natural a dichas regiones.

Tabla 25.

Costo desgregado de las partes de una Planta Satélite de Regasificación

EQUIPOS DE UNA PLANTA SATELITE DE REGASIFICACION	CANTIDAD unidad	PRECIO UNITARIO \$/ unidad	PRECIO TOTAL (\$)
Depósito de Almacenamiento (150 m3)	1	470,000.00	470,000.00
Vaporizador Atmosférico PPR	1	15,000.00	15,000.00
Vaporizador Atmosférico de descarga	1	8,000.00	8,000.00
Vaporizador y/o Regasificador Atmosférico	3	37,733.33	113,200.00
Recalificador de agua caliente	1	9,700.00	9,700.00
Bomba de agua caliente para recalificador	1	6,077.14	6,077.14
Caldera de vaporizador	1	368,900.00	368,900.00
Estación y regulación de medida	1	33,000.00	33,000.00
Odorizador por contacto	1	2,500.00	2,500.00
Instalación por control	1	11,000.00	11,000.00
Instalación eléctrica	1	10,500.00	10,500.00
Extintor PQS 12 kg	6	450	2,700.00
Extintor PQS 25 kg	2	800	1,600.00
Extintor PQS 100 kg	60	2500	150,000.00
Terreno del emplazamiento	1	25,000.00	25,000.00
Obra civil de cubetos y Cercado de Planta	1	14,200.00	14,200.00
Instalación, montaje y puesta en marcha	1	39,000.00	39,000.00
Estudio de seguridad y salud	1	1,200.00	1,200.00
COSTO DE INVERSIÓN DE PLANTA SATÉLITE DE REFERENCIA		\$	1,281,577.14
		S/	5,075,045.48

Fuente: Elaboración propia con base en Gas Natural Fenosa Perú (2015c) y la empresa QUAVII

III. Costo de inversión para el tendido de tuberías

El costo de inversión por el tendido de tuberías de polietileno (PE) teniendo en cuenta los diferentes diámetros se ha tomado como referencia la Unidades de Costos de la empresa *Gases del Pacífico (QUAVII) para la ciudad de Huaraz*, ya que dicha ciudad se encuentra pavimentada casi toda el área territorial urbana con pavimento de

concreto, se muestran los precios en el Anexo 8, por ello se ha realizado una tabla específica según el diámetro de tubería que se va a canalizar en la ciudad de Huancavelica.

a. Costo por canalización de Tuberías Externas

La canalización o tendido de tuberías que se considera como redes externas, tiene como función transportar el Gas Natural, en este caso desde la planta ubicada en el sector de Yananaco (Comunidad de Callqui Chico) hasta el Ultimo Grifo Espinoza ubicado en el barrio de Santa Ana, las demás cruzando por el puente de Essalud, por el distrito de Ascensión, llegando al sector de Sancristóbal hasta la universidad Nacional de Huancavelica, otra derivación pasando por la Avenida Los Chancas, cada una de estas entregando Gas Natural a las viviendas conectadas, a continuación se describe los costos de los materiales y accesorios a utilizarse utilizando los precarios de Materiales y costos por la instalación con mano de obra con precarios de Mano de obra (Ver Anexo 8).

Tabla 26.

Huancavelica Costos por instalación de tuberías y accesorios.

Accesorio o Material	Unidad de medida	Precio por Metro o Unidad	Cantidad en (m) o Cantidad (Uno)	Precio por Intalacion S/	Precio total por la Cantidad e Instalación S/
TUBERIA POLIETILENO 110mm PE100 SDR11	Metro	S/ 34.00	9,000	S/ 35.75	627,721.20
TUBERIA POLIETILENO 160mm PE100 SDR11	Metro	S/ 48.67			0.00
TUBERIA POLIETILENO 200mm PE100 SDR11	Metro	S/ 77.65	11,000	S/ 116.97	2,140,872.80
TUBERIA POLIETILENO 20mm PE80 SDR11	Metro	S/ 1.59	-	-	-
TUBERIA POLIETILENO 25mm PE80 SDR11	Metro	S/ 2.72	-	-	-
TUBERIA POLIETILENO 32mm PE80 SDR11	Metro	S/ 3.52	78,207	S/ 3.62	558,332.92
TUBERIA POLIETILENO 63mm PE80 SDR11	Metro	S/ 12.52			-
TUBERIA POLIETILENO 90mm PE100 SDR11	Metro	S/ 15.94	5,408	S/ 25.60	224,626.69
CUPLA ELECTRO 110MM PE100 SDR11	Uno	S/ 43.86	751	S/ 23.94	50,915.70
CUPLA ELECTRO 160MM PE100 SDR11	Uno	S/ 63.15			-
CUPLA ELECTRO 200MM PE100 SDR11	Uno	S/ 203.15	925	S/ 65.46	248,375.45
CUPLA ELECTRO 20MM PE100 SDR11	Uno	S/ 11.16	-	-	-
CUPLA ELECTRO 25MM PE100 SDR11	Uno	S/ 9.79	-	-	-
CUPLA ELECTRO 32MM PE100 SDR11	Uno	S/ 8.33	28	S/ 15.60	670.13
CUPLA ELECTRO 63MM PE100 SDR11	Uno	S/ 33.76			0.00
CUPLA ELECTRO 90MM PE100 SDR11	Uno	S/ 35.49	452	S/ 19.45	24,814.93
POLIVALVULA PASO TOTAL 200mm PE100 SDR17	Uno	S/ 5,848.91	20	S/ 3,565.55	192,054.99
POLIVALVULA PASO TOTAL 110MM PE100	Uno	S/ 1,939.11	16	S/ 711.91	42,416.36
POLIVALVULA PASO TOTAL 32mm PE80 SDR11	Uno	S/ 153.15	28	S/ 134.26	8,047.52
POLIVALVULA PASO TOTAL 90mm PE100 SDR17	Uno	S/ 878.67	10	S/ 1,350.56	21,400.62
CODO SPIGOT 90° 200mm PE100 SDR17	Uno	S/ 214.31	7	S/ 426.61	4,486.41
TEE EQ SPIGOT 200MM PE100 SDR17	Uno	S/ 418.75	2	S/ 490.43	1,818.36
REDUCCION ELECTRO 200X110MM PE10	Uno	S/ 380.84	1	S/ 350.00	730.84
REDUCCION ELECTRO 200x90mm PE100 SDR11	Uno	S/ 275.13	1	S/ 375.00	650.13
PUNTO DE VENTEO Y GASIFICACIÓN	Uno	-	168	S/ 696.79	117,060.72
EMPALME Y GASIFICACIÓN	Uno	-	30	S/ 59,956.70	1,798,701.00
				Total S/	6,063,696.77
				Total \$	1,531,236.56

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27.

Precio por excavación, ingeniería, replanteo y registro de interferencias en la ciudad de Huancavelica.

SECTOR	TIPO DE TUBERIA TENDIADA EN TODO EL SECTOR	Longitud (m)						Longitud total (m)	Longitud total (m) mas su % de Sinuosidad	Ancho de Zanja (m)	Altura de Zanja (m)	Precio de excavacion por Metro lineal en Pav Concreto (S/)	Precio de Ingenieria y Replanteo (S/)	Precio Registro RDS (S/)	Precio total por Tendido de Tuberia (S/)	
		32 mm	63 mm	90 mm	110 mm	160 mm	200 mm									
TODOS LOS SECTORES	A - TUBERIA DE TRANSPORTE 160mm - 200mm	-	-	-	-	-	11,000.00	11,000.00	11,220.00	35.00	1.00	263.19	10.21	7.67	3,153,605.40	
		-	-		9,000.00			9,000.00	9,180.00	35.00	1.00	208.51	10.21	7.67	2,078,260.20	
	A - TUBERIA DE TRANSPORTE 63mm - 110mm	-	-	5,408.00	-	-		5,408.00	5,516.16	25.00	1.00	189.40	10.21	7.67	1,143,389.64	
ASCENSION	B - MALLA (32 mm) - 001	1,881.82	-	-	-	-	-	1,881.82	1,975.91	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	375,126.30	
	B - MALLA (32 mm) - 002	2,595.41	-	-	-	-	-	2,595.41	2,725.18	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	517,375.30	
	B - MALLA (32 mm) - 003	2,945.19	-	-	-	-	-	2,945.19	3,092.45	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	587,100.76	
	B - MALLA (32 mm) - 004	3,851.63	-	-	-	-	-	3,851.63	4,044.21	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	767,792.96	
	B - MALLA (32 mm) - 005	2,985.59	-	-	-	-	-	2,985.59	3,134.87	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	595,155.09	
	B - MALLA (32 mm) - 006	2,979.69	-	-	-	-	-	2,979.69	3,128.68	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	593,979.81	
	B - MALLA (32 mm) - 007	3,097.83	-	-	-	-	-	3,097.83	3,252.73	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	617,529.87	
	B - MALLA (32 mm) - 008	2,595.41	-	-	-	-	-	2,595.41	2,725.18	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	517,375.30	
SANCRISTOBAL	B - MALLA (32 mm) - 009	1,627.69	-	-	-	-	-	1,627.69	1,709.07	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	324,466.88	
	B - MALLA (32 mm) - 010	3,202.58	-	-	-	-	-	3,202.58	3,362.71	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	638,410.18	
	B - MALLA (32 mm) - 011	3,662.17	-	-	-	-	-	3,662.17	3,845.28	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	730,026.04	
	B - MALLA (32 mm) - 012	4,219.61	-	-	-	-	-	4,219.61	4,430.60	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	841,148.54	
	B - MALLA (32 mm) - 013	3,267.82	-	-	-	-	-	3,267.82	3,431.22	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	651,416.21	
	B - MALLA (32 mm) - 014	2,125.25	-	-	-	-	-	2,125.25	2,231.51	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	423,652.97	
	B - MALLA (32 mm) - 015	2,023.33	-	-	-	-	-	2,023.33	2,124.49	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	403,334.82	
	B - MALLA (32 mm) - 016	3,069.26	-	-	-	-	-	3,069.26	3,222.72	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	611,833.32	
SANTA ANA	B - MALLA (32 mm) - 017	2,358.55	-	-	-	-	-	2,358.55	2,476.47	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	470,158.48	
	B - MALLA (32 mm) - 018	2,356.43	-	-	-	-	-	2,356.43	2,474.25	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	469,735.81	
	B - MALLA (32 mm) - 019	2,516.58	-	-	-	-	-	2,516.58	2,642.41	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	501,662.19	
CENTRO	B - MALLA (32 mm) - 020	3,128.27	-	-	-	-	-	3,128.27	3,284.68	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	623,596.33	
	B - MALLA (32 mm) - 021	2,954.37	-	-	-	-	-	2,954.37	3,102.08	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	588,930.66	
	B - MALLA (32 mm) - 022	3,025.16	-	-	-	-	-	3,025.16	3,176.42	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	603,042.48	
	B - MALLA (32 mm) - 023	3,003.63	-	-	-	-	-	3,003.63	3,153.81	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	598,750.28	
YANANACO	B - MALLA (32 mm) - 024	3,152.03	-	-	-	-	-	3,152.03	3,309.63	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	628,332.70	
	B - MALLA (32 mm) - 025	3,227.27	-	-	-	-	-	3,227.27	3,388.63	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	643,331.23	
	B - MALLA (32 mm) - 026	2,265.33	-	-	-	-	-	2,265.33	2,378.59	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	451,575.57	
	B - MALLA (32 mm) - 027	2,056.24	-	-	-	-	-	2,056.24	2,159.05	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	409,895.18	
	B - MALLA (32 mm) - 028	2,032.55	-	-	-	-	-	2,032.55	2,134.18	25.00	0.742	171.97	10.21	7.67	405,173.92	
PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA	Puente Disparate	-	-	-	-	-	150.00	150.00	153.00	-	-	-	-	-	230,000.00	
	Puente Essalud	-	-	-	210.00	-		210.00	214.20	-	-	-	-	-	250,000.00	
	Puente Villa Agraria	-	-	130.00	-	-		130.00	132.60	-	-	-	-	-	185,450.00	
															Total en S/	16,255,359.19
															Total en \$	4,104,888.68

Fuente: Elaboración propia

De los costos por mano de obra calificada y no calificada para la excavación de zanja e instalación, se hace la descripción, donde las tuberías se dividen en transporte y distribución de gas natural, en la empresa Quavii se ha determinado que en cada proyecto de canalización de tuberías de polietileno (PE) en redes externas en las valorizaciones por mano de obra siempre tiene un incremento de 20% a 25%, ya que los imprevistos por mayor excavación, derrumbe de zanja, mayor profundidad de zanja o ensanchamiento por la excavación propia u otros factores (Ver Tabla 67 y 68), el concesionario Quavii reconoce dicho incremento, pagando a sus contratista constructor, de la Tabla 27 el costo por excavación y otros es de S/ 16,255,359.19 soles, el incremento por adicionales de costos de obra se considerará el promedio de 22.5% de incremento, que representa un total de S/ 3,657,455.81 soles y en total se va a considerar S/ 19,912,815.00 que equivale a \$ 5,028,488.64.

Para los costos por cantidad e instalación de tuberías y accesorios es de S/ 6,063,696.77 soles, se utilizará la misma metodología para casos donde exista imprevistos cuyas instalaciones por fallas de fábrica, fallas humanas, etc., con un aumento del 11%, en total sería de S/ 6,670,066.44 que equivale a \$ 1,531,360.21.

b. Costo por canalización de Tuberías Externas

En este apartado, la canalización de tuberías como redes internas, sirve para entregar el gas natural desde la acometida hasta los equipos que utilizan la matriz energética del Gas Natural.

En la Tabla 28 se cuenta con la cantidad de viviendas que existe en los distritos de Huancavelica y Ascensión, donde para cada año es un acumulado de instalaciones, donde cada año debe de cumplirse una meta de instalaciones de redes domiciliarias internas, el costo de materiales y mano de obra se tomará de las notaciones del BONO GAS del Ministerio de Energía y Minas (MEM), en la actualidad por red instalada y habilitada el MEM hace el pago correspondiente de S/ 1,600 soles, eso cubre la mano de obra, el material a utilizar y la ganancia como incentivo para el constructor, pero para la tesis de investigación se ha considerado solo el material y mano de obra que equivale a S/ 900 soles, a continuación se tiene el acumulado costo total por las instalaciones internas para cada año hasta llegar al año N° 20, las instalaciones para el

primer año debe de llegar a 3,670 viviendas, posterior a ello debe realizar en promedio de 958 viviendas por cada año, para llegar a las 22,837 viviendas que representa el 80% del total, este en costo total equivale a S/ 20,553,300 soles que equivale a \$ 5,164,146 dólares americanos la diferencia de las viviendas instaladas son aquellas que no se ha podido realizar su instalación por motivos de no cumplimiento a la normativa concerniente a redes internas NTP 111.011 (*Diseño y cálculo de instalaciones internas residenciales y comerciales*), por que el cliente no quiso cambiar su matriz de consumo energético o porque las viviendas se encuentran al centro de las manzanas (Conjunto de predios) y no se puede ingresar.

Tabla 28.

Costos por instalación de red interna o domiciliaria.

Año	N° de Viv. en Hvca y Ascensión	N° de Viv conectadas	Acumulado del Costo por Construcción de Redes Internas S/	Costo por Construcción de Redes Internas \$ (Por Año)
2019	18,938	3,670	3,303,000	834,091
2020	19,451	3,710	3,339,000	9,091
2021	19,977	4,689	4,220,100	222,500
2022	20,519	5,688	5,119,200	227,045
2023	21,074	6,709	6,038,100	232,045
2024	21,645	7,752	6,976,800	237,045
2025	22,231	8,817	7,935,300	242,045
2026	22,834	9,905	8,914,500	247,273
2027	23,452	11,015	9,913,500	252,273
2028	23,891	12,149	10,934,100	257,727
2029	24,338	13,306	11,975,400	262,955
2030	24,794	14,487	13,038,300	268,409
2031	25,258	15,692	14,122,800	273,864
2032	25,731	16,923	15,230,700	279,773
2033	26,213	18,178	16,360,200	285,227
2034	26,704	19,459	17,513,100	291,136
2035	27,204	20,766	18,689,400	297,045
2036	27,713	20,995	18,895,500	52,045
2037	28,232	21,002	18,901,800	1,591
2038	28,655	21,572	19,414,800	129,545
2039	29,085	22,837	20,553,300	287,500

Fuente: Elaboración propia

IV. Costos operativos

a. Costos operativos del transporte de GNL mediante cisternas criogénicas

Los costos operativos en el sistema de transporte Pampa Melchorita – Planta Satélite de Regasificación fueron calculados en la siguiente tabla, La estimativa del

costo operacional del sistema de transporte es basada en los principios de datos de entrada, cuáles sean: costo fijo y costo variable” (López B., 2014, p. 5).

Tabla 29.

Resumen de costos conceptuales.

COSTO	FORMA DE CÁLCULO
DEPRECIACIÓN	$C_{dep} = (V_a - V_r) / n$
COSTO FINANCIERO	$C = V_a((1+i)^{1/12} - 1)$
COSTO ADMINISTRATIVO	VER TABLA DE COSTOS ADMINISTRATIVOS
SEGURO VEHICULAR	VER TABLA DE COSTO DE SEGURO
PERSONAL	SALARIOS + CARGAS SOCIALES
NEUMÁTICOS	COSTO PROMEDIO EN EL MERCADO
LAVADO/LUBRICACIÓN	COSTO ESTIMADO POR KILÓMETRO
COMBUSTIBLE	COSTO PROMEDIO EN EL MERCADO
MANTENIMIENTO	COSTO ESTIMADO POR KILÓMETRO

Fuente: Elaboración en base Paper No 599.00, presented at the IGU 24th World Gas Conference (Argentina 2009)

Tabla 30.

Resumen de costos de mantenimiento del vehículo.

Descripción	
Costo del mantenimiento cada 10,000 Km, considerando el lubricante	US \$ 800.00
Intervalo de cambio de llantas del tracto	140,000 Km
Intervalo de reencauche	70,000 Km
Costo total de una llanta y de su reencauche	US \$ 290.91
Intervalo para el cambio de aceite	10,000 Km

Fuente: Evaluación Técnico – Económica de las Alternativas Tecnológicas de Transporte de Gas Natural, (Lopez B., p. 8)

Tabla 31.

Planilla de costos para una Planta Satélite de Regasificación.

ENTRADA DE DATOS			SALIDA DE DATOS		
COSTOS DE EMPRESA			INDICE DE COSTOS FIJOS		
Salario de conductor	\$/mes	722	Depreciación	\$/mes	463.00
Horas de trabajo/mes	hr/mes	176	Salario de conductor	\$/mes	1,210.50
Cargas sociales del conductor	\$/mes	312.5	Mano de Obra	\$/mes	1,034.70
Costo de oportunidad del capital	%	12	Seguro vehicular	\$/mes	358.50
Costo administrativo	\$/mes	0.00	Costo fijo	\$/mes	4,074.90
DATOS DEL VEHÍCULO			Costo administrativo	\$/mes	0.00
Consumo de combustible	km/gln	9.58	Costo fijo (incluyendo Costos administrativos)	\$/mes	4,074.90
Intervalo de cambio de lubricante	km	10000	ITEM DE COSTO VARIABLE		
Número de neumáticos	un	18	Combustible	\$/Km	0.143
Costo estimado del mantenimiento/Km	\$/Km	0.08	Neumáticos y rencauche	\$/Km	0.037
Intervalo de cambio de neumático	km	140,000.00	Mantenimiento incluyendo lubricación	\$/Km	0.080
DATOS DE MERCADO			Costo variable	\$/Km	0.260
Valor de adquisición de vehículo	\$	150,000.00			
Vida útil del vehículo	meses	120.00	Costos fijos	\$/mes	4,074.90
Valor residual de vehículo	\$	15,000.00			
Precio de combustible	\$/gln	4.15	Costos variables	\$/Km	0.260
Precio de neumático y rencauche	\$	290.91			
Seguro vehicular	\$/año	4,302.00			

Fuente: Elaboración en Base a Planilla de Costos (López B., p. 6)

Tabla 32.

Resumen de costos operativos para un horizonte de 20 años.

Año	Total Km/mes	Distancia recorrida por año (La)	Costo operacional total anual (CO trans) 12 Ncist . Cf + Cv.La \$/año
2019	4,960.56	59,527	64,392.74
2020	7,494.67	89,936	72,307.86
2021	14,085.44	169,025	92,893.67
2022	15,494.71	185,937	97,295.42
2023	16,936.92	203,243	101,800.05
2024	18,411.27	220,935	106,405.07
2025	20,624.80	247,498	113,318.88
2026	26,919.90	323,039	132,981.18
2027	28,650.55	343,807	138,386.74
2028	30,420.57	365,047	143,915.27
2029	32,230.76	386,769	149,569.28
2030	34,082.74	408,993	155,353.79
2031	37,817.21	453,807	167,018.17
2032	39,812.20	477,746	173,249.37
2033	42,622.70	511,472	182,027.77
2034	44,718.12	536,617	188,572.67
2035	46,389.32	556,672	193,792.52
2036	49,630.47	595,566	203,916.04
2037	51,021.26	612,255	208,260.06
2038	52,432.14	629,186	212,666.83
2039	53,924.16	647,090	217,327.06

b. Costos administrativos

En el siguiente contenido se brinda una detallada información para que la PSR en la ciudad de Huancavelica esté en funcionamiento operativo.

Tabla 33.

Costos administrativos durante la operación y mantenimiento de una PSR en la ciudad de Huancavelica.

ITEM	CONCEPTO	CANTIDAD	MONTO MENSUAL (S/.)
1	GERENTE DE OPERACIONES	1	5,000
2	JEFE DE PLANTA	1	4,000
3	ASISTENTE DE PLANEAMIENTO	1	2,500
4	ASISTENTE DE COSTOS	1	2,500
5	ASISTENTE DE LOGISTICA	1	2,500
6	SECRETARIA	1	1,500
7	CONTADOR	1	2,500
8	MANTENIMIENTO OFICINA	Global	1,500
9	VIGILANCIA	3	1,500
10	TÉCNICOS DE MANTENIMEINTO	3	1,800
TOTAL (S/.)			25,300
TOTAL (US \$)			6,389

c. Costos operativos de almacenamiento de GNL en La Planta Satélite de Regasificación

Los costos operativos para el almacenamiento de GNL se consideraron aproximadamente como el 12.99 % de los costos de inversión de la planta satélite.

Tabla 34.

Costos operativos por opex para cada planta es 218,000 usd/años.

COSTO DE INVERSIÓN DE PLANTA SATÉLITE DE REGASIFICACION \$	1,677,927.14
OPEX USD / año	218,000
%	12.99%
COSTO DE OPERATIVO DE PLANTA SATÉLITE DE (150 m3) \$	218,000

Fuente: Elaboración a partir del II Congreso Internacional del gas Natural, 2019 y a New Business Approach to Conventional Small Scale LNG, (Paper N° 599.00. p. 28)

d. Otras consideraciones en el desarrollo económico

Depreciación. - Se asumió como el 10% del costo de inversión

Impuesto. - 30%

El precio de 1 m3 de Gas Natural de acuerdo a las categorías tarifarias, sería para la categoría residencial de S/ 2.60 soles, Comercial de S/ 2.20 Soles y para categoría Gas Natural Vehicular de S/ 1.80 Soles, en promedio equivale a S/ 2.20 Soles y en dólares 0.555 \$/m3, siendo las ventas anuales como se muestra en la Tabla 35.

OBS: El precio de venta si lo conocemos y el costo variable lo hemos ajustado para que concuerde con la recuperación que se dará en algún año y todo coincida con los cálculos que se viene realizando en la presente investigación.

Tabla 35.

Resumen de ventas anuales en m3 de GN para el periodo de 20 años.

Año referencial	Año	Producción diaria (Sm3/día)	Producción diaria GNL (m3/día)	Ventas Diarias (m3 de GN) \$	Ventas Mensuales (m3 de GN) \$	Ventas Anuales (m3 de GN) \$	Compras Anuales de GN (m3 de GN) \$	Ventas anuales Netas (m3 de GN) \$
0	2,019	6,174	10	3,426	104,211	1,250,531	744,458	506,073
1	2,020	9,328	16	5,176	157,447	1,889,367	1,124,765	764,602
2	2,021	17,531	29	9,728	295,906	3,550,867	2,113,878	1,436,989
3	2,022	19,285	32	10,702	325,511	3,906,136	2,325,375	1,580,761
4	2,023	21,080	35	11,698	355,809	4,269,710	2,541,815	1,727,895
5	2,024	22,915	38	12,716	386,782	4,641,385	2,763,078	1,878,307
6	2,025	25,670	43	14,245	433,284	5,199,405	3,095,275	2,104,130
7	2,026	33,505	56	18,593	565,531	6,786,367	4,040,015	2,746,353
8	2,027	35,659	59	19,788	601,888	7,222,656	4,299,743	2,922,913
9	2,028	37,862	63	21,011	639,072	7,668,869	4,565,379	3,103,489
10	2,029	40,115	67	22,261	677,101	8,125,209	4,837,045	3,288,164
11	2,030	42,420	71	23,540	716,007	8,592,082	5,114,981	3,477,101
12	2,031	47,068	78	26,119	794,460	9,533,525	5,675,434	3,858,091
13	2,032	49,551	83	27,497	836,371	10,036,451	5,974,833	4,061,618
14	2,033	53,049	88	29,438	895,414	10,744,964	6,396,620	4,348,344
15	2,034	55,657	93	30,886	939,434	11,273,209	6,711,091	4,562,118
16	2,035	57,737	96	32,040	974,542	11,694,508	6,961,896	4,732,612
17	2,036	61,771	103	34,278	1,042,632	12,511,586	7,448,314	5,063,273
18	2,037	63,502	106	35,239	1,071,850	12,862,197	7,657,037	5,205,160
19	2,038	65,258	109	36,213	1,101,489	13,217,871	7,868,774	5,349,097
20	2,039	67,115	112	37,244	1,132,834	13,594,002	8,092,690	5,501,312

4.1.5.2 Cálculo del VANE (VAN económico) y TIRe (TIR económico)

A continuación, se determinará la viabilidad económica del proyecto global, considerando la inversión total con una tasa mínima de retorno aceptable de la inversión que es el 12%, donde de acuerdo al contrato BOOT para proyectos de Hidrocarburos en el Perú, la tasa de actualización es del 12% real anual y está definida según señala el artículo 3° del D.S. N° 046-2002-EM.

Entonces para aceptar la viabilidad de los indicadores se tomará en cuenta los siguientes criterios de aceptación, si:

VANE>0	ACEPTAR
VANE<0	RECHAZAR

TIRE>T _{mC}	ACEPTAR
TIRE<T _m	RECHAZAR

A continuación, se podrá apreciar en la Tabla 36 y 37 el detalle de estado de pérdidas y ganancias que incluye el resumen de la inversión, costos operativos, ingresos por año, depreciación, impuestos y la utilidad neta del proyecto, además los indicadores del proyecto: VANe y TIRe.

Tabla 36

Resumen económico del estado de pérdidas y ganancias del proyecto sin financiamiento desde el año 1 al 10.

	AÑOS										
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
INVERSION US\$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tendido de Tuberías y Accesorios	6,712,848.85										
Cisternas Criogénicas	330,000.00							330,000.00			
Plantas Satélites	1,281,577.14										
INGRESOS US\$											
Ingresos por ventas	0.00	764,601.64	1,436,988.77	1,580,761.42	1,727,894.78	1,878,306.87	2,104,129.93	2,746,352.68	2,922,912.71	3,103,489.19	3,288,164.09
COSTOS OPERATIVOS US\$											
Costo Operativo de Transporte Criogénicas	0.00	72,307.86	92,893.67	97,295.42	101,800.05	106,405.07	113,318.88	132,981.18	138,386.74	143,915.27	149,569.28
Costo Operativo de Plantas Satélites	0.00	166,476.87	166,476.87	166,476.87	166,476.87	166,476.87	166,476.87	166,476.87	166,476.87	166,476.87	166,476.87
DEPRECIACION US\$											
Depreciación	0.00	916,760.78	939,010.78	961,715.33	984,919.87	1,008,624.42	1,032,828.96	1,090,556.24	1,115,783.51	1,141,556.24	1,167,851.69
INVERSION TOTAL US\$											
Inversión	8,324,425.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	330,000.00	0.00	0.00	0.00
Inversion por Instalaciones Redes Internas	834,090.91	9,090.91	222,500.00	227,045.45	232,045.45	237,045.45	242,045.45	247,272.73	252,272.73	257,727.27	262,954.55
FLUJO											
Costos(Transporte criogenico,Planta satelite)	0.00	238,784.73	259,370.54	263,772.29	268,276.93	272,881.94	279,795.75	299,458.05	304,863.61	310,392.15	316,046.16
Costo Total (Incluyendo la depreciación)	0.00	1,155,545.51	1,198,381.32	1,225,487.61	1,253,196.80	1,281,506.36	1,312,624.71	1,390,014.28	1,420,647.12	1,451,948.38	1,483,897.85
Utilidad Bruta(Ingresos -Costo Total)	0.00	-390,943.87	238,607.45	355,273.81	474,697.98	596,800.51	791,505.22	1,356,338.40	1,502,265.58	1,651,540.80	1,804,266.24
Impuesto 30%	0.00	-117,283.16	71,582.23	106,582.14	142,409.39	179,040.15	237,451.57	406,901.52	450,679.68	495,462.24	541,279.87
Flujo Neto (incluyendo impuestos)	-9,158,516.90	634,009.16	883,536.00	983,361.54	1,085,163.00	1,189,339.32	1,344,837.16	1,462,720.39	1,915,096.69	2,039,907.53	2,167,883.51
Flujo Neto Acumulado	-9,158,516.90	-8,524,507.74	-7,640,971.75	-6,657,610.21	-5,572,447.21	-4,383,107.89	-3,038,270.72	-1,575,550.34	339,546.35	2,379,453.88	4,547,337.39
RESULTADOS											
VAN	3,119,209.19	US\$									
TIR	16%										
PAYBACK (PERIODO DE RECUPERACION)	7.83	AÑOS									

Tabla 37.

Resumen económico del estado de pérdidas y ganancias del proyecto sin financiamiento desde el año 11 al 20.

	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
INVERSION US\$	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tendido de Tuberías y Accesorios										
Cisternas Criogénicas					330,000.00					
Plantas Satélites										
INGRESOS US\$										
Ingresos por ventas	3,477,101.35	3,858,090.67	4,061,618.31	4,348,343.93	4,562,117.63	4,732,611.99	5,063,272.69	5,205,160.06	5,349,096.65	5,501,312.05
COSTOS OPERATIVOS US\$										
Costo Operativo de Transporte Criogénicas	155,353.79	167,018.17	173,249.37	182,027.77	188,572.67	193,792.52	203,916.04	208,260.06	212,666.83	217,327.06
Costo Operativo de Plantas Satélites	166,476.87	166,476.87	166,476.87	166,476.87	166,476.87	166,476.87	166,476.87	166,476.87	166,476.87	166,476.87
DEPRECIACION US\$										
Depreciación	1,194,692.60	1,222,078.96	1,250,056.24	1,278,578.96	1,340,692.60	1,370,397.14	1,375,601.69	1,375,760.78	1,388,715.33	1,417,465.33
INVERSION TOTAL US\$										
Inversión	0.00	0.00	0.00	0.00	330,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Inversion por Instalaciones Redes Internas	268,409.09	273,863.64	279,772.73	285,227.27	291,136.36	297,045.45	52,045.45	1,590.91	129,545.45	287,500.00
FLUJO										
Costos(Transporte criogenico,Planta satelite)	321,830.66	333,495.04	339,726.24	348,504.64	355,049.54	360,269.40	370,392.91	374,736.94	379,143.70	383,803.93
Costo Total (Incluyendo la depreciación)	1,516,523.26	1,555,574.00	1,589,782.48	1,627,083.60	1,695,742.14	1,730,666.54	1,745,994.60	1,750,497.72	1,767,859.03	1,801,269.26
Utilidad Bruta(Ingresos -Costo Total)	1,960,578.09	2,302,516.67	2,471,835.84	2,721,260.33	2,866,375.49	3,001,945.45	3,317,278.09	3,454,662.35	3,581,237.62	3,700,042.79
Impuesto 30%	588,173.43	690,755.00	741,550.75	816,378.10	859,912.65	900,583.63	995,183.43	1,036,398.70	1,074,371.29	1,110,012.84
Flujo Neto (incluyendo impuestos)	2,298,688.17	2,559,977.00	2,700,568.59	2,898,233.92	2,726,019.08	3,174,713.50	3,645,650.90	3,792,433.51	3,766,036.21	3,719,995.28
Flujo Neto Acumulado	6,846,025.56	9,406,002.56	12,106,571.15	15,004,805.07	17,730,824.15	20,905,537.65	24,551,188.55	28,343,622.06	32,109,658.27	35,829,653.55
RESULTADOS										
VAN	3,119,209.19	US\$								
TIR	16%									
PAYBACK (PERIODO DE RECUPERACION)	7.83	AÑOS								

4.2 Discusión de resultados

Para determinar la demanda de consumo de Gas Natural en la localidad de Huancavelica, el análisis se basó en la cuantificación de la demanda de energéticos cuyo uso podría ser sustituido por el gas natural.

El primer paso fue la identificación y/o estimación de los diferentes tipos de consumidores (residenciales, comerciales y gas natural vehicular “GNV”) y del número total de consumidores, por tipo, que existe en los distritos de Huancavelica y Ascensión, sobre la bases de datos identificadas para cada una de las categorías, se efectuaron los estudios de campo que permitirían conocer de primera fuente no sólo el consumo de energéticos sino los hábitos típicos y algunas características particulares de los hogares y comercios encuestados (Ver Anexo 2).

Finalmente se procesó la información relevada sobre la cual se realizó el análisis de la demanda potencial de gas natural.

Se ha tomado como universo de encuestados a 647 viviendas de las cuales es mayor al mínimo de datos muestrales ($n = 634$) donde se encontró que 18 viviendas se dedican al comercio.

Tabla 38.

Familias encuestadas que utilizan como energético el GLP.

	Total de viviendas encuestadas			
	Centro y Santana	Sancristobal	Yananaco	Ascensión
Viviendas	104	104	114	307
Comercios	5	2	3	8

Fuente: Elaboración en base a la encuesta realizada en el 2018

De la Tabla 38, se puede sintetizar que se ha encuestado a 647 viviendas que consumen como energético el cilindro de GLP cada uno independiente de lo que pueda dar uso pero se ha priorizado aquellos que utilizan GLP como combustible, se ha sectorizado en cuatro zonas donde en el sector Centro y Santa Ana se encuestó a 109 viviendas y 5 de ellas se dedican al comercio, en San Cristóbal 106 viviendas y 2 de ellas se dedican al comercio, en Yananaco 117 viviendas y 3 de ellas se dedican al comercio,

por último, en Ascensión 315 viviendas y 8 de ellas se dedican al comercio, a la vez se realizó la encuesta de manera aleatoria en los sectores céntricos, encontrándose cierta cantidad de comercios por cada sección encuestada.

En la Tabla 39 se muestra el sector de Centro y Santa Ana donde se ha encuestado a un total de 109 familias y se encontró 5 viviendas que se dedican al comercio utilizando el energético GLP.

Tabla 39.

Resultados al sector Centro y Santana

Nº Viviendas	Centro y Santana			
	Nº de Personas que habitan	Cilindro GLP (Uno)	Costo Mensual S/	Valor unitario de GLP S/
1	5	2	76	38
2	4	1	38	38
3	4	2	74	37
4	7	2	74	37
5	4	1	37	37
6	5	2	74	37
7	7	2	74	37
8	5	2	74	37
9	5	1	36	36
10	3	1	37	37
11	5	1	38	38
12	4	1	37	37
13	6	2	74	37
14	4	1	37	37
15	4	2	74	37
16	12	5	185	37
17	6	2	70	35
18	3	1	36	36
19	6	2	74	37
20	3	1	37	37
21	4	1	37	37
22	4	1	37	37
23	2	1	37	37
24	7	2	76	38
25	3	1	37	37
26	4	2	74	37

27	4	2	74	37
28	5	2	74	37
29	4	2	74	37
30	4	2	76	38
31	7	2	76	38
32	6	2	74	37
33	5	2	70	35
34	2	1	35	35
35	2	0.5	17.5	35
36	3	1	38	38
37	5	2	74	37
38	2	1	38	38
39	5	2	76	38
40	4	1	35	35
41	6	2	70	35
42	5	1	35	35
43	6	2	70	35
44	7	1	35	35
45	3	1	35	35
46	3	2	74	37
47	5	1	38	38
48	8	2	76	38
49	3	1	38	38
50	5	1	38	38
51	3	1	38	38
52	6	2	76	38
53	4	2	76	38
54	4	2	76	38
55	6	1	35	35
56	5	1	36	36
57	10	2	76	38
58	4	4	152	38
59	3	1	38	38
60	4	1	38	38
61	3	1	37	37
62	3	1	35	35
63	4	1	35	35
64	6	1.5	55.5	37
65	3	1	38	38
66	5	1	38	38
67	2	1	38	38
68	6	2	76	38

		69	6	1	38	38
		70	7	2	70	35
		71	9	2	76	38
		72	4	1	38	38
		73	7	2	76	38
		74	5	1	38	38
		75	3	1	38	38
		76	4	1	38	38
		77	5	1	38	38
		78	3	1	35	35
		79	7	3	114	38
		80	5	2	76	38
		81	3	2	76	38
		82	4	2	76	38
		83	5	1	38	38
		84	4	1	38	38
		85	11	2	76	38
		86	5	1	38	38
		87	4	2	76	38
		88	1	0.5	18.5	37
		89	3	2	76	38
		90	4	2	76	38
		91	8	3	108	36
		92	10	4	140	35
		93	6	1	38	38
		94	19	8	288	36
		95	8	2	72	36
		96	5	1	38	38
		97	3	1	38	38
		98	5	2	76	38
		99	6	3	114	38
		100	11	3	114	38
		101	10	4	140	35
		102	6	1	38	38
		103	19	8	288	36
		104	3	1	38	38
Hotel	Comercio	1		16	608	38
Hotel	Comercio	2		17	629	37
Lavandería	Comercio	3		24	888	37
Baños Turcos	Comercio	4		28	1008	36
Restaurante	Comercio	5		32	1184	37

Fuente: Elaboración en base a la encuesta realizada en el 2018

De la tabla 39 podemos promediar la cantidad de personas que habitan en una vivienda que es 5, el consumo de cilindros por mes es 1.665 cilindros y el promedio del valor monetario que se recopiló en la fecha del 2018 fué de S/ 37.125.

En la siguiente Tabla 40 se muestra el sector de Sancristobal donde se ha encuestado a un total de 106 familias y se encontró 2 viviendas que se dedican al comercio utilizando el energético GLP.

Tabla 40.

Resultados de encuestas al sector de Sancristobal.

N° Vivienda	Sancristobal		Costo Mensual S/	Valor unitario de GLP S/
	N° de Personas que habitan	Cilindro GLP (Uno)		
1	2	1	37	37
2	6	2	76	38
3	6	2	74	37
4	6	2	72	36
5	5	2	70	35
6	2	1	38	38
7	7	2	76	38
8	8	2	68	34
9	6	2	72	36
10	8	6	240	40
11	4	1	37	37
12	2	1	38	38
13	4	3	108	36
14	4	1	35	35
15	5	2	76	38
16	2	1	37	37
17	1	1	36	36
18	3	1	38	38
19	6	1	36	36
20	5	1	35	35
21	8	2	72	36
22	4	2	68	34
23	3	1	40	40
24	5	1	38	38

25	5	1	38	38
26	3	2	70	35
27	6	1	36	36
28	4	1	35	35
29	3	1	36	36
30	5	1	35	35
31	4	1	36	36
32	3	1	35	35
33	6	1	37	37
34	4	1	35	35
35	4	1	36	36
36	4	2	74	37
37	3	1	38	38
38	3	1	36	36
39	3	1	36	36
40	3	1	36	36
41	2	1	36	36
42	8	2	72	36
43	4	1	38	38
44	3	1	38	38
45	3	1	36	36
46	5	1	37	37
47	2	1	35	35
48	8	2	70	35
49	3	1	36	36
50	7	2	72	36
51	4	1	35	35
52	3	1	36	36
53	3	2	76	38
54	6	2	76	38
55	5	1	37	37
56	4	1	36	36
57	5	3	105	35
58	6	2	70	35
59	4	2	72	36
60	3	1	37	37
61	4	2	72	36
62	5	1.5	54	36
63	4	1	36	36
64	5	2	72	36
65	6	1	35	35
66	6	2	72	36

		67	5	1	37	37
		68	4	1	38	38
		69	5	2	70	35
		70	3	1	37	37
		71	4	1	36	36
		72	4	2	72	36
		73	7	2	74	37
		74	8	1	37	37
		75	10	2	74	37
		76	9	1	35	35
		77	10	3	105	35
		78	6	1	38	38
		79	5	1	35	35
		80	6	1	38	38
		81	5	1	35	35
		82	4	1	38	38
		83	4	1	36	36
		84	4	1	35	35
		85	5	1	38	38
		86	13	4	140	35
		87	6	2	72	36
		88	3	1	36	36
		89	4	1	36	36
		90	16	3	105	35
		91	1	1	34	34
		92	16	4	120	30
		93	5	1	35	35
		94	5	2	70	35
		95	3	1	38	38
		96	5	3	105	35
		97	5	1	37	37
		98	2	1	38	38
		99	5	1	35	35
		100	5	1	35	35
		101	7	2	74	37
		102	8	1	37	37
		103	10	2	74	37
		104	9	1	35	35
Lavandería	Comercio	1		22	792	36
Panadería	Comercio	2		11	385	35

Fuente: Elaboración en base a la encuesta realizada en el 2018

De la Tabla 40 podemos promediar la cantidad de personas que habitan en una vivienda que es 5, el consumo de cilindros por mes es 1.495 cilindros y el promedio del valor monetario que se recopiló en la fecha del 2018 es de S/ 36.246.

En la siguiente Tabla 41 se muestra el sector de Yananaco donde se ha encuestado a un total de 117 familias y se encontró 3 viviendas que se dedican al comercio utilizando el energético GLP.

Tabla 41.

Resultados de encuestas al sector Yananaco.

N° Vivienda	Yananaco		Costo Mensual S/	Valor unitario de GLP S/
	N° de Personas que habitan	Cilindro GLP (Uno)		
1	4	2	76	38
2	4	1	38	38
3	1	1	38	38
4	3	1	38	38
5	2	1	38	38
6	5	1	38	38
7	2	1	36	36
8	4	2	70	35
9	3	1	36	36
10	3	1	37	37
11	6	2	36	18
12	5	2	72	36
13	4	1	36	36
14	11	2	76	38
15	5	2	76	38
16	7	3	105	35
17	3	1	37	37
18	4	1	38	38
19	8	1	38	38
20	6	3	105	35
21	7	1	37	37
22	4	2	78	39
23	3	2	78	39
24	5	2	72	36
25	6	2	78	39

26	3	2	76	38
27	10	2	74	37
28	6	2	76	38
29	7	2	74	37
30	4	1	38	38
31	8	3	114	38
32	3	1	37	37
33	6	2	78	39
34	5	2	72	36
35	5	3	108	36
36	5	2	72	36
37	6	2	72	36
38	5	2	72	36
39	4	1.5	57	38
40	3	1	36	36
41	3	1	37	37
42	3	1	38	38
43	9	3	108	36
44	7	2	72	36
45	6	1	36	36
46	4	2	72	36
47	5	1.5	54	36
48	6	2	72	36
49	6	2	72	36
50	5	2	72	36
51	6	2	72	36
52	5	3	108	36
53	2	1	38	38
54	3	1	37	37
55	4	2	72	36
56	5	2	72	36
57	5	2	72	36
58	3	1	38	38
59	7	2	76	38
60	13	1	38	38
61	13	2	76	38
62	10	2	76	38
63	4	1	38	38
64	5	1	35	35
65	5	1	38	38
66	11	2	76	38
67	4	4	144	36

68	3	1	38	38
69	4	3	105	35
70	8	2	76	38
71	3	1	38	38
72	4	2	74	37
73	4	2	72	36
74	10	2	76	38
75	5	2	76	38
76	4	1	38	38
77	2	1	38	38
78	2	1	38	38
79	10	2	78	39
80	3	1	37	37
81	2	1	39	39
82	4	1	38	38
83	2	1	36	36
84	3	1	38	38
85	4	1	40	40
86	3	1	38	38
87	3	1	38	38
88	3	2	76	38
89	8	2	76	38
90	5	1	38	38
91	5	1	38	38
92	7	2	76	38
93	3	1	38	38
94	3	1	37	37
95	3	1	36	36
96	5	1.5	54	36
97	7	2	74	37
98	4	2	74	37
99	2	1	37	37
100	5	1	38	38
101	6	1	35	35
102	5	1	36	36
103	10	2	76	38
104	4	4	152	38
105	3	1	38	38
106	4	1	38	38
107	3	1	36	36
108	4	2	72	36
109	5	1.5	54	36

		110	4	1	36	36
		111	8	2	76	38
		112	3	1	38	38
		113	4	2	74	37
		114	4	2	72	36
Hospital Regional	Comercio	1		450	16200	36
Restaurante	Comercio	2		34	1326	39
Panadería	Comercio	3		12	444	37

Fuente: Elaboración en base a la encuesta realizada en el 2018

De la Tabla 41 podemos promediar la cantidad de personas que habitan en una vivienda que es 5, el consumo de cilindros por mes es 1.615 cilindros y el promedio del valor monetario que se recopiló en la fecha del 2018 es de S/ 37.010.

En la siguiente Tabla 42 se muestra el sector de Ascensión donde se ha encuestado a un total de 315 familias y se encontró 8 viviendas que se dedican al comercio utilizando el energético GLP.

Tabla 42.

Resultados de encuestas del sector Ascensión.

N° Vivienda	Ascensión		Costo Mensual S/	Valor unitario de GLP S/
	N° de Personas que habitan	Cilindro GLP (Uno)		
1	4	1	35	35
2	4	1	38	38
3	5	2	76	38
4	5	1	35	35
5	2	2	74	37
6	14	2	70	35
7	8	2	74	37
8	4	1	36	36
9	3	1	37	37
10	3	1	37	37
11	7	2	72	36
12	3	1	37	37
13	3	1	37	37
14	5	1	37	37
15	3	1	38	38
16	5	1	36	36

17	4	1	38	38
18	3	1	38	38
19	7	2	72	36
20	5	1	37	37
21	5	1	36	36
22	7	1	36	36
23	6	1	36	36
24	2	1	37	37
25	2	1	38	38
26	7	2	74	37
27	6	1	38	38
28	6	2	72	36
29	6	1	38	38
30	2	1	35	35
31	8	2	76	38
32	3	1	36	36
33	5	1	37	37
34	2	1	38	38
35	7	2	70	35
36	3	1	38	38
37	3	1	38	38
38	2	1	36	36
39	5	1	38	38
40	3	1	36	36
41	8	2	76	38
42	5	2	76	38
43	7	2	72	36
44	9	2	76	38
45	5	1	37	37
46	5	2	70	35
47	7	2	74	37
48	5	1	37	37
49	4	1	37	37
50	3	1	36	36
51	6	1	33	33
52	5	1	38	38
53	3	1	38	38
54	6	2	74	37
55	3	1	36	36
56	7	2	72	36
57	2	1	35	35
58	4	1	38	38

59	5	1	38	38
60	7	2	76	38
61	6	2	76	38
62	4	1	35	35
63	4	1	36	36
64	6	2	70	35
65	4	1	37	37
66	3	1	38	38
67	8	4	152	38
68	5	1	37	37
69	7	3	105	35
70	4	1	35	35
71	6	2	76	38
72	4	1	35	35
73	3	1	35	35
74	5	3	114	38
75	7	2	76	38
76	3	1	37	37
77	6	2	76	38
78	1	1	38	38
79	3	1	35	35
80	4	1	38	38
81	3	2	76	38
82	3	1	38	38
83	9	3	111	37
84	3	1	38	38
85	6	1	37	37
86	2	1	38	38
87	4	1	37	37
88	6	2	76	38
89	2	1	38	38
90	5	2	70	35
91	5	2	70	35
92	4	1	35	35
93	5	1	38	38
94	6	1	37	37
95	3	1	40	40
96	3	1	38	38
97	4	1	35	35
98	4	1	38	38
99	3	2	74	37
100	9	3	114	38

101	5	3	108	36
102	5	1	36	36
103	4	2	74	37
104	3	3	105	35
105	3	1	38	38
106	4	2	72	36
107	3	1	35	35
108	5	1	35	35
109	4	1	38	38
110	3	1	35	35
111	4	1	37	37
112	4	1	38	38
113	3	1	38	38
114	5	1	35	35
115	5	1	35	35
116	5	1	38	38
117	4	1	38	38
118	4	1	38	38
119	4	1	35	35
120	3	1	38	38
121	6	2	70	35
122	4	1	35	35
123	4	1	37	37
124	4	1	37	37
125	4	1	35	35
126	4	1	37	37
127	7	2	76	38
128	6	2	76	38
129	3	1	36	36
130	1	1	38	38
131	1	1	38	38
132	3	1	38	38
133	4	1	35	35
134	5	1	36	36
135	6	2	70	35
136	3	1	35	35
137	4	3	105	35
138	3	1	35	35
139	5	2	72	36
140	2	1	35	35
141	4	2	72	36
142	5	2	76	38

143	3	1	38	38
144	3	1	36	36
145	6	2	72	36
146	2	1	38	38
147	3	1	38	38
148	7	2	72	36
149	6	3	120	40
150	5	1	35	35
151	4	2	76	38
152	8	3	108	36
153	10	4	140	35
154	6	1	38	38
155	19	8	288	36
156	8	2	72	36
157	5	1	38	38
158	3	1	38	38
159	5	2	76	38
160	6	3	114	38
161	11	3	114	38
162	5	1	35	35
163	8	2	72	36
164	4	2	68	34
165	3	1	40	40
166	5	1	38	38
167	5	1	38	38
168	3	2	70	35
169	6	1	36	36
170	4	1	35	35
171	3	1	36	36
172	5	1	35	35
173	4	1	36	36
174	3	1	35	35
175	6	1	37	37
176	4	1	35	35
177	4	1	36	36
178	4	2	74	37
179	3	1	38	38
180	3	1	36	36
181	3	1	36	36
182	3	1	36	36
183	2	1	36	36
184	8	2	72	36

185	4	1	38	38
186	3	1	38	38
187	3	1	36	36
188	5	1	37	37
189	2	1	35	35
190	8	2	70	35
191	3	1	36	36
192	7	2	72	36
193	3	1	37	37
194	6	2	36	18
195	5	2	72	36
196	4	1	36	36
197	11	2	76	38
198	5	2	76	38
199	7	3	105	35
200	3	1	37	37
201	4	1	38	38
202	8	1	38	38
203	6	3	105	35
204	4	1	35	35
205	4	1	38	38
206	5	2	76	38
207	5	1	35	35
208	2	2	74	37
209	14	4	148	37
210	8	2	74	37
211	4	1	36	36
212	3	1	37	37
213	3	1	37	37
214	3	1	38	38
215	6	2	70	35
216	4	1	35	35
217	4	1	37	37
218	4	1	37	37
219	4	1	35	35
220	4	1	37	37
221	7	2	76	38
222	6	2	76	38
223	3	1	36	36
224	1	1	38	38
225	4	1	37	37
226	4	1	37	37

227	2	1	37	37
228	7	2	76	38
229	3	1	37	37
230	4	2	74	37
231	4	2	74	37
232	5	2	74	37
233	4	2	74	37
234	4	2	76	38
235	3	1	38	38
236	6	2	70	35
237	4	1	35	35
238	4	1	37	37
239	4	1	37	37
240	4	1	35	35
241	4	1	37	37
242	7	2	76	38
243	6	2	76	38
244	3	1	36	36
245	1	1	38	38
246	3	1	38	38
247	6	2	76	38
248	4	2	76	38
249	4	2	76	38
250	6	1	35	35
251	5	1	36	36
252	10	2	76	38
253	4	4	152	38
254	3	1	38	38
255	4	1	38	38
256	3	1	36	36
257	4	2	72	36
258	5	1.5	54	36
259	4	1	36	36
260	5	2	72	36
261	6	1	35	35
262	6	2	72	36
263	5	1	37	37
264	4	1	38	38
265	5	2	70	35
266	3	1	37	37
267	2	1	39	39
268	4	1	38	38

		269	2	1	36	36
		270	3	1	38	38
		271	4	1	40	40
		272	3	1	38	38
		273	3	1	38	38
		274	3	2	76	38
		275	8	2	76	38
		276	5	1	38	38
		277	13	1	38	38
		278	13	3	111	37
		279	10	2	76	38
		280	4	1	38	38
		281	5	1	35	35
		282	5	1	38	38
		283	11	2	76	38
		284	4	4	144	36
		285	3	1	38	38
		286	4	3	105	35
		287	8	2	76	38
		288	3	1	38	38
		289	4	2	74	37
		290	4	2	72	36
		291	10	3	111	37
		292	5	2	76	38
		293	4	1	38	38
		294	2	1	38	38
		295	2	1	38	38
		296	10	3	78	26
		297	3	1	37	37
		298	10	4	144	36
		299	3	1	37	37
		300	2	1	39	39
		301	4	1	35	35
		302	4	1	37	37
		303	4	1	37	37
		304	4	1	35	35
		305	4	1	37	37
		306	7	2	76	38
		307	6	2	76	38
Hospital Essalud	Comercio	1		450	17100	38
Restaurante	Comercio	2		36	1332	37
Panadería	Comercio	3		11	396	36

Restaurante	Comercio	4		36	1332	37
Restaurante	Comercio	5		33	1221	37
Panadería	Comercio	6		11	396	36
Restaurante	Comercio	7		36	1332	37
Restaurante	Comercio	8		36	1332	37

Fuente: Elaboración en base a la encuesta realizada en el 2018

De la Tabla 42 podemos promediar la cantidad de personas que habitan en una vivienda que es 5, el consumo de cilindros por mes es 1.481 cilindros y el promedio del valor monetario que se recopiló en la fecha del 2018 es de S/ 36.720.

De los sectores analizados, residencial y comercial se puede realizar un análisis de datos por consumo promedio por viviendas (sector residencial) y viviendas que se dedican al comercio, en la siguiente Tabla 43 se muestra el consumo promedio de cilindros de Gas Licuado de Petróleo, también la cantidad promedio de personas que habitan en un hogar, se deduce que por los sectores analizados en total 647 viviendas existe 18 que se dedican al comercio, hablando en porcentajes, por cada 100 viviendas 3 se dedican al comercio en la ciudad de Huancavelica.

Tabla 43.

Resumen de promedios de consumo del sector residencial y Comercial en la ciudad de Huancavelica.

Descripción de los resultados encuestados en cada zona	Total Viviendas Encuestadas al 2018				Promedio de comercios existentes por cada 100 viviendas (%)	Promedio total de Personas que habitan en una vivienda en HVCA (Uno)	Promedio de cilindros de GLP que utiliza una vivienda al mes (Uno)	Promedio Ponderado del consumo de GLP por los comercios (Uno)	Promedio del costo del cilindro de GLP en el 2018 (S/)
	Centro y Santana	Sancristobal	Yananaco	Ascencion					
Viviendas	104	104	114	307	-	-	-	-	-
Comercios	5	2	3	8	-	-	-	-	-
% de Comercios por cada zona	5.0%	1.9%	2.6%	2.6%	3%	-	-	-	-
Consumo promedio de Balones de GLP de Comercios	23.40	16.50	165.33	81.13	-			71.94	-
Promedio de personas que viven en una vivienda	5.00	5.00	5.00	5.00	-	5.00	-	-	-
Promedio de cilindros de GLP utilizados en una vivienda por mes	1.665	1.495	1.615	1.481	-			1.56	-
promedio del precio del costo por cilindro de GLP	37.125	36.246	37.01	36.72	-				36.78

Fuente: Elaboración en base a la encuesta realizada en el 2018

En el sector Residencial que representa el consumo de cilindros por vivienda es de 1.56 Cilindros por mes, donde existen familias que consumen menos que este resultado y otras más que este.

Para el sector Comercial que representa el consumo de restaurantes, panaderías, Hospitales (Equivalente energético a GLP) donde se aclara que en el hospital departamental de Huancavelica y el Essalud utilizan entre 100 a 150 Galones de Diesel diarios para el uso de calderas, donde representa en promedio de 71.94 Cilindros por mes y también existen comercios que utilizan menor y mayor al resultado.

Para saber el equivalente energético de cantidades de GLP a Gas Natural se precisa en la Figura 24, donde se data que *energéticamente un Cilindro utilizado de GLP equivale a 13.33 metros cúbicos de Gas natural en condiciones normales.*

Figura 24.

Equivalentes energéticos que representan con el consumo de Gas Natural

Para Producir 1 MMBTU se requiere:

● GAS NATURAL	=	28 m3
● GLP = 2.1 Balones (10 kilos)	=	10 galones = 38 litros
● Gasolina de 95 Octanos	=	8.1 galones
● Diesel	=	7.3 galones
● Residual	=	7.1 galones
● Electricidad	=	293 Kw-h
● LEÑA	=	60 kilos.

Fuente: Osinergmin, Mercado y Precios del Gas Natural en el Perú, 2015

De la Tabla 43 y la Figura 24 podemos precisar que el promedio por cada vivienda en la localidad de Huancavelica habitan 5 personas y utilizan 1.56 balones de GLP por mes con un valor promedio unitario de precio por cilindro de 36.78 soles para el año 2018, a la fecha actual del 2022 con la coyuntura mundial de la crisis energética por la guerra de Rusia y Ucrania, el cilindro de GLP tiene un costo de 60 a 65 soles de precio de acuerdo a FACILITO - OSINERGMIN, para fines de dar un resultado actualizado se utilizará el costo por Cilindro de GLP de S/ 63.

Para tener el equivalente energético de GLP a Gas Natural tomaremos los promedios de consumo residencial y comercial de la Tabla 43.

- 1.56 Cilindro de GLP en equivalente energético es 20.8 Metros Cúbicos de gas natural, para el uso residencial, llegando a costar S/ 98.28 por cada mes con precio actual al 2022.
- 71.94 Cilindros de GLP en equivalente energético es 959.2 Metros Cúbicos de gas natural para el uso comercial, llegando a costar S/ 4,532.22 por cada mes con precio actual al 2022.

4.3 Proceso de la prueba de hipótesis

4.3.1 Principios de la investigación

A través de la historia se ha tratado de encontrar un método confiable y eficaz, es por ello que la investigación científica tiene principios básicos para poder garantizar un correcto muestreo y un adecuado análisis de los datos obtenidos. La distribución normal es utilizada en muchos campos ya que es el supuesto básico de algunas herramientas estadísticas tales como para las pruebas T de Student, que son pruebas de hipótesis de medias, utilizadas para datos muestrales menores a 30, empleadas para observar los resultados, para los objetivos definidos, al ser modelados mediante esta prueba; de esto han surgido varias pruebas de normalidad que toman la información de la muestra para generar un valor que establezca un parámetro de decisión, por ello utilizamos la prueba de normalidad (Hernández, Fernández, y Baptista, 2006).

Se realizó el test de normalidad utilizando el estadístico de **Shapiro - Wilks**, porque la cantidad de datos evaluados de cada parámetro son menores a 50 datos ($n < 50$).

4.3.1.1 Test de normalidad para consumo de gas natural

Test de normalidad para consumo de gas natural, se realiza a las variables que siguen una distribución normal, en este caso es el horizonte de 20 años respecto a la demanda de consumo de gas natural, con un nivel de confianza de 95%.

Tabla 44.

Test de normalidad para consumo de gas natural para un horizonte de 20 años.

Pruebas de normalidad			
		Shapiro-Wilk	
	Estadístico	gl	Sig.
Horizonte_20_Años	.960	20	.551
Demanda_de_Consumo_de_Gas_Natural	.951	20	.377

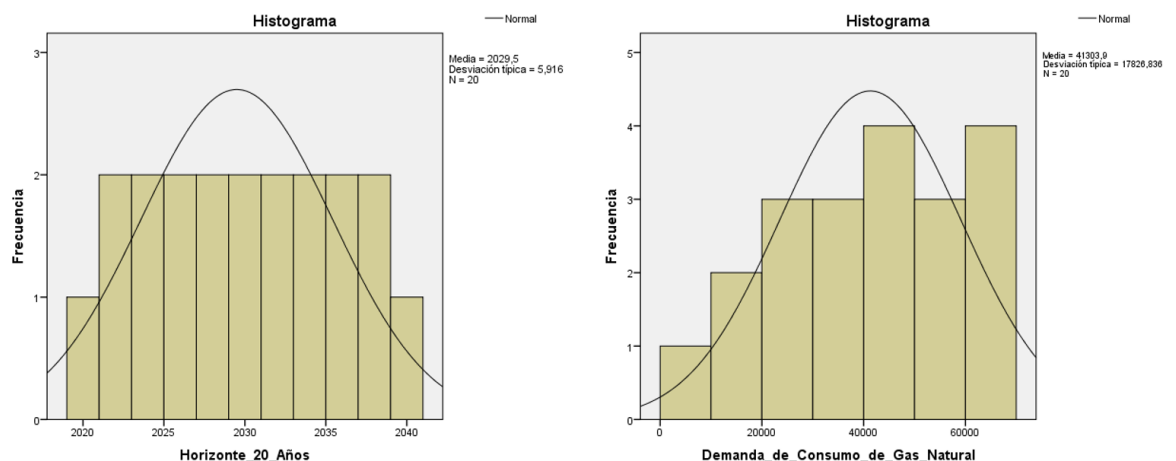
Fuente: Elaboración en el programa SPSS

Donde P-valor es igual a Nivel de significancia hallado de la Tabla 44, si P-Valor es menor que 0.05 (error de 5%) entonces los datos no siguen una distribución normal, pero como P-valor = 0.551 y 0.377 para ambas variables y es mayor a 0.05 (error 5%) entonces según el estadístico Shaapiro – Wilk las variables de la demanda de consumo de gas natural y Horizonte de 20 años sigue una distribución normal.

Los datos siguen una distribución normal, en tanto se demuestra que es una estadística paramétrica el cual existe correlación entre las variables según el estadístico Coeficiente de Pearson.

Figura 25.

Test de normalidad de consumo de gas natural para un horizonte de 20 años, frecuencias.



Fuente: Elaboración con el programa SPSS

4.3.1.2 Proceso de prueba de hipótesis

Como señala Hernández et al. (2014), la contrastación de hipótesis se resume a 6 pasos, y estando en este último paso, se tiene ya la posibilidad de tomar la decisión de aceptar

o rechazar la hipótesis nula; atendiendo a este planteamiento, que a criterio propio es el más coherente; sin dejar de lado otros planteamientos, se ha optado por seguir estos pasos para el contraste de la hipótesis:

- I. Formular la hipótesis nula y alterna de acuerdo al problema.
- II. Escoger un nivel de significancia o riesgo “ α ”.
- III. Escoger el estadígrafo de prueba más apropiado.
- IV. Establecer la región crítica.
- V. Calcular los valores de la prueba estadística de una muestra aleatoria de tamaño “n”.
- VI. **Decisión estadística:** rechazar la hipótesis nula (H_0) si el estadígrafo tiene un valor en la región crítica y no rechazar (aceptar) igual en el otro caso.

De lo señalado en lo anterior se describe cada ítem.

I. Formulación de la hipótesis nula y alterna

a. Formulación de la hipótesis nula y alterna para el objetivo general

Formulación de la hipótesis para consumo de gas natural

H_0 : Existirá una alta demanda de consumo de gas natural que supere los 5,000 m³ en el primer año, para la mejora del aspecto socioeconómico-sostenible de la ciudad de Huancavelica

$$H_0: \mu \leq 5000 \text{ m}^3$$

H_a : No existirá una alta demanda de consumo de gas natural que supere los 5,000 m³ en el primer año, para la mejora del aspecto socioeconómico-sostenible de la ciudad de Huancavelica

$$H_a: \mu > 5000 \text{ m}^3$$

b. Formulación de la hipótesis nula y alterna para el primer objetivo

Formulación de la hipótesis para demanda de consumo de gas natural

Ho: La máxima demanda de consumo de gas natural para un horizonte de 20 años debe ser igual a 67,115 m³, para la mejora del aspecto socioeconómico-sostenible de la ciudad de Huancavelica

$$Ho: \mu \leq 67,115 \text{ m}^3$$

Ha: La máxima demanda de consumo de gas natural para un horizonte de 20 años no debe ser igual a 67,115 m³, para la mejora del aspecto socioeconómico-sostenible de la ciudad de Huancavelica

$$Ha: \mu > 67,115 \text{ m}^3$$

c. Formulación de la hipótesis nula y alterna para el segundo objetivo

Formulación de la hipótesis para diseño adecuado de una planta satélite

Ho: El diseño adecuado de una Planta Satélite de Regasificación debe ser de tipo “D” con un volumen menor o igual a 150 m³ de capacidad.

$$Ho: \mu \leq 150 \text{ m}^3$$

Ha: El diseño adecuado de una Planta Satélite de Regasificación no debe ser de tipo “D” con un volumen menor o igual a 150 m³ de capacidad.

$$Ha: \mu > 150 \text{ m}^3$$

d. Formulación de la hipótesis nula y alterna para el tercer objetivo

Formulación de la hipótesis para diseño de redes de gasoductos

Ho: El diseño de la tubería de transporte de gas natural debe ser menor o igual a 200 mm de diámetro para un horizonte de 20 años.

$$Ho: \mu \leq 200 \text{ mm}$$

Ha: El diseño de la tubería de transporte de gas natural no debe ser menor o igual a 200 mm de diámetro para un horizonte de 20 años.

$$H_a: \mu > 200 \text{ mm}$$

e. Formulación de la hipótesis nula y alterna para el cuarto objetivo

Formulación de la hipótesis para impactos positivos negativos

Ho: Los impactos negativos ambientales con la instalación de la planta satélite de regasificación, sistema de transporte y distribución por gasoductos debe ser menor a la escala “Importancia” de los impactos positivos para la ejecución del proyecto.

$$H_o: \mu \leq 4.6$$

Ha: Los impactos negativos ambientales con la instalación de la planta satélite de regasificación, sistema de transporte y distribución por gasoductos no debe ser menor a la escala “Importancia” de los impactos positivos para la ejecución del proyecto.

$$H_a: \mu > 4.6$$

f. Formulación de la hipótesis nula y alterna para el quinto objetivo

Formulación de la hipótesis para la evaluación económica

Ho: El proyecto es rentable para un VAN con \$ 3,119,209.19, cuando la tasa de interés de retorno TIR es de 12%.

$$H_o: \mu = 3,119,209.19 \$$$

Ha: El proyecto no es rentable para un VAN con \$ 3,119,209.19, cuando la tasa de interés de retorno TIR es de 12%.

$$H_a: \mu > 3,119,209.19 \$$$

II. Nivel de significación

En la presente investigación se trabajó con un error de 5 %; es decir para la demanda de consumo de gas natural para un horizonte de 20 años:

$\alpha = 0.05$, por lo que el error del trabajo no debe ser mayor al planteado y con un grado de confianza de 95 %, es decir con $1 - \alpha = 0.95$.

III. Estadístico de prueba

El estadístico de prueba utilizado para las tres primeras hipótesis y la última fue el “t-Student” debido a que los datos analizados son menores a 30 datos, por cada parámetro para analizar el comportamiento de los datos, al igual que la distribución normal, es simétrica y tiene forma de campana. La diferencia entre la distribución normal y la t-Student reside en que esta última a menos grados de libertad tiene colas más pesadas que la normal. (Gutiérrez y Vladimirovna, 2016).

El estadístico de prueba utilizado para la cuarta Hipótesis fue el “Z” debido a que los datos analizados son mayores a 30 datos, por cada parámetro para analizar el comportamiento de los datos (Sampieri, 2010).

IV. Valor crítico y regla de decisión

A partir de la hipótesis planteada la $H_a (>)$, indica que tendrá una cola hacia la derecha y cuando $H_a (<)$ indica que tendrá una cola hacia la izquierda para un nivel de confianza de 95% con un error $\alpha = 0.05$ en la tabla de T-student tenemos los valores críticos de T_p tabla y α error, en la tabla Z-tabla con error α .

a. Para datos estadísticos con T para la primera, segunda, tercera y quinta hipótesis específico ($n < 30$)

- $T(\text{con error } 0.05) = 1.729$
- $N = 20$ (Datos en función a la demanda de consumo para un Horizonte de 20 años)
- $GL = n - 1 = 20 - 1 = 19$
- $T_{cal} \leq$ que el valor T de la tabla, se acepta la hipótesis nula
- $T_{cal} >$ que el valor T de la tabla, se rechaza la hipótesis nula.

b. Para datos estadísticos con Z para la cuarta hipótesis específica ($n > 30$)

- $Z(\text{con error } 0.05) = 1.64$
- $N = 56$ (Cantidad de impactos negativos)
- $Z_{cal} \leq$ que el valor T de la tabla, se acepta la hipótesis nula
- $Z_{cal} >$ que el valor T de la tabla, se rechaza la hipótesis nula.

V. Cálculo de los estadígrafos de prueba

1. T para el primer objetivo específico

Resumen de la prueba de T del consumo de la demanda de gas natural.

Tabla 45.

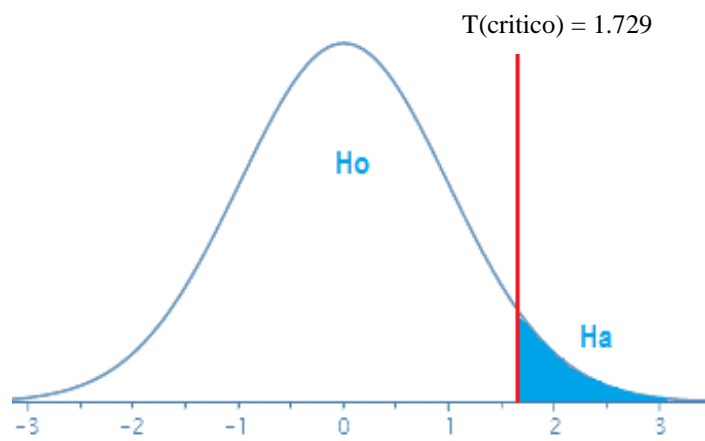
Prueba de T para demanda de gas natural.

Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Valor hipotético (μ)	67,115 m3
Muestra (n)	20
GL	$n - 1 = 19$
Media " \bar{x} "	41,303.9 m3
Desviación estándar (s)	17,826.83 m3
T tabla (valor crítico)	1.729
T calculado	-6.47

$$T(n - 1) = \frac{(X - \mu)}{s/\sqrt{n}}$$

Figura 26.

Valores Críticos "T" para aceptar o rechazar la hipótesis nula (H_0), para el primer objetivo.



El valor T calculado es $-6.47 <$ que el valor de T crítico que es igual a 1.729, por lo que se encuentra en la región de aceptación de H_0 .

2. T para el segundo objetivo específico

Resumen de la prueba de T de diseño de una Planta Satélite de Regasificación.

Tabla 46.

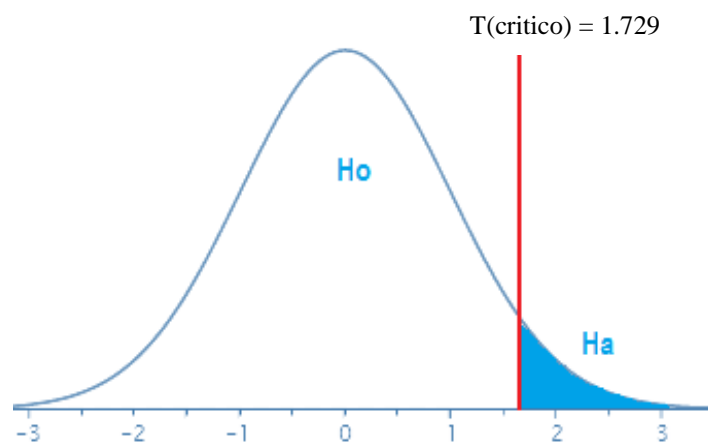
Prueba de T para Planta Satélite de Regasificación.

Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Valor hipotético (μ)	150 m3
Muestra (n)	20
GL	$n - 1 = 19$
Media " \bar{x} "	69 m3
Desviación estándar (s)	29.71 m3
T tabla (valor crítico)	1.729
T calculado	-12.19

$$T(n - 1) = \frac{(X - \mu)}{s/\sqrt{n}}$$

Figura 27.

Valores Críticos "T" para aceptar o rechazar la hipótesis nula (H_0), para el segundo objetivo.



El valor T calculado es $-12.19 <$ que el valor de T crítico que es igual a 1.729, por lo que se encuentra en la región de aceptación de H_0 .

3. T para el tercer objetivo específico

Resumen de la prueba de T de diseño de redes de gaseoductos para abastecer de gas natural.

Tabla 47.

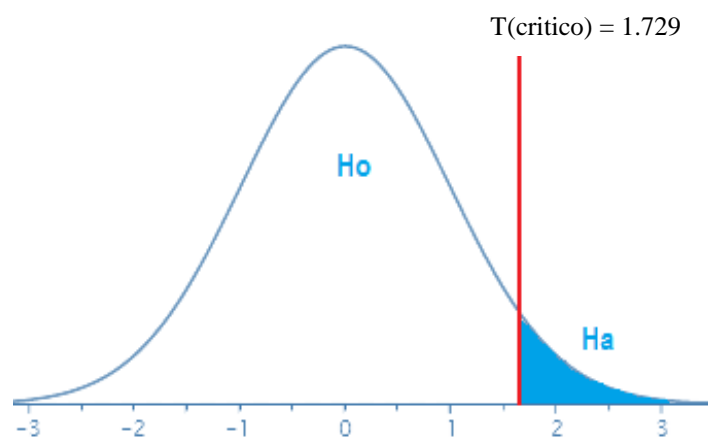
Prueba de T para diseño de redes de gaseoductos para abastecer de gas natural.

Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Valor hipotético (μ)	200 mm
Muestra (n)	20
GL	$n - 1 = 19$
Media " \bar{x} "	140 m3
Desviación estándar (s)	26.05 m3
T tabla (valor crítico)	1.729
T calculado	-10.3

$$T(n - 1) = \frac{(X - \mu)}{s/\sqrt{n}}$$

Figura 28.

Valores Críticos "T" para aceptar o rechazar la hipótesis nula (H_0), para el tercer objetivo.



El valor T calculado es $-10.19 <$ que el valor de T critico que es igual a 1.729, por lo que se encuentra en la región de aceptación de H_0 .

4. Z para el cuarto objetivo específico

Resumen de la prueba de Z de impactos positivos y negativos ambientales

Tabla 48.

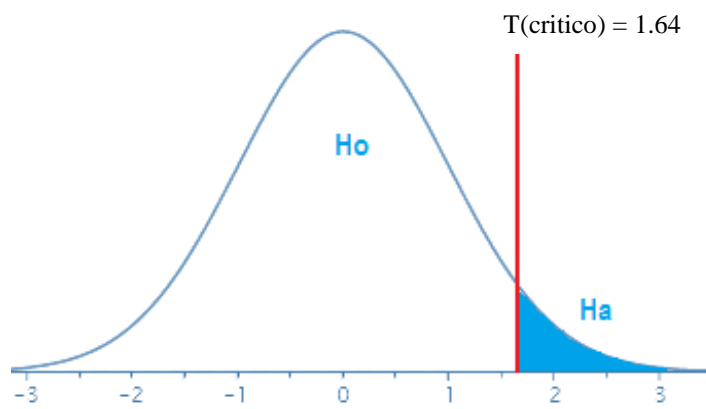
Prueba de Z para impactos positivos y negativos ambientales.

Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Valor hipotético (μ)	4.6 (Importancia Positiva)
Muestra (n)	56 (cantidad de impactos negativos)
Media " \bar{x} "	2.98 (Impactos Negativos)
Desviación estándar (s)	1.38 (Impactos Negativos)
Z tabla (valor crítico)	1.64
Z calculado	-0.9

$$Z = \frac{(X - \mu)}{s/\sqrt{n}}$$

Figura 29.

Valores Críticos "Z" para aceptar o rechazar la hipótesis nula (H_0), para el cuarto objetivo.



El valor Z calculado es $-5.54 <$ que el valor de Z crítico que es igual a 1.64, por lo que se encuentra en la región de aceptación de H_0 .

5. T para el quinto objetivo específico

Resumen de la prueba de T evaluación económica del proyecto mediante los indicadores del valor actual neto (VAN) y tasa de interés de retorno y (TIR), en la evaluación económica se había obtenido que para una TIR de 16% el van será cero, quiere decir que la TIR es la tasa de descuento con que el van será cero, entonces utilizaremos si con una tasa de TIR = 12% y el VAN es > que cero, con el estadístico de prueba de T con los valores de Flujo Neto para un horizonte de 20 Años.

Tabla 49.

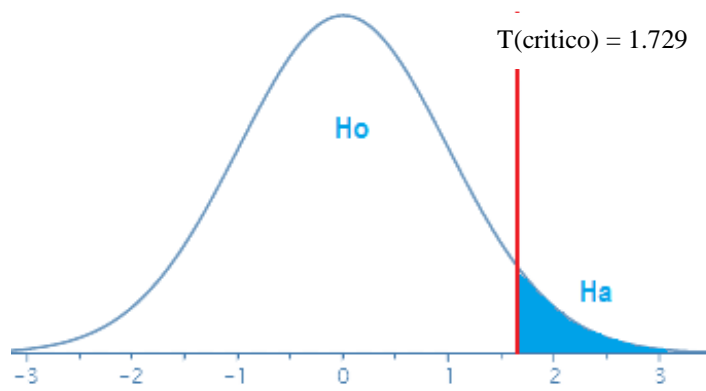
Prueba de T para evaluación económica del proyecto mediante los indicadores del valor actual neto (VAN) y tasa de interés de retorno y (TIR) con los valores de Fujo Neto para un horizonte de 20 años.

Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Valor hipotético (μ)	3,119,209.19 \$
Muestra (n)	20 Años
GL	$n - 1 = 19$
Media " \bar{x} "	2,249,408.52 \$
Desviación estándar (s)	1,045,204.41 \$
T tabla (valor crítico)	1.729
T calculado	-3.627

$$T(n - 1) = \frac{(X - \mu)}{s/\sqrt{n}}$$

Figura 30.

Valores Críticos "T" para aceptar o rechazar la hipótesis nula (Ho), para el quinto objetivo.



El valor T calculado es $-3.627 <$ que el valor de T crítico que es igual a 1.729, valor *para* evaluación económica del proyecto mediante los indicadores del valor actual neto (VAN) y tasa de interés de retorno y (TIR), se observa que hay una diferencia entre los valores de T calculado y valor de T crítico, por lo que se encuentra en la región de aceptación de H_0 .

VI. Decisión estadística:

Se rechazar la hipótesis nula (H_0) si el estadígrafo tiene un valor en la región crítica y no rechazar (aceptar) igual en el otro caso o cuando se encuentre en la región de aceptación de la hipótesis nula (H_0).

a) Decisión estadística para el primer objetivo específico

H_0 : La máxima demanda de consumo de gas natural para un horizonte de 20 años debe ser igual a 67,115 m³, para la mejora del aspecto socioeconómico-sostenible de la ciudad de Huancavelica

$$H_0: \mu = 67,115 \text{ m}^3$$

b) Decisión estadística para el segundo objetivo específico

H_0 : El diseño adecuado de una Planta Satélite de Regasificación debe ser de tipo “D” con un volumen menor o igual a 150 m³ de capacidad.

$$H_0: \mu \leq 150 \text{ m}^3$$

c) Decisión estadística para el tercer objetivo específico

Ho: El diseño de la tubería de transporte de gas natural debe ser menor o igual a 200 mm de diámetro para un horizonte de 20 años.

$$Ho: \mu \leq 200 \text{ mm}$$

d) Decisión estadística para el cuarto objetivo específico

Ho: Los impactos negativos ambientales con la instalación de la planta satélite de regasificación, sistema de transporte y distribución por gasoductos debe ser menor a la escala “Importancia” de los impactos positivos para la ejecución del proyecto.

$$Ho: \mu \leq 4.6$$

e) Decisión estadística para el quinto objetivo específico

Ho: El proyecto es rentable para un VAN con tasa de interés de retorno TIR del 12% cuando se obtiene \$ 3,119,209.19.

$$Ha: \mu = 3,119,209.19 \$$$

Conclusiones

- Se concluye que existe una demanda potencial de consumo de Gas Natural Residencial, Comercial y GNV en la localidad urbana de los distritos de Huancavelica y Ascensión, con crecimiento mayor a 1.1 MM m³ por año en promedio para un Horizonte de 20 años, hasta llegar a un consumo de 67,115 m³.
- Para llevar a cabo la distribución del GNL a la localidad de Huancavelica se deberá responder la demanda de gas natural con una Planta Satélite de Regasificación con capacidad de almacenamiento de 150 m³ de Gas Natural Licuefactado y tres regasificadores atmosféricos para que dos funcionen en paralelo y una descanse para entrar nuevamente la otra en operación, también es necesario adquirir una cisterna criogénica para el transporte de GNL al inicio, otra para el año 7 y finalmente una más para el año 15, todo esto para responder la demanda de consumo para un horizonte de 20 años.
- El diseño de redes de gas natural se deberá de realizar por toda la circunscripción de los distritos de Huancavelica y Ascensión (zona urbana) con tuberías de transporte de gas de 200 mm, 110 mm, 90mm y 63 mm, y tuberías de 32 mm para la distribución de Gas Natural, para responder la demanda que requiera la ciudad para un horizonte de 20 años.
- Se ha determinado los posibles impactos negativos y positivos en repercusión al medio ambiente y social al momento de la construcción de la Planta Satélite de Regasificación e instalación de tuberías externas e internas, operación y mantenimiento, logrando saber que, con la utilización del Gas Natural, los impactos negativos son menores que los impactos positivos, por lo que es amigable con el medio ambiente y socioeconómico-sostenible.
- Luego de haber realizado las investigaciones respectivas y tomando en consideración el flujo de caja proyectado con financiamiento, el VAN y el

TIR, a las condiciones de la industria y del país de Perú se concluye que de darse los ingresos proyectados, precio y tarifa, el proyecto de comercialización de Gas natural con la tecnología de transporte virtual con GNL es viable, siendo un proyecto rentable y que genera buenos ingresos, los cuales dieron como resultado la viabilidad de la investigación. El valor del VAN económico hallado fue de \$ 3,119,209.19 con un TIR económico de 12 %, con un periodo de recuperación de 7.83 años.

Recomendaciones

- De acuerdo al presente trabajo de investigación se recomienda que es necesario utilizar la tecnología de transporte virtual con GNL para masificar el uso de Gas Natural en los distritos de Huancavelica y Ascensión, demostrándose así que es viable el proyecto y se recomienda al Gobierno Regional de Huancavelica promover la ejecución como proyecto. (Transporte virtual = Transporte de Gas en fase Liquida de una ciudad “A” a otra ciudad “B”)
- Se recomienda aprovechar las propiedades del GNL para transportar a ciudades donde no tiene acceso a la matriz de los gasoductos ya que por el mismo hecho de ser muy comprensible en 600 veces su volumen es viable para mejorar la calidad de vida de las personas y lleva desarrollo a las ciudades.
- Se recomienda que se debe seguir investigando las diferentes tecnologías de transporte para mejorar la calidad de vida a nivel de todo el territorio de la región Huancavelica.
- Para proyectos de masificación del gas natural el estado debe subvencionar las instalaciones internas para que el proyecto sea más rentable.

Referencias Bibliografías

A NEW BUSINESS APPROACH TO CONVENTIONAL SMALL SCALE LNG, Paper No 599.00 presented at the IGU 24th World Gas Conference (Argentina 2009)

Acosta, J., Rodríguez, I., Flores, A., & Villarreal, E. (2011). *Proyecto GE 33: Metalogenia y geología económica por regiones*. Lima: Instituto Geologico Minero y Metalurgico.

Antelo, J. (2017). *Definiciones Gas Natural*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/59550060/Definiciones-Gas-Natural>

Banzer, C. (1996). *Correlaciones numéricas PVT*. Maracaibo, Venezuela: Instituto de investigaciones.

Capani, A. (s.f.). *Huancavelica*. Obtenido de <https://es.scribd.com/presentation/235572774/Huan-Cave-Lica>

Cidelsa. (2016). *Tuberías Lisas HDPE: Para conducción de fluidos a presión*. Obtenido de http://www.cidelsa.com/media/prod_brochure_2/Tuberias_Lisas_HDPE_2017_9hkhY3P.pdf

Dameno, García, E. (2016). *Arbitraje entre MEM y G&M Petrolera detiene masificación del gas*. Obtenido de Petroleo y Gas: <http://dinareport.com/arbitraje-entre-mem-y-gampm-petrolera-detiene-masificacion-del-gas.html>

E., & Sanz, F. (2009). *New Business Approach To Conventional Small Scale LNG. IGU24th World Gas Conference*, (págs. 1-42). Buenos Aires, Argentina.

Evaluación Técnico – Económica de las Alternativas Tecnológicas de Transporte de Gas Natural por MARKO ANTONIO LOPEZ BENDEZU (BRASIL)

- Gas Natural Fenosa Perú. (2015a). *Especificaciones Técnicas de Obras Civiles y Mecánicas para la Construcción de Redes de Distribución, Acometidas, Tubería de Conexión e Instalaciones Internas*. Arequipa: GNFP.
- Gas Natural Fenosa Perú. (2015b). *Criterios Técnicos para la Construcción de Redes Externas Para La distribución de Gas*. Arequipa: GNFP.
- Gas Natural Fenosa Perú. (2015c). *Manual de Diseño del Sistema de Distribución – Concesión Sur Oeste*. Arequipa: GNFP.
- Indox . (s.f.). *Cisternas de reparto de carburante*. Obtenido de Indox Energy Systems:
<http://www.indox.com/cisternas-de-carburante-de-reparto/>
- INEI. (2007). *Censos nacionales 2007 XI de población y VI de viviendas*. Obtenido de
<http://censos.inei.gob.pe/Censos2007/Pobreza/>
- Kuntur. (2009). *Anexo 1. Demanda y diagnóstico de mercado*. Obtenido de
<http://www2.osinerg.gob.pe/ProcReg/GasNatural/TarifaSisTransporteGasAndinoSur/Anexo1-Demanda%20y%20diagnostico%20de%20mercado%2008%20Junio.pdf>
- López, M. (2014). Evaluación Técnico Económica de Evaluación Técnico - Economica de las Alternativas Tecnológicas de Transporte de Gas Natural. *Revista de Gas Natural*. (29), 1-9.
- Martinez, M. (2008). *Ingeniería de gas, principios y aplicaciones* . Maracaibo: Venezuela.
- Municipalidad Provincial de Huancavelica. (2016). Actualización de Plan de Desarrollo Urbano de Huancavelica 2016 - 2025. Huancavelica: Consorcio Planeamiento y Desarrollo.

Municipalidad Provincial de Huancavelica. (s.f.a). *Ubicación Geográfica*. Obtenido de Información General: http://www.munihuancavelica.gob.pe/es/?page_id=63

Municipalidad Provincial de Huancavelica. (s.f.b). *Instrumentos normativos de desarrollo urbano*. Obtenido de http://www.mpsm.gob.pe/architrans/EDICION_FINAL_PDU/REGLAMENTO_VOL_III/INSTRUMENTO_DE_DESARROLLO_URBANO.pdf

NaturGas Energía. (2000). *Especificaciones Técnicas de Gas ETG-65, Instalaciones Receptoras de Gas en locales destinados a uso Domésticos, Colectivos o Comerciales*. Madrid: Sociedad de Gas Euskadi S.A.

NTP 111.011 Diseño y Calculo de instalaciones internas residenciales y comerciales.

NTP 111.012 Gas Natural Seco, terminología del gas natural para uso vehicular GNV.

NTP 111.021 Gas Natural Seco, Distribución de gas natural seco por tuberías de polietileno.

Osinerghmin. (2014). *Proyecto de masificación del uso de gas natural a nivel nacional concesión suroeste*. Obtenido de Sector de gas natural: <http://gasnatural.osinerg.gob.pe/contenidos/ciudadania/concesion-suroeste.html>

Osinerghmin Gart. (2012). *Masificación del gas natural en el Perú: Hoja de ruta para acelerar su desarrollo*. Lima: Teps Group .

Proinversion. (2014). *Masificación del Uso de Gas Natural - Distribución de Gas Natural por Red de Ductos en las Regiones de Apurímac, Ayacucho, Huancavelica, Junín, Cusco, Puno y Ucayali*. Obtenido de Cartera de Proyectos de Proinversión: <http://www.proyectosapp.pe/modulos/JER/PlantillaProyecto.aspx?ARE=0&PFL=2&JER=8017>

- Química Fácil. (2010). *Masa atómica y masa molecular, relativas y absolutas*.
Obtenido de <http://aprendequimica.blogspot.com.co/2010/10/masa-atmica-y-masa-molecular-relativas.html>
- Unidad de Supervisión de Distribución de Gas Natural . (2017). *Informe de avance mensual: Masificación del Gas Natural a Nivel Nacional*. Lima: Osinergmin.
- Viscidi, C. S. (2015). *NATURAL GAS MARKET OUTLOOK*. Obtenido de [//www.thedialogue.org/wpcontent/uploads/2015/09/Natural-Gas-Market-Outlook.pdf](http://www.thedialogue.org/wpcontent/uploads/2015/09/Natural-Gas-Market-Outlook.pdf)
- Vivallo, P. (s.f.). *Formulación y Evaluación de Proyectos*. Recuperado el 18 de Abril de 2012, de <http://es.scribd.com/doc/29478189/101/VALOR-ACTUAL-NETO-VAN>
- YPFB. (2015). *Estudio de ingeniería conceptual: ampliación del sistema de gas virtual*. La Paz: Gerencia Nacional de Redes de Gas y Ductos.
- (2008). *DECRETO SUPREMO N° 042-99-EM*. Perú.

Anexos

Anexo N° 1: Matriz de consistencia.

Anexo N° 2: Demanda de consumo de Gas Natural a partir del Estudio de mercado en el distrito de Huancavelica y Ascensión

Anexo N° 3 Localización de la Planta Satélite de Regasificación de Gas Natural Licuefactado en la localidad de Huancavelica.

Anexo N° 4: Vaporizadores atmosféricos, AIR LIQUIDE.

Anexo N° 5: Propiedades del Gas Natural de acuerdo al diagrama de mollier del metano.

Anexo N° 6: Gráficos de las etapas de construcción de redes tuberías de Gas Natural en el la localidad de Huancavelica.

Anexo N° 7: Tubería lisa de HDPE Norma NTP ISO 4427:2008 PE-80 y PE-100.

Anexo N° 8: Precarios de unidades constructivas de mano de Obra y Materiales de Gases del Pacífico (Quavii) y Valorizaciones con mayores metrados..

Anexo N° 9: Modelo del documento de encuesta elaborada y realizada en el año 2018

Anexo N° 10: Presiones dinámicas de las tuberías en operación (Tuberías de transporte de Gas Natural)

Anexo 1.

Matriz de consistencia.

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	Tipo de estudio
¿Cuál es la demanda de consumo de gas natural para la mejora del aspecto socioeconómico-sostenible de la ciudad de Huancavelica?	Demostrar la demanda de consumo de gas natural para la mejora del aspecto socioeconómico-sostenible de la ciudad de Huancavelica	Existirá una alta demanda de consumo de gas natural que supere los 5,000 m3 en el primer año, para la mejora del aspecto socioeconómico-sostenible de la ciudad de Huancavelica	<u>Independiente</u> X ₁ = Tratamientos de consumo residencial. X ₁ = Tratamientos de consumo Comercial.	<u>Encuesta</u> Encuesta a la población urbana de Huancavelica con una muestra de 634 viviendas y como instrumento el cuestionario Utilización de indicadores de crecimiento, regresión lineal, demanda en M3	La investigación es Descriptiva
¿Cuál es la demanda de consumo de Gas Natural por categorías que requiera la ciudad de Huancavelica para un horizonte de 20 años?	Calcular la demanda de consumo de Gas Natural por categorías que requiera la ciudad de Huancavelica para un horizonte de 20 años.	La máxima demanda de consumo de gas natural para un horizonte de 20 años debe ser igual a 67,115 m3, para la mejora del aspecto socioeconómico-sostenible de la ciudad de Huancavelica	X ₁ = Tratamientos de consumo Gas Natural Vehicular. Tratamientos de Consumo de Gas Natural en la ciudad de Huancavelica a través de categorías:	Caracterización a partir de otros	
¿Cuál el diseño adecuado de una Planta Satélite de Regasificación para responder	Elaborar el diseño adecuado de una Planta Satélite de Regasificación para	El diseño adecuado de una Planta Satélite de Regasificación debe ser de	Residencial, Comercial y gas		

la demanda de consumo de Gas Natural por la ciudad de Huancavelica?	responder la demanda de consumo de Gas Natural por la ciudad de Huancavelica.	tipo “D” con un volumen menor o igual a 150 m3 de capacidad.	Natural Vehicular (GNV).	diseños existentes en el territorio nacional.	
¿Cómo será el diseño de redes de gasoductos para abastecer de gas natural a la ciudad de Huancavelica?	Realizar un diseño de redes de gasoductos para abastecer de gas natural a la ciudad de Huancavelica	El diseño de la tubería de transporte de gas natural debe ser menor o igual a 200 mm de diámetro para un horizonte de 20 años.	<u>Dependiente</u> F(X ₁) = Consumo Residencial. F(X ₂) = Consumo Comercial. F(X ₃) = Consumo Gas Natural Vehicular.		
¿Cuáles serán los impactos positivos y/o negativos ambientales con la implementación la de Planta Satélite de Regasificación y Sistema de Distribución por Gasoductos?	Evaluar los impactos positivos y/o negativos ambientales con la implementación la de Planta Satélite de Regasificación y Sistema de Distribución por Gasoductos	Los impactos negativos ambientales con la instalación de la planta satélite de regasificación, sistema de transporte y distribución por gasoductos debe ser menor a la escala “Importancia” de los impactos positivos para la ejecución del proyecto.	Demanda de Consumo de Gas Natural en la ciudad de Huancavelica a través de categorías: Residencial, Comercial y gas Natural Vehicular (GNV).		
¿Cómo será la evaluación económica del proyecto mediante los indicadores del VAN y TIR?	Realizar la evaluación económica del proyecto mediante los indicadores del VAN y TIR	El proyecto es rentable para un VAN con \$ 3,119,209.19, cuando la tasa de interés de retorno TIR es de 12%.			

Anexo 2.

Demanda de consumo de Gas Natural a partir del Estudio de mercado en el distrito de Huancavelica y Ascensión

ESTUDIO DE MERCADO

Existen diferentes criterios de segmentación para determinar el mercado objetivo, tales como la segmentación en base al giro o rubro, al volumen de compra o demanda, ubicación, etc.; la más usual es la segmentación por giro o rubro, aun cuando en casos particulares se puede utilizar una combinación de los criterios señalados para el análisis de consumo en la ciudad de Huancavelica.

Por Giro o Rubro, Representa a los sectores de consumo identificados según categoría de consumidor, aquí se incluyen las categorías residenciales, comercial, industrial, generadores eléctricos, usuarios GNV.

Por Volumen de Compra (m3/mes), Pueden ser clasificadas por su volumen de consumo, se establecen rangos de consumo para cada categoría

Por su ubicación, Pueden ser clasificadas por su ubicación geográfica, tales como: urbano, urbano-rural, rural, etc., para fines de cuantificar la demanda, se ha desarrollado la segmentación del mercado en el giro, rubro o mercado al que pertenecen. Bajo esta consideración se identifican las siguientes categorías de consumo:

- Categoría Residencial
- Categoría Comercial
- Categoría Gas Natural Vehicular (GNV)
- Categoría Industriales

En las secciones siguientes se desarrollan los criterios de identificación y las proyecciones de demanda para cada una de las categorías antes descritas de acuerdo a la metodología de estudio por Kuntur.

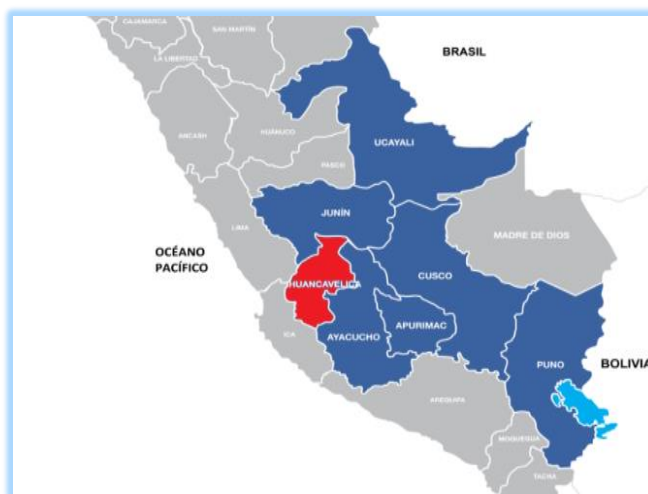
En el desarrollo del presente sub capítulo, se presentan los cuadros de proyección de demanda de los primeros 20 años de operación comercial para efectos de una mejor apreciación de la evolución de dicha demanda.

En la presente sección se definen los criterios de segmentación de mercado para calcular la demanda potencial de Gas Natural en la ciudad de Huancavelica.

En la Figura 31 se puede ver el alcance geográfico del proyecto de masificación de Gas Natural en las regiones Centro-Sur, donde se ha descrito que a la fecha actual del 2022 no se ha logrado concesionar dicho proyecto por ProInversión, esto entendiéndose que los postores no lo vieron atractivo por la falta del giro o rubro de las industrias, Calida Gas Natural de Lima y Callo fue rentable y se encuentra concesionada ya que en toda esa zona se encuentra industrias y comercios donde tienen un alto consumo de GN y las más atractivas son las generadoras de fluido eléctrico a partir del uso del gas natural.

Figura 31.

Masificación de gas natural zona Centro – Sur.



Fuente: ProInversión, 2014, párrafo. 9

1. Descripción de la región de Huancavelica

Acosta, Rodríguez, Flores, & Villarreal, (2011), Huancavelica se encuentra ubicado en la sierra sur del Perú, abarcando una superficie de 22,131 km², que representa el 1.7 % del territorio nacional. Limita por el norte con Junín, por el este con Ayacucho, por el sur con Ica y Ayacucho, y por el oeste con Ica y Lima. Política y administrativamente, Huancavelica está constituida por 7 provincias y 97 distritos, siendo su capital la ciudad de Huancavelica.

Figura 32.

Mapa político de Huancavelica



Fuente: Gobierno Regional de Huancavelica, 2016

2. Población de Huancavelica

Huancavelica cuenta con una población de 454,797 hab., la cual representa el 1.7 % del total nacional. La población estimada para el año 2012 es de 483,580 habitantes. En el censo del 2007 el 68.3 % de los habitantes de la región se encuentran en el ámbito rural, mientras que el 31.7 % vive en las áreas urbanas. Para el mismo año la población femenina representaba el 51 % de la población total (Acosta *et al.*, 2011).

Gobierno Regional de Huancavelica, (2016), “La tasa de crecimiento promedio anual es aproximadamente de 1.2 %, situándose entre las regiones con menor crecimiento poblacional, aunque es mayor a la tasa de crecimiento promedio nacional anual que es de 1.14 %”.

Tabla 50.

Huancavelica Superficie y Población.

DEPARTAMENTO/ PROVINCIA	Superficie (Km ²)	Población			Densidad Poblacional (habitante/km ²)		Tasa de crecimiento anual censada 1993-2007
		1993	2007	2012 1/	2007	2012 1/	
TOTAL	22 131	385 162	454 797	483 580	21.6	21.8	1.17
Huancavelica	4 021	107 055	142 723	153 773	35.5	38.2	2.03
Acobamba	911	42 086	63 792	73 243	69.9	80.4	2.95
Angaraes	1 959	43 060	55 704	60 816	28.4	31.0	1.82
Castrovirreyna	3 985	19 738	19 500	19 500	5.0	5.0	-0.08
Churcampa	1 072	41 130	44 903	45 172	41.9	42.1	0.62
Huaytara	6 458	23 319	23 274	23 361	3.6	3.6	-0.01
Tayacaja	3 724	108 764	104 901	107 715	28.2	28.9	-0.25

Fuente: INEI, 2013

Entre los años 2007 y 2017, la población urbana censada se incrementó en 19 mil 949 personas, con una tasa de crecimiento promedio anual de 2,1%. Sin embargo, la población censada rural disminuyó en 127 mil 107 personas, lo que representa una tasa decreciente promedio anual de 4,1%. (INEI, 2017).

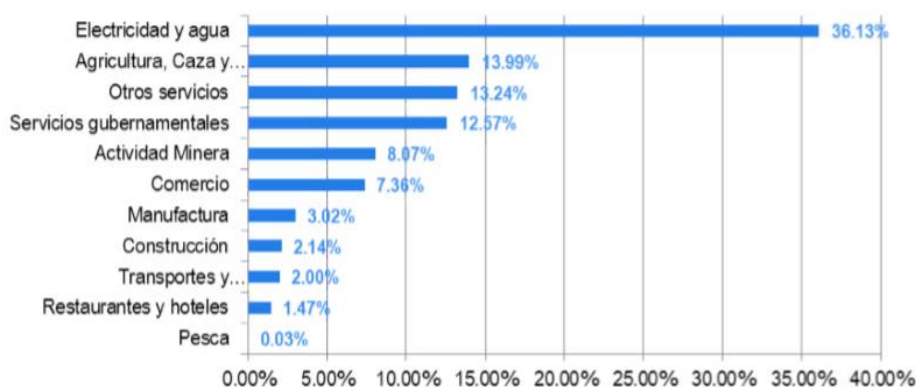
3. Economía de Huancavelica

Gobierno Regional de Huancavelica, (2016), La economía de Huancavelica es pequeña y además precaria. Los niveles de productividad de sus principales productos son bajos, actividades económicas carentes de tecnologías apropiadas, los productores no están lo suficientemente capacitados, la gran mayoría de pequeñas y micro empresas tienen debilidades de gestión y muchas son informales.

En la Figura 33 se presenta la estructura económica por actividades de Huancavelica, destacando que la actividad que mayor aporta al Valor Agregado Bruto (VAB) es electricidad y agua, seguidos por agricultura, otros servicios -servicios gubernamentales principalmente; sin embargo, la economía se sostiene principalmente en la actividad agropecuaria, después en la minería, el comercio, la manufactura y la construcción. Estas actividades económicas absorben aproximadamente dos tercios de la Población Económicamente Activa (PEA), que en su mayoría no tiene la calificación técnica suficiente y percibe bajos salarios, salvo la que está ocupada en la minería.

Figura 33.

Huancavelica valor agregado Bruto por rama de actividades.



Fuente: Gobierno Regional de Huancavelica, 2016

4. Criterios de segmentación del mercado

Para definir los criterios de segmentación de mercado se utiliza la metodología de Kuntur para el proyecto del Gasoducto de Sur Peruano (GSP).

Con el fin de calcular la demanda potencial de Gas Natural en la ciudad de Huancavelica se realizó un análisis de las actividades económicas en la región de Huancavelica (ver Figura 33). En la provincia se tiene una gran represa de Hidroeléctrica de Mantaro y también algunas concesiones mineras como Buenaventura y quemadora de yeso, pero la gran parte de la actividad económica dentro de la ciudad están la los comercios como restaurantes y hoteles y el transporte urbano e interurbano.

Bajo estas consideraciones se identifican las siguientes categorías de consumo:

- Categoría Residencial
- Categoría Comercial
- Categoría Gas Natural Vehicular (GNV)

Para saber la segmentación de consumos de gas natural por categorías, OSINERGMIN en el Informe Técnico N° 089-2022-GRT realiza la determinación de las Tarifas de Distribución de Gas Natural aplicables a la Concesión de Ica para el Período 2022-2026, caracteriza las categorías tarifarias y sus consumos promedio de gas natural,

donde para la categoría Residencial el rango de consumo es desde 0 hasta 300 Sm³/mes, para categoría Comercial tipo B, C, D y E el rango de consumo es desde 301 hasta 17,500 Sm³/m, desde 17,501 hasta 300,000 Sm³/mes, desde 300,001 hasta 900,000 Sm³/Mes y consumidor independiente con un consumo mayor a 900,000 Sm³/mes, para la tesis de investigación se utilizará dicho informe técnico.

I. Categoría residencial

Para estimar la demanda residencial de Gas Natural se utiliza la siguiente metodología.

- Universo de viviendas por cada localidad o centro de consumo.
- Número de viviendas potenciales consumidoras de gas natural son consideradas aquellas que hacen uso del GLP.
- Número de viviendas saturadas dentro de las redes de distribución o viviendas anilladas 70% .

Se considera que los usuarios finales o viviendas conectadas con suministro de gas natural alcanzaran un 80% de las viviendas anilladas.

a). Número de viviendas totales

El número de viviendas se obtuvo de la base de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), específicamente de los resultados del Censo de Población y Vivienda realizado en el año 2017. En la Tabla 51 se muestra el número de viviendas por tipo en la ciudad de Huancavelica.

Tabla 51.

Número de viviendas en la ciudad de Huancavelica incluido el distrito de ascensión para el 2017.

Provincia, distrito y tipo de vivienda	Total	Área	
		Urbana	Rural
DISTRITO HUANCAMELICA	15,797	13,933	1,864
Casa independiente	11,622	10,183	1,439
Departamento en edificio	315	315	-
Vivienda en quinta	896	896	-
Vivienda en casa de vecindad	2,485	2,485	-
Chozo o cabaña	425	-	425
Vivienda improvisada	46	46	-
Local no dest. para hab. humana	8	8	-
DISTRITO ASCENSIÓN	4,535	4,019	516
Casa independiente	3,610	3,386	224
Departamento en edificio	95	95	-
Vivienda en quinta	132	132	-
Vivienda en casa de vecindad	394	394	-
Chozo o cabaña	292	-	292
Vivienda improvisada	8	8	-
Local no dest. para hab. humana	4	4	-

Fuente: Viviendas particulares, por área Urbana y Rural, según provincia, distrito y tipo de vivienda.
INEI, 2017

De la Tabla 51 se observa que el número total de viviendas en el distrito de Huancavelica y Ascensión es de 17,952, de acuerdo al INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, se tiene 13,933 viviendas que existen en el distrito de Huancavelica en la zona urbana y 4,019 viviendas que existen en el distrito de Ascensión en la zona urbana.

a). Crecimiento porcentual de Viviendas en Huancavelica del año 2007 al 2017

La tasa de crecimiento promedio anual es considerada para el estudio de 1,1% a nivel de toda la región Huancavelica según el INEI - 2017, basado en el crecimiento promedio del censo del año 2007 al censo del año 2017 (ver Figura 52), en lo anterior para el año 2017 eran de 17,952 viviendas y para el 2007 eran de 11,371 viviendas, optando el uso de la fórmula de crecimiento poblacional, para saber los índices de crecimiento anual de viviendas de Huancavelica como zona urbana, se tiene como dato Población Inicial y Población final, para un tiempo de 10 años, donde el resultado es de 4.7%, del crecimiento de viviendas por año hasta el 2017, de ahí hasta el 2039 se realizará el modelamiento que se muestra en la Tabla 53, donde los índices de crecimiento por año será de 2.7% desde al 2017 al 2027 y 1.9 % del 2027 al 2037 para efectos de la investigación y realización de la tesis, se ha realizado el cuadro operativo de consumo de gas natural que se muestra con mayor detalle en la Tabla 8.

Tabla 52.

Huancavelica: población total y tasa de crecimiento promedio anual

Tipo de vivienda	2007		2017		Variación intercensal 2007-2017		Incremento anual	Tasa de crecimiento promedio anual
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%		
Total	156 819	100,0	175 192	100,0	18 373	11,7	1 837	1,1
Casa independiente	142 202	90,7	164 410	93,9	22 208	15,6	2 221	1,5
Departamento en edificio	177	0,1	460	0,3	283	159,9	28	10,0
Vivienda en quinta	1 023	0,7	1 549	0,9	526	51,4	53	4,2
Vivienda en casa de vecindad	2 837	1,8	4 275	2,4	1 438	50,7	144	4,2
Chozas o cabañas	10 211	6,5	4 258	2,4	- 5 953	-58,3	- 595	-8,4
Vivienda improvisada	129	0,1	180	0,1	51	39,5	5	3,4
Local no destinado para habitación	121	0,1	60	0,0	- 61	-50,4	- 6	-6,8
Otro tipo ^{1/}	119	0,1	-	-	- 119	-100,0	- 12	-100,0

^{1/} Incluye cualquier estructura no destinada para habitación humana como cueva, vehículo abandonado o refugio natural.

Fuente: INEI, Índice de Crecimiento Poblacional, 2017

1.1.1.1. Viviendas potenciales

La estimación de la demanda potencial residencial para el presente estudio corresponde al universo de viviendas que utilizan GLP para la cocción de alimentos; tales viviendas se consideran como aquellas técnicamente viables de convertir sus equipos (cocinas) y conectarse a las redes de gas natural, a la vez también donde otras viviendas nuevas o que utilicen otros energéticos puedan cambiar al uso de Gas Natural.

El número de Viviendas Potenciales fue obtenido de la Base de Datos INEI (Censo de Población y Vivienda 2017), considerando tales viviendas potenciales son aquellas que utilizan GLP como combustible para cocción. (Kuntur, 2009, p.10).

De acuerdo a la Tabla 53 se puede sintetizar que hasta el 80%, donde se hace una casuística de una manzana (Mz) que contiene 200 predios, puede conectarse 160 viviendas, las demás pueden tener algún tipo de condición atípica, donde es un predio interior, o el cliente no quiere utilizar esta matriz energética, donde las tuberías de gas natural de distribución no puedan realizarse la conexión u otros inconvenientes. Por tanto, para la siguiente tesis de investigación se utilizará el factor de 80% de saturación donde indica que, para un horizonte de 20 años empezando desde el año 2019 hasta el 2039, para el año 2039 existirá un total de 29,085 viviendas y de estas se llegaría a conectarse con red de tuberías de polietileno para suministrar el gas natural a 22,837

viviendas, las demás tendrían factores como: El cliente no quiere realizarse la conexión, predios interiores sin salida a la calle, etc., cabe resaltar que las viviendas serán conectadas a nivel del distrito de Huancavelica y Ascensión.

Tabla 53.

Horizonte de viviendas para 20 años.

Año	Viviendas	Año	Viviendas	Año	Viviendas
2007	11,371	2020	19,451	2033	26,213
2008	11,902	2021	19,977	2034	26,704
2009	12,458	2022	20,519	2035	27,204
2010	13,040	2023	21,074	2036	27,713
2011	13,650	2024	21,645	2037	28,232
2012	14,287	2025	22,231	2038	28,655
2013	14,955	2026	22,834	2039	29,085
2014	15,654	2027	23,452		
2015	16,385	2028	23,891		
2016	17,151	2029	24,338		
2017	17,952	2030	24,794		
2018	18,438	2031	25,258		
2019	18,938	2032	25,731		

Fuente: Elaboración a partir de INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Para generar la Tabla 8, de acuerdo a los datos del INEI donde se generó en la Tabla 53, se tiene las viviendas potenciales para su conexión al gas natural, donde al finalizar para el año 2039 equivale un 80% de las totales, el promedio porcentual para el último año Y SE

Para poder realizar la instalación domiciliaria, es necesario que un tercio de los propietarios de la comunidad, distrito o ciudad apoyen la obra. Normalmente, las concesionarias exigen que haya un 50% de penetración, es decir, que la mitad de los vecinos quieran instalar gas natural. BONO GAS – MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS.

Las instalaciones domiciliarias objetivo por año es de 52% en promedio, el cual está por encima del término de lo esperado.

Tabla 54.

Consumo promedio por cliente según categoría tarifaria

Categorías Tarifarias	Descripción
Categorías por rangos de consumo (Sm³/mes)	
A.1	Hasta 30 Sm ³ /mes
A.2	Desde 31 hasta 300 Sm ³ /mes
B	Desde 301 hasta 17 500 Sm ³ /mes
C	Desde 17 501 hasta 300 000 Sm ³ /mes
D	Desde 300 001 hasta 900 000 Sm ³ /mes
E	Consumidor Independiente con un consumo mayor a 900 000 Sm ³
Categorías especiales, independiente del consumo mensual	
GNV	Para estaciones de servicio y/o gasocentros de gas natural vehicular.
GE	Para generadores de electricidad
IP	Para Instituciones Públicas, tales como hospitales, centro de salud e instituciones educativas, entre otros.

Fuente: Informe Técnico N° 089-2022-GRT, P. 28

Para entender la Tabla 8 y cruzando datos de la obtenidos de la encuesta realizada el 2018, para el consumo residencial en la localidad de Huancavelica se obtuvo que el consumo es de 20.8 m³/mes en promedio para residencias y 959.2 m³/mes para la categoría comercial, donde se puede identificar que hay categorías de consumo tarifarias A, B, C y D.

1.1.1.2. Proyección de demanda categoría residencial

La demanda de Gas Natural de cada vivienda conectada es el consumo equivalente a 1.56 balones de GLP promedio por vivienda, tal como se aprecia en la Tabla 55, donde también se sintetiza que 5 personas en promedio utilizan 1.56 balones de GLP para el uso doméstico, pagando un total de S/ 36.78 soles por cada cilindro, pero en la actualidad al 2022 el costo bordea los S/ 63 soles, donde ya se había explicado que 1.56 cilindros de GLP costaría S/ 98.28 soles por mes.

Tabla 55.

Promedio de consumo de balones de GLP por familia en la ciudad de Huancavelica para el 2018.

Promedios de acuerdo a las encuestas realizadas en los distritos de Huancavelica y Ascensión		
Personas que hab. En una vivienda	Cilindros de GLP	Precio unitario de un cilindro de GLP
5	1.56	36.78

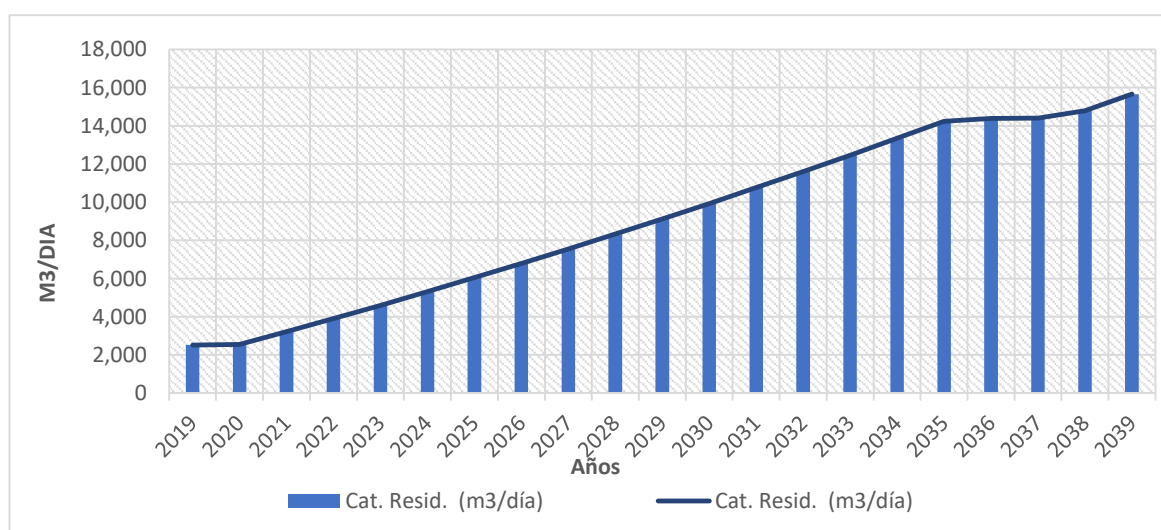
Fuente: Elaboración propia

Según las encuestas que se ha realizado en la ciudad de Huancavelica el consumo de GLP, equivale a un consumo inicial por cliente a Gas Natural en condiciones normales de 20.8 m³/mes de gas natural (Encuesta realizada en agosto del 2018), la operación para saber el consumo de una vivienda de Gas Natural por día es:

- 1.56 Cilindros de GLP equivale a 20.8 Metros Cúbicos (M³) de GN para un mes, en cambio para un día de consumo es 0.683 m³, esta cantidad se multiplicará con el número de viviendas conectadas para saber el consumo diario donde se plasma en la Figura 34 la demanda proyectada de gas natural para la categoría residencial en la ciudad de Huancavelica para los primeros 20 años de operación comercial.

Figura 34.

Proyección de demanda - Categoría residencial - en m³/día.



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 34, se observa el crecimiento de las de la demanda de Gas Natural en función a las viviendas potenciales conectadas en cada año, donde de la Tabla 8 se muestra los datos de viviendas conectadas acumuladas respecto a cada año para realizar el grafico anterior.

II. Categoría comercial B, C y D

La presente categoría está compuesta por locales comerciales medianos y pequeños tales como restaurantes, hoteles, hospitales, panaderías, etc.

a) Proyección de la demanda comercial

De acuerdo a la encuesta realizada en agosto 2018 en la Tablas 39, 40, 41 y 42, se ha obtenido un total de 647 viviendas encuetadas de las cuales se deduce que por cada 100 viviendas el 3% se dedican al comercio.

Tabla 56.

Consumo de cilindros de GLP por la categoría comercial y Promedio ponderado de consumo mensual.

Comercio	Consumo en cilindros de GLP (Uno)	Equivalente en consumo de GN (M3)
Equivalentes energéticos	71.944	959.2

Fuente: Elaboración propia

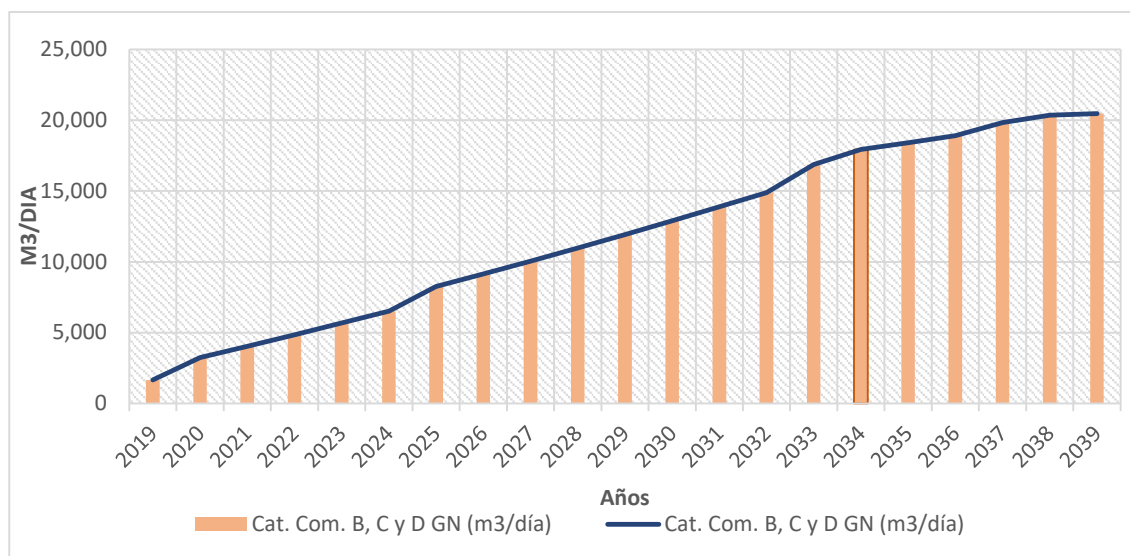
De la Tabla 53 podemos ver que el consumo promedio de un comercio es 71.944 balones de GLP que equivale a 959.2 m³/mes de Gas Natural a Condiciones Normales.

- 71.994 cilindros de GLP equivalen a 959.2 Metros Cúbicos (M3) de GN para un mes, en cambio para un día de consumo es 31.53 m³, esta cantidad se multiplicará con el número de viviendas que se dedican al comercio conectadas para saber el consumo diario donde se plasma en la Figura 35 la demanda proyectada de gas natural para la categoría comercial en la ciudad de Huancavelica para los primeros 20 años de operación comercial.

La demanda proyectada de gas natural para la categoría comercial en la ciudad de Huancavelica para los primeros 20 años de operación comercial se presenta a continuación:

Figura 35.

Proyección de demanda - Categoría Comercial - en m³/día.



Fuente: Elaboración propia

III. Categoría comercial C, caso especial

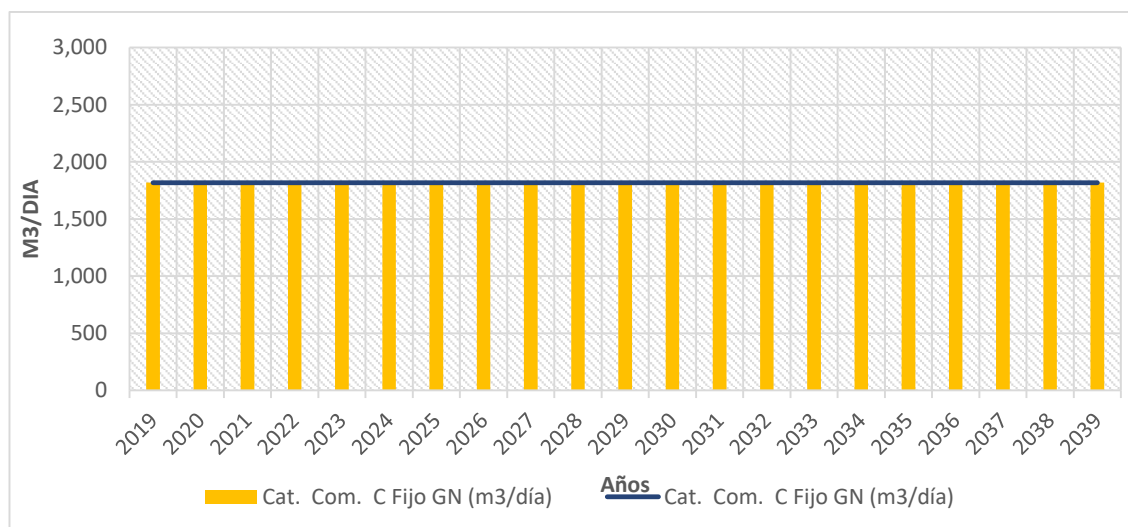
En este caso se ha determinado un consumo especial donde se considera el tren Macho, donde consiste en el proyecto para la modernización del ferrocarril Huancayo-Huancavelica, que comprende la rehabilitación de la vía férrea de 128.2 kilómetros de extensión, el cual pasó por una serie de procesos en búsqueda de su modernización por parte de ProInversion.

Luego de quince años sin llegar a concesionarse bajo la modalidad Asociación Pública-Privada (APP), el proyecto de mejoramiento y rehabilitación del ferrocarril Huancayo-Huancavelica pasará a ejecutarse como obra pública, específicamente bajo el esquema de Gobierno Nacional a Gobierno Regional, donde se considerará que se utilizará gas natural para su recorrido desde la ciudad de Huancayo – Huancavelica, el consumo promedio de un tren de esas magnitudes es de 4 hasta 8 Litros de Diesel por Kilómetro recorrido.

Para recorrer 128.2 Km de distancia de ida y vuelta una locomotora consumirá un total de 1,818 m³/día “máximo consumo por día”, cuando este se encuentre en su capacidad de carga máxima.

Figura 36.

Proyección de demanda – Categoría Comercial tipo C - en m³/día



Fuente: Elaboración propia

IV. Categoría gas natural vehicular

El número de vehículos en la ciudad de Huancavelica se obtuvo a partir de la base de datos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y del INEI.

Para determinar los vehículos potenciales se utilizó la metodología de Kuntur (2009) que considera:

De acuerdo al parque automotor existente en la región Huancavelica, los vehículos potenciales, aquellos de tipo automóviles sedán y station wagón. Estos vehículos tienen una participación promedio de 62.84% respecto del total de vehículos a nivel del país y que utilicen como combustibles Gasolinas y Gasol a través de inyectores, información obtenida de las publicaciones de la Superintendencia Nacional de los Registros Públicos SUNARP del periodo 2000 – 2007. (Paginas, 18-19).

Tenido en cuenta el índice cuantificador de vehículos potenciales se presenta a continuación en la Tabla 57 se puede ver el número de vehículos totales desde el año 2004 hasta el 2017 y los vehículos potenciales, en la ciudad de Huancavelica.

Tabla 57.

Número de vehículos en la ciudad de Huancavelica y potenciales que pueden utilizar GNV.

Año	Vehículos Totales	Año	N° Vehículos potenciales a GNV
2004	1,043	2007	693
2005	1,061	2008	764
2006	1,080	2009	811
2007	1,103	2010	829
2008	1,216	2011	828
2009	1,291	2012	831
2010	1,319	2013	857
2011	1,317	2014	883
2012	1,323	2015	910
2013	1,339	2016	938
2014	1,339	2017	967
2015	1,389		
2016	1,469		
2017	1,529		

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) – Perú y Superintendencia Nacional de los Registros Públicos, 2017

a). Número de vehículos potenciales por localidad para un horizonte de 20 años

El número de vehículos convertidos se obtiene utilizando la metodología de Kuntur (2009) que utiliza un factor de penetración de largo plazo del 15%, se considera que “los vehículos convertidos, son en su mayoría taxis o vehículos de transporte de pasajeros y consumen un promedio de combustible equivalente a 15 m³/día, (Kuntur, 2009, p.19)”.

En función a los vehículos potenciales se puede determinar para un horizonte de 20 años siguiente, utilizando la metodología de *KUNTUR*, se realiza un modelamiento para el año 2019 hasta 2039, en la Tabla 58 se puede ver los vehículos potenciales en la ciudad de Huancavelica:

Tabla 58.

Número de vehículos potenciales en la ciudad de Huancavelica.

Año	N° Vehículos potenciales a GNV	Año	N° Vehículos potenciales a GNV
2004	655	2022	1,172
2005	667	2023	1,213
2006	679	2024	1,256
2007	693	2025	1,300
2008	764	2026	1,345
2009	811	2027	1,392
2010	829	2028	1,441
2011	828	2029	1,491
2012	831	2030	1,544
2013	860	2031	1,598
2014	890	2032	1,654
2015	921	2033	1,711
2016	954	2034	1,771
2017	987	2035	1,833
2018	1,022	2036	1,897
2019	1,057	2037	1,964
2020	1,094	2038	2,033
2021	1,133	2039	2,104

Fuente: Elaboración a partir del MTC y SUNARP 2017.

a) Vehículos encuestados en la localidad de Huancavelica

En la encuesta realizada se ha preguntado a una muestra de vehículos, donde solo aquellos que utilizan combustible Gasol, en este caso se precisa que debe ser de un grado de 90, ya que existe vehículos que utilizan, Diesel y GLP, el muestreo se debe realizar de acuerdo la metodología de KUNTUR con vehículos potenciales a ser convertidos a GNV, factor de penetración o conversión por año del 1% al 15% de los vehículos potenciales.

Para la ciudad de Huancavelica el consumo de estos vehículos es de 4.65 galones de Gasol de 90, este volumen de consumo equivale aproximadamente a 16.3 m³/día de Gas Natural para su recorrido como transporte urbano según la entrevista dada a los conductores de la línea G (UNH-ISTPH).

En la Tabla 59 se puede ver los vehículos según la muestra de 15 vehículos, donde se obtuvo la información de cuanto es el consumo de combustible que utiliza durante su recorrido de 7 am a 7 pm, ya que se había explicado que 4.65 Gal de Gasol de 90 por día equivale a consumir 16.3 metros cúbicos de Ga Natural.

Tabla 59.

Vehículos encuestados del tipo de combustible que utilizan.

N° Vehiculo	Marca	Modelo	Cap de cilindro	Cant de cobustible en (Gal)	Horas de trabajo
1	Toyota	Yaris	1,300	4	7am a 7pm
2	Toyota	Corola	1,500	4.8	7am a 8pm
3	Hiuday	Elantra	1,400	4.5	6am a 8pm
4	Kia	Rio	1,300	4	7am a 7pm
5	Jac	S2	1,500	4.8	7am a 7pm
6	Nissan	Suny	1,600	5.5	7am a 7pm
7	Chevrolet	Spark Lite	1,500	5	7am a 7pm
8	Hiuday	Excel	1,800	6	7am a 7pm
9	Kia	Picanto	1,300	4.2	6am a 8pm
10	Jac	J4	1,400	4.5	6am a 8pm
11	Nissan	Tilda	1,600	5.4	7am a 7pm
12	Hiunday	I 10	1,200	3.8	6am a 8pm
13	Renault	Logan	1,500	4.7	6am a 8pm
14	Nissan	Sentra	1,400	4.4	6am a 8pm
15	Chevrolet	Spark Lite	1,300	4.2	6am a 8pm
Promedio			1,440	4.65	Gasol de 90

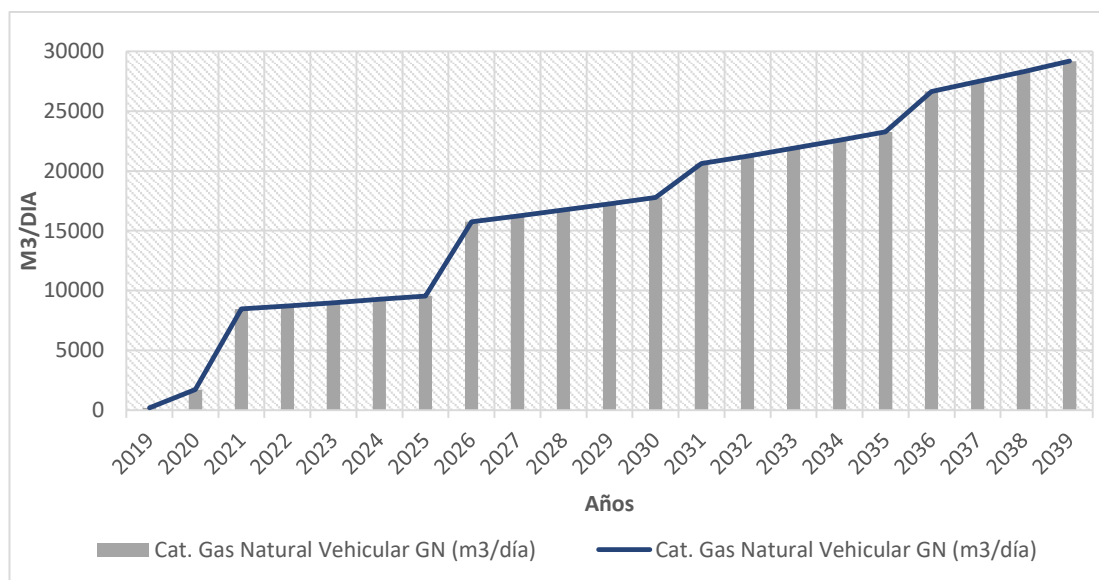
Fuente: Elaboración a partir de la base Kuntur (2009)

b) Proyección de demanda categoría Gas Natural Vehicular (GNV)

La demanda proyectada de gas natural para la categoría Gas Natural Vehicular (GNV) en la ciudad de Huancavelica, de acuerdo a las encuestas realizadas y los vehículos potenciales existentes se plasma en la Figura 37 para los primeros 20 años de operación comercial que se presenta a continuación:

Figura 37.

Proyección de demanda – Categoría GNV - en m³/día



Fuente: Elaboración propia

De la proyección total por categorías de consumo, se puede observar que la demanda de la categoría comercial representa el 35% del total, la categoría residencial el 23% y la categoría Gas Natural Vehicular (GNV) con 42%.

Anexo 3.

Localización de la Planta Satélite de Regasificación de Gas Natural Licuefactado en la localidad de Huancavelica.

Localización de la planta satélite de regasificación de GNL

5. Macro localización de la Planta Satélite de Regasificación

La Planta Satélite de Regasificación de GNL estará ubicada en el departamento de Huancavelica que se encuentra en la sierra central del Perú. Limita al norte con el departamento de Junín, por el oeste con los departamentos de Ica y Lima, por el este con el departamento de Ayacucho, y por el sur con los departamentos de Ica y Ayacucho (Municipalidad Provincial de Huancavelica, s.f.a).

Capani, s.f., (2016), El departamento de Huancavelica se divide políticamente en 07 provincias y 97 distritos ubicados mayormente en la sierra, y una pequeña

proporción en las estribaciones de la costa y en ceja de selva. Su capital departamental se encuentra a 3, 680 m.s.n.m.

Tabla 60.

Datos generales y ubicación geográfica.

DATOS GENERALES Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA	
Fecha de Creación	04 de agosto de 1571
Población al 2007 (Provincia)	Urbano: 59,435 Rural: 77,540
Superficie	22,131.47 Km ²
Clima	5°C a 18°C. Temperatura Anual
Altitud	1,950 y los 4,500 msnm
Latitud	11°16'10" y 14°07'43"
Longitud	74°16' y 75°47'

Fuente: Elaboración propia con base en la Municipalidad Provincial de Huancavelica (s.f.a)

6. Clima en la ciudad de Huancavelica

La ciudad de Huancavelica tiene un clima en la que predomina el frío soportable, con amplia oscilación entre el día y la noche, entre el sol y la sombra. Especialmente la estación húmeda comprende los meses de noviembre a abril y la estación seca de mayo a octubre que son la época de friaje[...].

Su temperatura media horaria es de 9 a 11 grados con variaciones a lo largo del año, siendo la temperatura máxima 20°C y la temperatura mínima 6°C, pero en algunas temporadas la temperatura llega a bajar por los 5°C bajo cero. (Municipalidad Provincial de Huancavelica, s.f.a, párrafo. 7)

7. Vías de acceso a la ciudad de Huancavelica

• Primera ruta

En dos etapas: partiendo por carretera desde la ciudad de Lima hacia la ciudad de Huancayo (300 Km. aproximadamente); luego una segunda etapa que dura unas 5 horas, esto es por vía férrea (128 Km. aproximadamente), partiendo de la

estación de Chilca en Huancayo, va por la quebrada del Río Mantaro, encontrándose con la carretera en el pintoresco pueblo de Izcuchaca.

- **Segunda ruta**

Por carretera, Lima-Huancayo-Huancavelica, con una distancia de 457 Kms, que se hace en 10 horas en ómnibus. Ahora se cuenta con una carretera asfaltada de la Ciudad de Lima hasta Huancavelica.

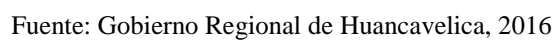
- **Tercera ruta**

[...] Lima–Pisco–Huancavelica, por la Panamericana Sur hasta San Clemente, donde se toma la variante San Clemente, en una carretera afirmada hasta Rumichaca, pasando por Pilpichaca y Santa Inés para llegar a Callqui chico – Huancavelica recorriendo un total de 357 Km, gran parte de este recorrido se hace por Vía los Libertadores, hasta Rumichaca por una carretera asfaltada; de allí por adelante es una carretera afirmada la cual une Castrovirreyna con Huancavelica, esta ruta no hace llegar a Huaytará, interesante sede arqueológica.

- **Cuarta ruta**

Esta ruta es mixta, es decir de Lima a Ayacucho por avión y Ayacucho-Huancavelica por carretera, todo este recorrido se puede cubrir en solo 5 horas y media, el vuelo dura 20 minutos y el viaje por carretera 5 horas pasando por Rumichaca, Santa Inés y Lachocc. (Municipalidad Provincial de Huancavelica, s.f.a, párrafo. 14-18)

Red Vial Huancavelica.



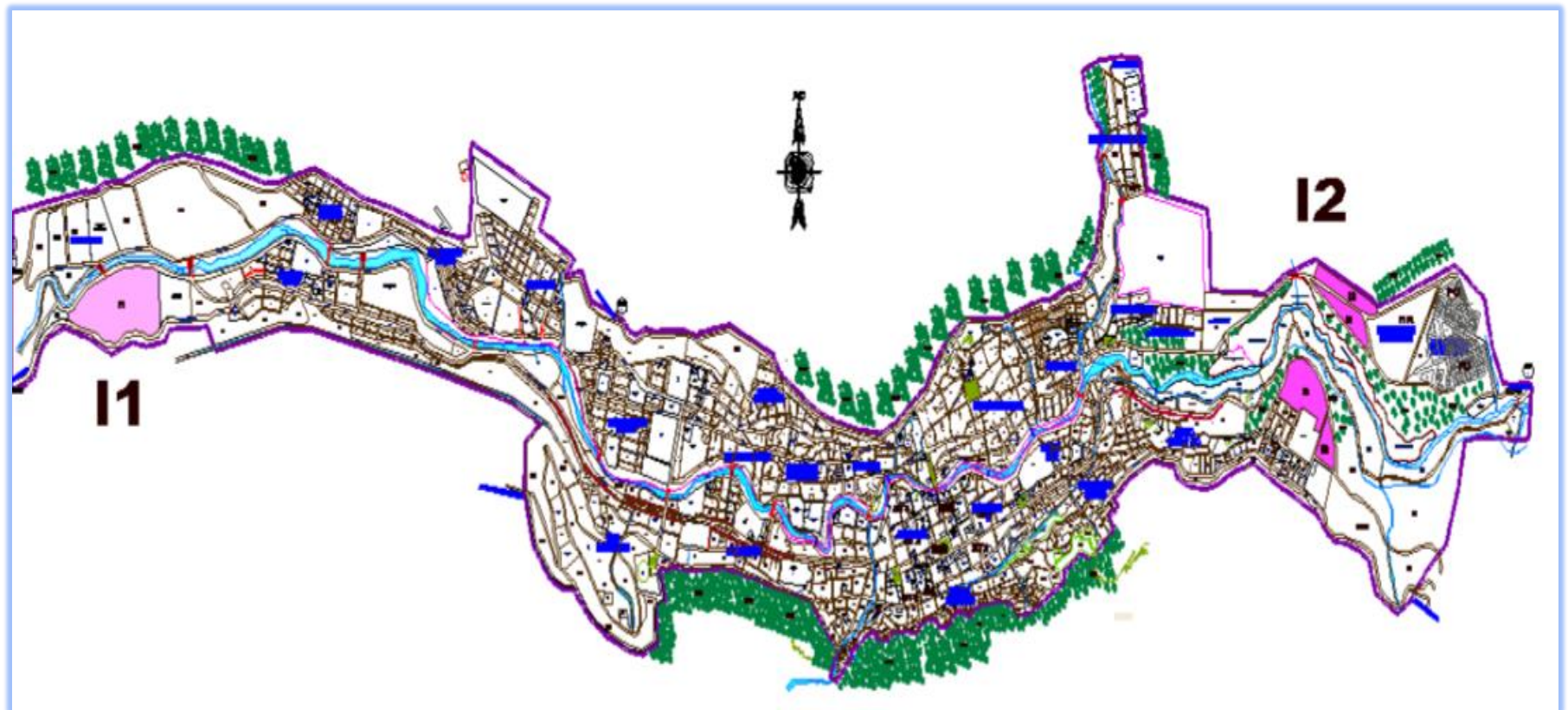
8. Zonificación y uso de suelos en la ciudad de Huancavelica

“De acuerdo al Artículo 73° de la Ley N° 27972, las Municipalidades planifican, promueven, supervisan, regulan y controlan el uso de las tierras, quien quiera que fuera el propietario, en función de los Planes de Desarrollo Urbano” (Municipalidad Provincial de Huancavelica, 2016, p. 66); los mismos que incluyen la Zonificación de los Usos de Suelo.

Uso del suelo a finalidad de la zonificación de usos del suelo es la organización físico espacial del territorio urbano. Comprende acciones de ordenamiento físico y acondicionamiento urbano para una racional distribución de la población en el territorio y una ordenación de las actividades urbanas, a fin de lograr en un mediano y largo plazo un grado de consolidación integral, equilibrada entre los diferentes sectores de la ciudad y la regulación del ejercicio al derecho de propiedad predial, que permita mejorar la calidad de vida de la población Huancavelicana (Municipalidad Provincial de Huancavelica, 2016).

Figura 39.

Plano de Zonificación Industrial.



Fuente: Municipalidad Provincial de Huancavelica, 2016

9. Micro localización de la Planta Satélite de Regasificación

Por lo expuesto anteriormente, la Planta Satélite de Regasificación de GNL estaría ubicada en la zona Pre Urbana I1 planificada para expansión Urbana-Sur (ver Figura 39), en un área destinada al asentamiento de industrias que brinden servicios comunes al área industrial propiedad del Municipio de Huancavelica (Municipalidad Provincial de Huancavelica, 2016).

Como se puede observar en la Figura 40, el área industrial se encuentra ubicada entre las carreteras que unen la ciudad de Huancavelica con Pisco y Lima por la Panamericana Sur hasta el Km 60, donde se toma la variante por el San Clemente, por la Carretera los Libertadores, en una carretera afirmada de 357 Kms. hasta Huancavelica.

Figura 40.

Localización de la planta satélite de regasificación en la zona Industrial.



Fuente: Municipalidad Provincial de Huancavelica, 2016

Figura 41.

Localización satelital de la planta satélite de regasificación de GNL.



Fuente: (Municipalidad Provincial de Huancavelica, 2016).

Referencias: Límites del terreno



Carretera a Pisco Lima



Figura 42.

Diagrama de la planta satélite de regasificación, con emplazamiento de estacionamiento para cisternas, salidas y entradas de vehículos.

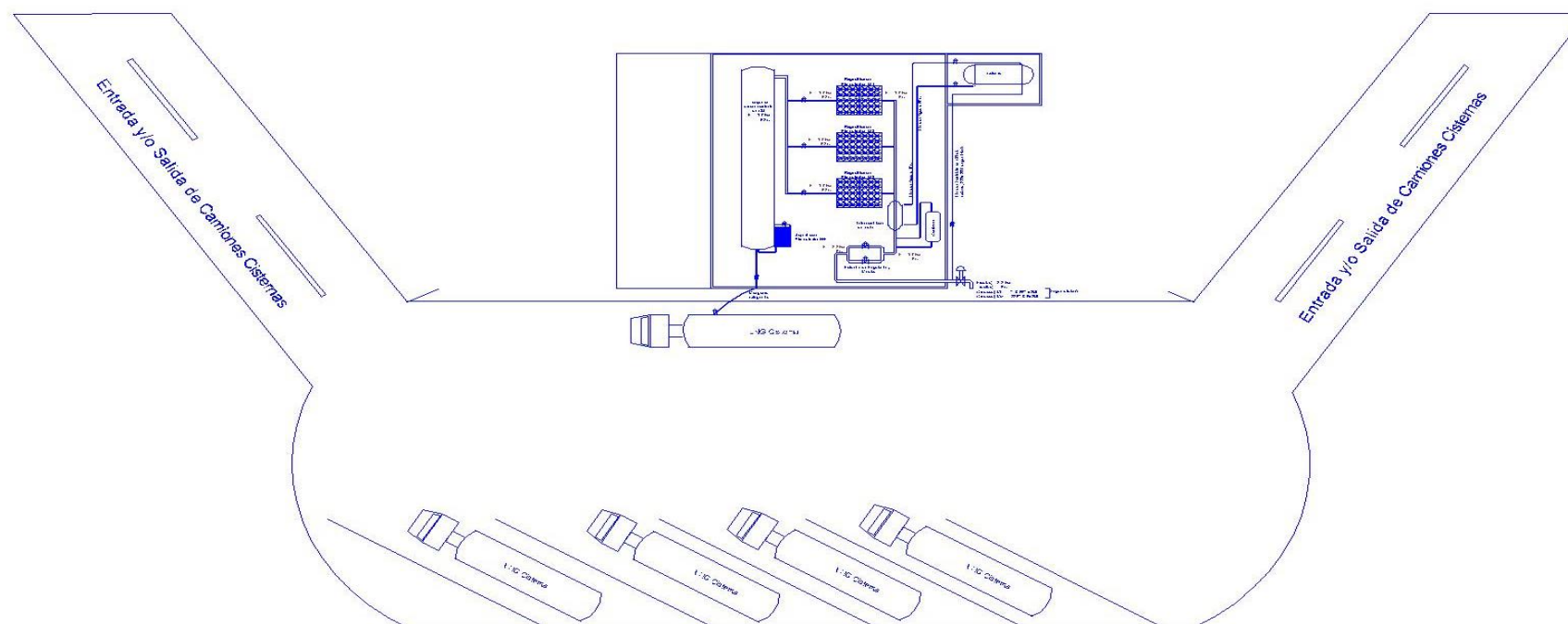
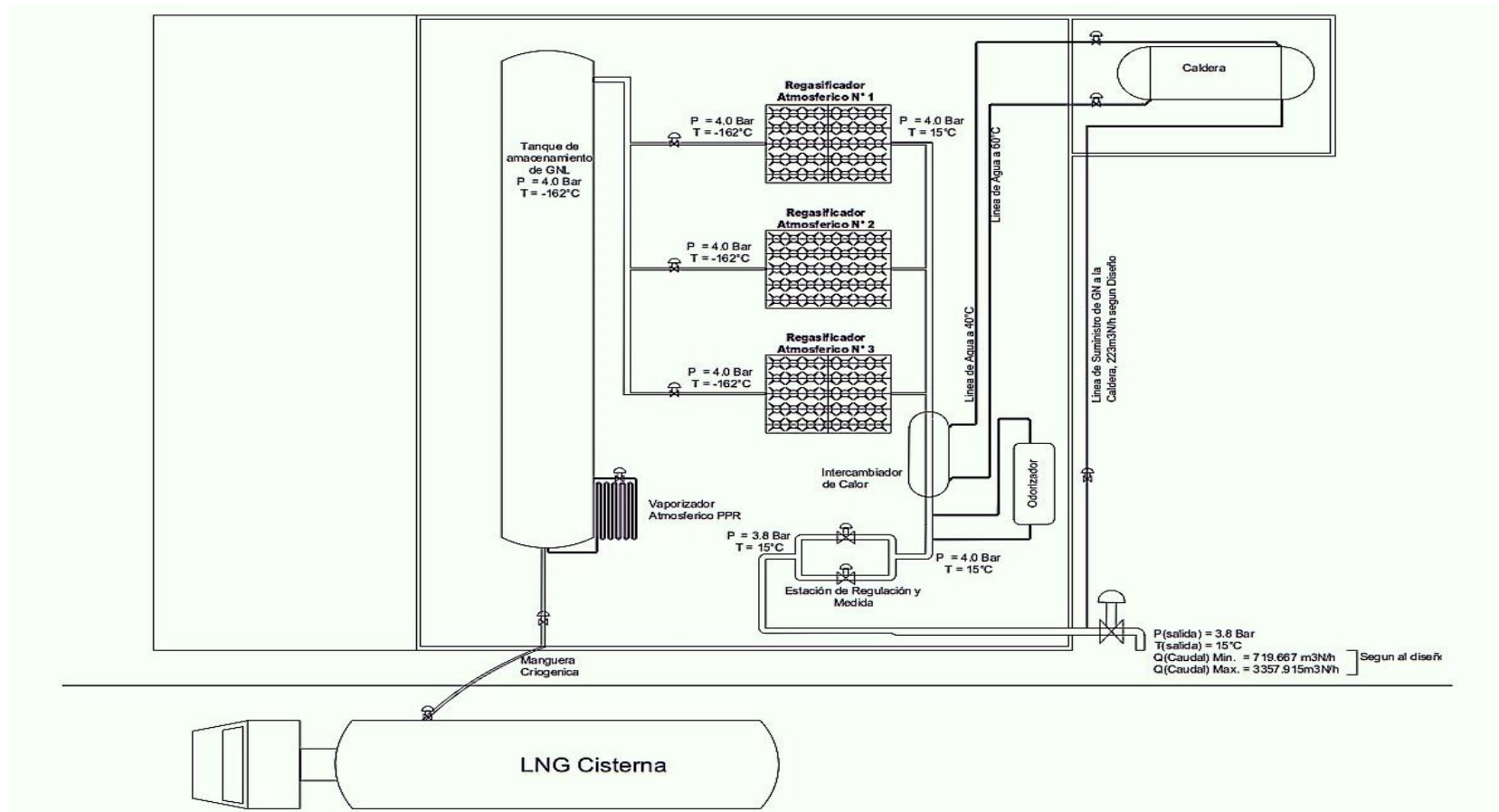


Figura 43.

Diagrama de tanque de almacenamiento, regasificadores atmosféricos, de agua caliente, PPR y cisterna criogénica.



10. Funcionalidad del terreno con respecto al proyecto

Para la selección del terreno necesario, la construcción de una Planta satélite de regasificación, se debe analizar, si el terreno cumple con la facilidad de acceso, seguridad y compatibilidad con respecto a construcciones vecinas y las facilidades que representen la construcción de la red primaria desde el terreno hacia cada población. (YPFB, 2015, p. 138)

A. Ubicación del terreno con respecto a carreteras, vías primarias y/o secundarias u otro tipo de vía

“El terreno tendrá que estar ubicado en la carretera, en una vía primaria o secundaria con una calzada sin contar aceras de un mínimo de ancho de 8,00 metros, para facilidad de maniobrabilidad del camión cisterna” (YPFB, 2015, pp. 138-140).

B. Distancia del Terreno a la Población y/o su Ubicación en la Mancha Urbana

- Preferentemente el terreno no podrá estar a más de dos (2) Km. de distancia del límite del radio urbano de cada población.
- Si por el contrario se encuentra dentro del radio urbano, este deberá tener ingreso directo de la carretera principal, contar con una vía de fácil acceso y circulación diaria, sin perjuicio de existencia de ferias u otras actividades propias de las costumbres de las Poblaciones.
- La PSR debe estar ubicada como mínimo a 50 m de edificios de pública concurrencia, uso administrativo, docente, comercial, hospitalario, etc.
- La ubicación del terreno debe respetar la distancia mínima de los derechos de vía a carreteras y vías férreas, de modo tal que el terreno a ser cedido no contravenga a las normativas correspondientes. (YPFB, 2015, p. 138)

C. Saneado legal con Correcta Ubicación y Delimitación de linderos Respecto a Colindancias y Dotación de Servicios

Se condiciona a que el Gobierno Municipal de Huancavelica, se comprometa a entregar el terreno con ningún tipo de problema legal, tiene que entregar el plano

catastral aprobado con las coordenadas UTM de cada uno de los vértices y la delimitación con mojones en cada uno de los vértices. (YPFB, 2015, p. 138)

D. Características del Terreno

- El nivel del terreno no debe ser inferior a la ruta o camino principal de acceso.
- La PSR debe instalarse en un terreno amplio y no inundable, no debe poseer desniveles importantes y contar con acceso vehicular con mínima pendiente y amplio radio de giro (mínimo 8 m) para la circulación de cisternas.
- El terreno, no puede estar en áreas de rellenos sanitarios, basurales o escombros, ni estar afectado por niveles freáticos altos o peligro de derrumbes, debe tener un suelo apto para fundaciones estructurales.
- El nivel del terreno no debe ser inferior a la ruta o camino principal de acceso.
- La superficie prevista del terreno utilizable debe ser amplia para los espacios de seguridad de todas las instalaciones. (YPFB, 2015, páginas. 138-140)

11. Selección de la tecnología de suministro de gas natural licuado (GNL)

Dentro del alcance del presente estudio se busca analizar las diferentes alternativas de suministro de Gas Natural Licuado (GNL) con la finalidad de implementar el método que brinde mayor eficiencia técnica y económica, para brindar Gas Natural a la población de Huancavelica.

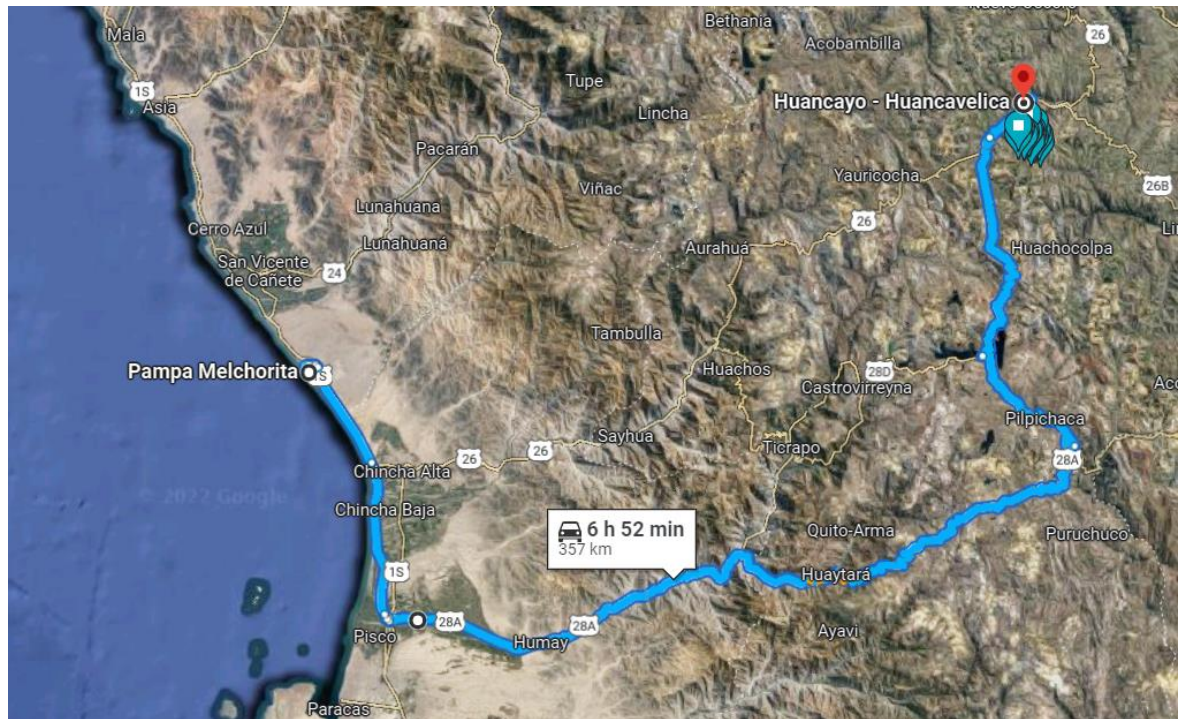
A) Ubicación de la zona de estudio

El requerimiento que inicialmente se evalúa es la ubicación de la población y la distancia de la Planta de Licuefacción de Gas de Pampa Melchorita, con la finalidad de seleccionar adecuadamente la alternativa a implementar.

En la Figura 44 se muestra el recorrido desde la Planta de GNL de Melchorita hasta la ciudad de Huancavelica.

Figura 44.

Recorrido de Planta GNL de Melchorita a la ciudad de Huancavelica.



Fuente: Elaboración a partir de Google Earth

La distancia desde la planta de Licuefacción de Melchorita hasta la ciudad de Huancavelica es de 357 Km, esta es la distancia que deberán recorrer las Cisternas de GNL hasta la estación de la Planta Satélite de Regasificación de Huancavelica, recorriendo desde Pisco-Ica, llegando hasta la variante de San Clemente, pasando por la carretera los libertadores hasta Rumichaca, de ahí pasando por Pilpichaca, Santa Innes, hasta llegar a la Ciudad de Huancavelica

B) Cálculo del volumen mínimo requerido

La capacidad de almacenaje de GNL debe garantizar mínimamente el valor mayor del consumo de 3 días de autonomía, o el equivalente en consumo a 2,5 veces el tiempo de viaje desde la Planta de GNL hasta la PSR, así mismo es imprescindible contar con el espacio volumétrico suficiente como para reemplazar constantemente el volumen que llevan las unidades de transporte, es decir la capacidad de almacenaje deberá tener como mínimo el requerimiento inicialmente planteado más el volumen de las unidades de transporte.

Considerando los criterios descritos para estimar el volumen mínimo requerido en cada población y haciendo uso de las ecuaciones presentadas a continuación, se estima el volumen mínimo requerido en función a la demanda proyectada a 5 años.

- Volumen mínimo requerido necesario para garantizar 3 días de autonomía:

$$Vm = Dd * 3 \text{ dias}$$

Donde:

Vm= Volumen mínimo requerido (m³ de GNL)

Dd= Demanda diaria (m³/día)

$$Vm = 38 \frac{m^3}{dia} * 3 \text{ dias}$$

$$Vm = 114 m^3$$

Una vez estimado el volumen mínimo requerido para la población, seguidamente se realiza la cuantificación de los contenedores estacionarios de GNL necesarios para garantizar una autonomía mínima descrita anteriormente, este cálculo se realiza en función a la capacidad de almacenaje para la tecnología de GNL.

C) Tecnología de transporte del GNL

A continuación, se describe la tecnología disponible para el transporte de GNL por cisternas que pueden tener una capacidad de 22 a 25 toneladas.

Cisternas Criogénicas

Básicamente existen dos tipos de cisternas en función del tipo de aislamiento, cisterna aislada al vacío y cisterna aislada con poliuretano.

Figura 45.

Cisterna con asilamiento de Poliuretano.



Fuente: Indox, s.f.

De la Figura 45, el tanque está constituida por único deposito en acero inoxidable (baja temperatura) alrededor del cual se hace un forro de espuma de poliuretano, exteriormente se acaban con una chapa de aluminio lacado, la transferencia térmica en este tipo de cisternas es del orden de 10 veces superior que en las unidades del vacío.

Figura 46.

Cisterna aislada al vacío Criogénica.



Fuente: Indox , s.f.

De la Figura 46, el aislamiento puede ser perlita (mineral) o un aislamiento a del tipo multilayer, también conocido como superinsulation, el aislamiento con perlita requiere grados de vacío del orden de 20 a 50 micrones. (1 micrón = 0.001 Torr) (1 bar = 760.000 micrones), el aislamiento con superinsulation requiere todavía niveles de vacío más altos: 2 a 5 micrones.

En la Tabla 61 se puede ver un comparativo de los tipos de cisternas:

Tabla 61.

Comparación de tecnologías por tipos de cisternas.

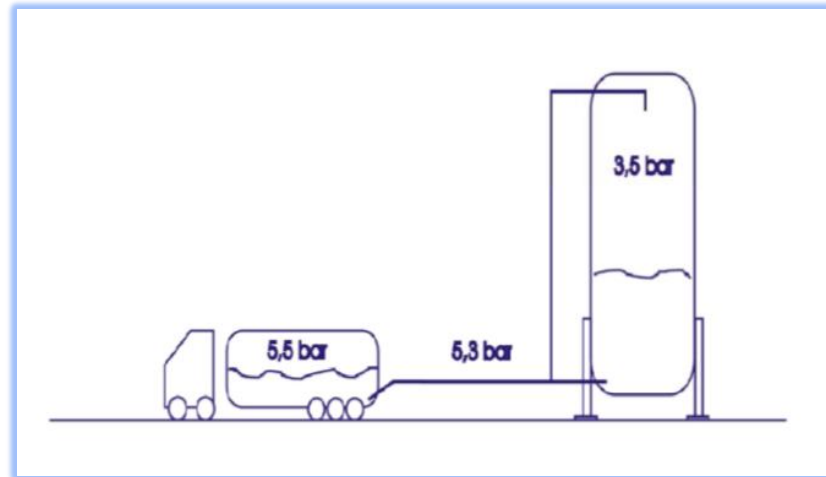
Cisterna/Tipo	Poliuretano	Vacío
Coste	Menor	Mayor
Tara (Kg)	11.000 Kg	12.600 Kg
Capacidad Geométrica (Litros)	56.700	51.300
Autonomía (disparó válvula)	4 días	20 días
Seguridad a impactos	Menor	Mayor
Presión máxima de servicio (bar)	7	7

Fuente: elaboración propia con base en Indox (s.f.)

- **Sistema de trasvase:** los tipos de cisternas se diferencian por su sistema de trasvase por diferencia de presión y mediante bomba de trasvase.

Figura 47.

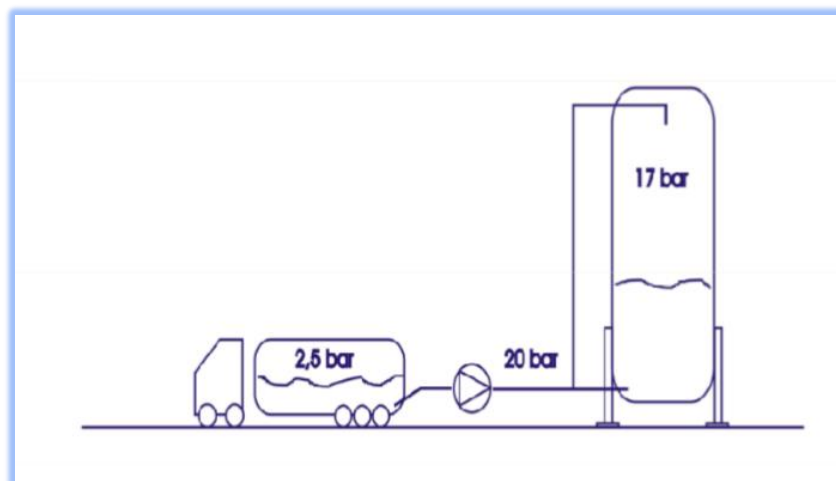
Sistema de trasvase por diferencia de presión.



Fuente: Indox , s.f.

Figura 48.

Sistema de trasvase por bomba criogénica



Fuente: (Indox, s.f.)

Como resultado de lo señalado anteriormente, la tecnología seleccionada para el transporte de GNL es por cisternas de vacío y sistema de trasvase por bomba

criogénica, pero por seguridad de tendrá un sistema de descarga (regasificador de descarga) puesto que son ampliamente utilizados en proyectos similares en el Perú.

D) Tiempo de viaje de ida para cisternas de GNL

Para realizar el dimensionamiento del almacenaje de GNL es necesario contar con los tiempos de viaje de ida, así como el de vuelta, por lo que las siguientes ecuaciones que resumen el cálculo de los tiempos de viaje:

$$t_{ida} = Tv + 2 \text{ hr abastecimiento} + 1 \text{ hr descarga}$$

$$Tv = \frac{\text{distancia}}{\text{velocidad}} = \frac{357 \text{ Km}}{40 \text{ Km/hr}} = 6.375 \text{ horas}$$

$$\begin{aligned} t_{ida} &= 8.925 \text{ hr} + 2 \text{ abastecimiento} + 1 \text{ hr descarga} \\ &= 11.925 \text{ horas (0.496 dias)} \end{aligned}$$

El tiempo calculado para el viaje de ida de la Cisterna Criogénica desde la Planta de Melchorita hasta la Planta Satélite de Regasificación en Huancavelica es de 11.925 horas, esto incluye 2 horas de tiempo de carga y 1 hora de descarga de las cisternas en la planta de regasificación.

E) Cálculo de las propiedades del Gas Natural

En las siguientes tablas se puede ver el cálculo de propiedades del Gas Natural de Camisea, para el cual, de acuerdo a lo señalado en el contrato BOOT del Estado Peruano con la empresa concesionaria de Lima y Callao, se establece como composición referencial los siguientes valores:

Tabla 62.

Cálculo del peso molecular del gas natural.

Componente	Fracción Molar Zi	Porcentaje Molar %	Mwi	Mwi * Zi
N2	0,0106	1,06%	28,02	0,297
CO2	0,0032	0,32%	44,01	0,141
C1	0,8937	89,37%	16,04	14,338
C2	0,0857	8,57%	30,07	2,577
C3	0,0065	0,65%	44,09	0,287

i-C4	0,0002	0,02%	58,12	0,012
n-C4	0,0001	0,01%	58,12	0,006
H2O	0,0000	0,00%	18,02	0,000
TOTAL	1,0000	100,00%		17,656

Fuente: elaboración propia

Tabla 63.

Gas Natural a condiciones estándar y normal.

TP (atm) =	1	1
T (°F) =	60	33
T (°K) =	288,70	273.7
R (atm.L/mol.°K) =	0.082057	0.082057
Condición	Estándar	Normal

Fuente: Elaboración propia

- **Cálculo del peso molecular:**

$$M_w = 17,656 \frac{g}{mol} \quad \text{Tabla 4-9}$$

- **Cálculo de la densidad del Gas:**

$$PM = \rho RT \rightarrow \rho = \frac{PM}{RT}$$

$$\rho = \frac{PM}{RT} = \frac{1atm * 17,656g/mol}{0.082057atm \cdot \frac{L}{mol \cdot ^\circ K} * 288.70^\circ K} = 0,7452 g/L$$

$$\rho = 0,7452 \frac{g}{L} = 0.7452 \frac{Kg}{m^3} \text{ a condiciones estandar}$$

- **Cálculo del factor de conversión de GNL:**

El factor de conversión del GNL al Gas Natural es una relación de sus densidades, asumiendo que el Gas Natural al licuarse a menos de 161°C reduce 600 veces su volumen.

$$\text{Factor de conversion a GNL} = 600 \text{ veces} * 0.7452 \frac{Kg}{m^3} = 447,17 \frac{Kg}{m^3}$$

F) Cuantificación de cisternas de GNL

A continuación, se realiza la cuantificación de las cisternas necesarias para el transporte de GNL hasta la ciudad de Huancavelica, en función al volumen mínimo

requerido, tiempo de transporte y capacidad de almacenaje de las Cisternas Criogénicas:

Para realizar el cálculo se asumen las siguientes condiciones:

- Capacidad por cisterna= 25 toneladas
- Tiempo de viaje de ida + vuelta + factor de seguridad de 20%
- Factor de conversión de **GNL= 447,17 Kg/m³**

En la siguiente tabla se observa la logística de transporte de GNL desde la Planta de Gas de Melchorita hasta la Planta Satélite de Regasificación por un tiempo de vida del proyecto de 20 años.

De la Tabla 64 se concluye que se necesita 1 cisterna de 25 toneladas métricas (53,300 Litros) de capacidad para transportar GNL a la ciudad de Huancavelica durante los primeros 6 años, a partir del año 7 se necesitaría una cisterna más hasta el año 14, y después de este se necesitarán 3 cisternas con las mismas características para cubrir el horizonte de 20 años de demanda de gas natural en la ciudad de Huancavelica.

Tabla 64.

Cálculo de la demanda del gas natural y recorrido

Año referencial	Año	Distancia desde la Planta (Km)	Hrs de viaje - ida y vuelta (horas)	Hrs de viaje - ida y vuelta + 20% de seguridad (horas)	Días de viaje - ida y vuelta (días)	Consumo diario Gas (m3/día)	Consumo de GNL (m3/día)	Cantidad de Cisternas por día	Cantidad de recargas por mes al tanque estacionario de GNL	Cantidad de Viajes por mes (Ida y Vuelta)	Total de recorrido de camion Cisterna de GNL Km/mes	Capacidad de tanque estacionario de GNL
0	2019	357	19.07	22.88	0.95	6,174.00	10.29	0.23	7	14	4,960.56	10
1	2020	357	19.07	22.88	0.95	9,328.00	15.55	0.35	10	21	7,494.67	16
2	2021	357	19.07	22.88	0.95	17,531.00	29.22	0.65	20	39	14,085.44	29
3	2022	357	19.07	22.88	0.95	19,285.00	32.14	0.71	22	43	15,494.71	32
4	2023	357	19.07	22.88	0.95	21,080.00	35.13	0.78	24	47	16,936.92	35
5	2024	357	19.07	22.88	0.95	22,915.00	38.19	0.85	26	52	18,411.27	38
6	2025	357	19.07	22.88	0.95	25,670.00	42.78	0.95	29	58	20,624.80	43
7	2026	357	19.07	22.88	0.95	33,505.00	55.84	1.24	38	75	26,919.90	56
8	2027	357	19.07	22.88	0.95	35,659.00	59.43	1.32	40	80	28,650.55	59
9	2028	357	19.07	22.88	0.95	37,862.00	63.10	1.40	43	85	30,420.57	63
10	2029	357	19.07	22.88	0.95	40,115.00	66.86	1.48	45	90	32,230.76	67
11	2030	357	19.07	22.88	0.95	42,420.00	70.70	1.57	48	95	34,082.74	71
12	2031	357	19.07	22.88	0.95	47,068.00	78.45	1.74	53	106	37,817.21	78
13	2032	357	19.07	22.88	0.95	49,551.00	82.59	1.83	56	112	39,812.20	83
14	2033	357	19.07	22.88	0.95	53,049.00	88.42	1.96	60	119	42,622.70	88
15	2034	357	19.07	22.88	0.95	55,657.00	92.76	2.06	63	125	44,718.12	93
16	2035	357	19.07	22.88	0.95	57,737.00	96.23	2.14	65	130	46,389.32	96
17	2036	357	19.07	22.88	0.95	61,771.00	102.95	2.29	70	139	49,630.47	103
18	2037	357	19.07	22.88	0.95	63,502.00	105.84	2.35	71	143	51,021.26	106
19	2038	357	19.07	22.88	0.95	65,258.00	108.76	2.41	73	147	52,432.14	109
20	2039	357	19.07	22.88	0.95	67,115.00	111.86	2.48	76	151	53,924.16	112

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4.

Vaporizadores atmosféricos, AIR LIQUIDE.



Wielkości zbiorników oraz typy parownic dobierane są w zależności od zapotrzebowania Klienta na gaz. Air Liquide Polska zapewnia obsługę bieżącą udostępnianych urządzeń oraz odpowiada za rejestrację w UDT.

Parownice atmosferyczne:

- specjalna konstrukcja wykonana z aluminium gwarantująca dużą powierzchnię wymiany ciepłej,
- wykonane zgodnie z UBC i ANSI A 58.1 oraz zgodnie z wymogami norm dla urządzeń pracujących przy zwiększonym ciśnieniu, takich jak: ASME, TÜV, PED, ISQL,
- wielkość i ilość parownic dobierana jest w zależności od przepływu i profilu zużycia.

Charakterystyka parownic						
Typ parownicy *)		5ALE	10ALE	18ALE	25ALE	50ALE
Wydajność nominalna **)	Nm ³ /h	50	100	175	250	500
Pojemność wewnętrzna	dm ³	4	10	20	28	50
Przyłącza wlot/wylot DN	mm	20/20		40/40		
Masa własna	kg	68	150	295	386	735
		190	430	840	1120	2100
Max. ciśnienie robocze	bar	40				

*) Tabela zawiera przykładowy typoszerzeg parownic, a parametry podane są w celach informacyjnych.

Dostępne są również inne typy parownic, także o większej wydajności.

**) Ciągła przez 8 godzin w otoczeniu: wilgotność 70%, temperatura +15°C.



Usługi dodatkowe:

System MaxiFlo

System MaxiFlo zalecany jest dla dużych przepływów przy ciągłym poborze gazu. Zawiera on 2 równoległe układy zgazowania, 2 nadmiarowe zawory bezpieczeństwa, 4 ręczne zawory odcinające. Opcjonalnie dostępny jest układ automatycznego przełączania parownic z 2 zaworami odcinającymi i sterowaniem pozwalającym na sekwencyjne przełączanie parownic.

Urządzenie bezpieczeństwa TEMPAL

Tempal to rozwiązanie zwiększające bezpieczeństwo i niezawodność dostaw poprzez:

- stały pomiar temperatury gazu w procesie,
- sygnał alarmowy widoczny w zakładzie Klienta,
- aktywną ochronę ograniczającą ryzyko związane z kruchością niskotemperaturową stali węglowej uzyskaną poprzez sterowanie przepływem.

Usługa OPTIMAL

OPTIMAL to pakiet usług zapewniający:

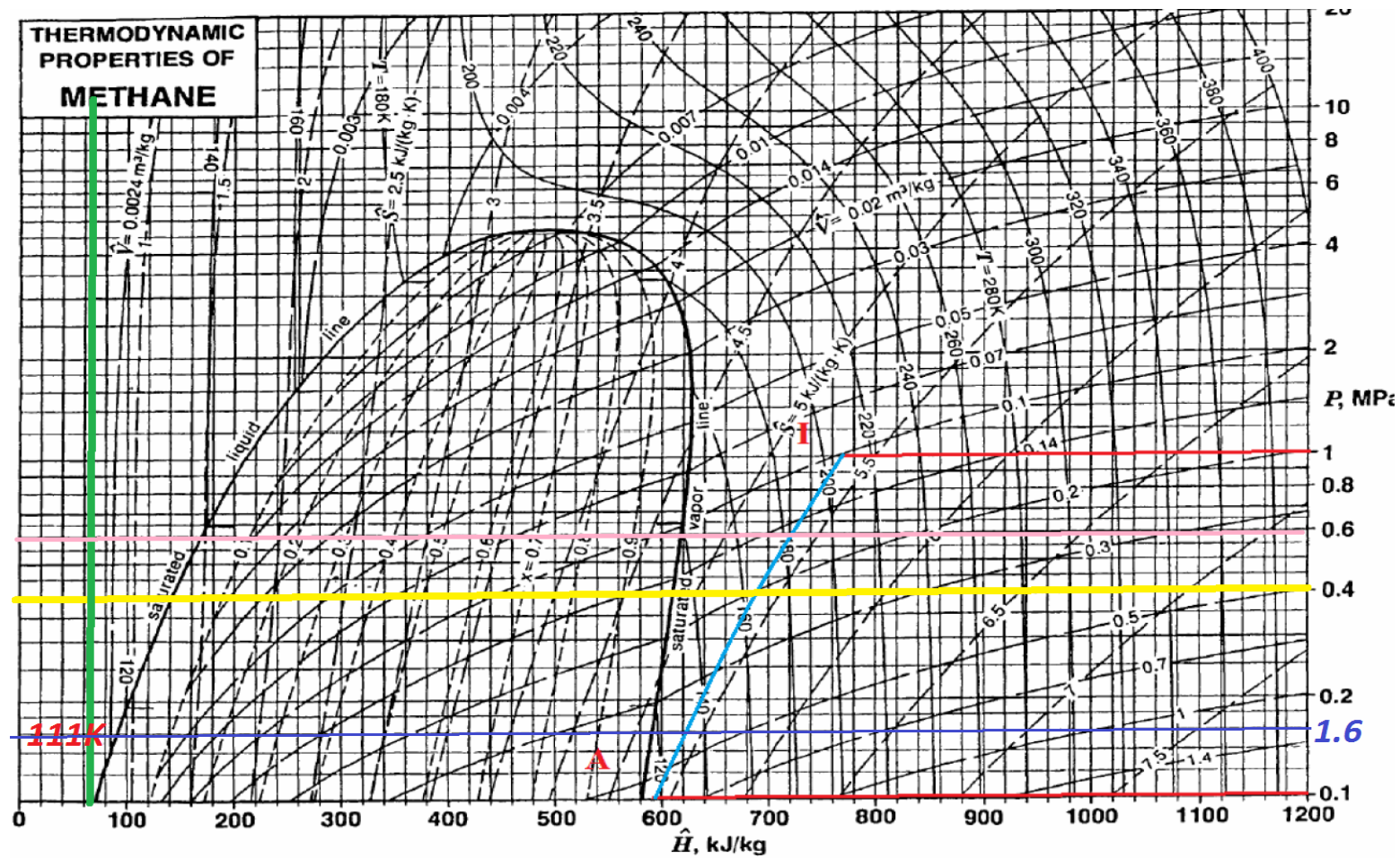
- dostawy realizowane na podstawie danych pobieranych z urządzenia do ich teletransmisji,
- ciągły monitoring krytycznych zmiennych procesu (pracy instalacji),
- interwencje wyprzedzające Air Liquide (jeśli niezbędne),
- spersonalizowany dostęp do informacji poprzez stronę internetową Air Liquide.



Fuente: Empresa Airliquide

Anexo 5.

Propiedades del Gas Natural de acuerdo al diagrama de mollier del metano.



Anexo 6.

Gráficos de las etapas de construcción de redes tuberías de Gas Natural en el la localidad de Huancavelica.

Figura 49.

Diseño preliminar de la planta satélite de regasificación, ubicación en el complejo de Callqui Chico.



Figura 50.

Diseño de tubería troncal, derivación de 90 mm que llevará Gas Natural hasta el sector de Chunñuranra.



Figura 51.

Diseño preliminar de las mallas de 32 mm en el sector de San Gerónimo sector norte de Huancavelica.

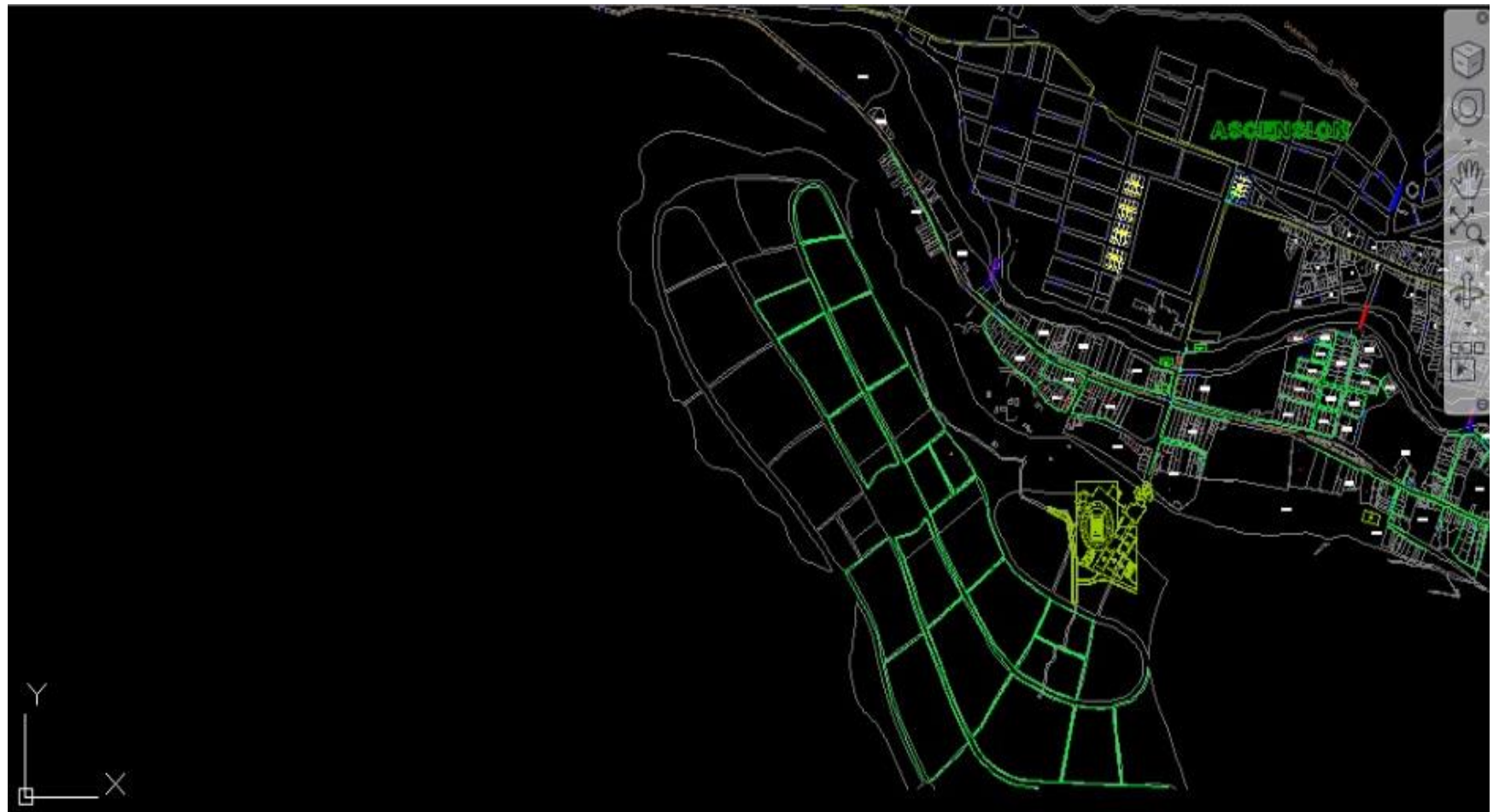


Figura 52.

Diseño preliminar de las mallas de 320mm en el sector de Centro de Huancavelica



Figura 53.

Diseño preliminar de las mallas en el sector de Sur Huancavelica



Anexo 7.

Tubería lisa de HDPE Norma NTP ISO 4427:2008 PE-80 y PE-100.

		Relación estándar de dimensiones (SDR)															
		SDR 33 (S16)		SDR 26 (S12.5)		SDR 21 (S10)		SDR 17 (S8)		SDR 13.6 (S6.3)		SDR 11 (S5)		SDR 9 (S4)		SDR 7.4 (S3.2)	
		Presión Nominal															
PE-80	equiv.	4.0 bar		5.0 bar		6.0 bar		8.0 bar		10.0 bar		12.5 bar		16.0 bar		20.0 bar	
PE-100	equiv.	5.0 bar		6.0 bar		8.0 bar		10.0 bar		12.5 bar		16.0 bar		20.0 bar		25.0 bar	
DN (mm)	DN Equiv. (pulg)	e mín. (mm)	Peso prom. Kg/ml	e mín. (mm)	Peso prom. Kg/ml	e mín. (mm)	Peso prom. Kg/ml	e mín. (mm)	Peso prom. Kg/ml	e mín. (mm)	Peso prom. Kg/ml	e mín. (mm)	Peso prom. Kg/ml	e mín. (mm)	Peso prom. Kg/ml	e mín. (mm)	Peso prom. Kg/ml
20	1/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	0.12	2.3	0.13	3.0	0.16
25	3/4	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	0.148	2.3	0.17	3.0	0.21	3.5	0.24
32	1	-	-	-	-	-	-	2.0	0.2	2.4	0.23	3.0	0.28	3.6	0.33	4.4	0.39
40	1-1/4	-	-	-	-	2.0	0.245	2.4	0.29	3.0	0.36	3.7	0.43	4.5	0.51	5.5	0.61
50	1-1/2	-	-	2.0	0.31	2.4	0.367	3.0	0.50	3.7	0.55	4.6	0.67	5.6	0.79	6.9	0.94
63	2.00	-	-	2.5	0.49	3.0	0.570	3.8	0.72	4.7	0.88	5.8	1.06	8.1	1.27	8.6	1.48
75	2-1/2	-	-	2.9	0.67	3.6	0.819	4.5	1.02	5.6	1.24	6.8	1.48	8.4	1.78	10.3	2.12
90	3	-	-	3.5	0.97	4.3	1.170	5.4	1.47	6.7	1.78	8.2	2.14	10.1	2.57	12.3	3.03
110	4	-	-	4.2	1.41	5.3	1.78	6.6	2.18	8.1	2.64	10.0	3.18	12.3	3.82	15.1	4.54
160	6	-	-	6.2	3.06	7.7	3.74	9.5	4.56	11.8	5.56	14.6	6.74	17.9	8.05	21.9	9.56
200	8	-	-	7.7	4.73	9.6	5.83	11.9	7.12	14.7	8.65	18.2	10.50	22.4	12.60	27.4	14.94
250	10	-	-	9.6	7.37	11.9	9.02	14.8	11.06	18.4	13.54	22.7	16.35	27.9	19.60	34.2	23.32
280	11	-	-	10.7	9.19	13.4	11.38	16.6	13.90	20.6	16.96	25.4	20.50	31.3	24.64	38.3	29.24
315	12	9.7	9.34	12.1	11.70	15.0	14.30	18.7	17.60	23.2	21.50	28.6	25.95	35.2	31.16	43.1	37.01

Fuente: (Cidelsa, 2016, p 3)

Anexo 8.

Precarios de unidades constructivas de mano de Obra y Materiales de Gases del Pacifico (Quavii).

Tabla 65.

Preciadito de Mano de Obra.

N°	ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	MONTO
1	7000001	Ingeniería.Replanteo.Topográfico.Redes	M	S/. 10.21
2	7000002	Ins.Red PE25-32mm. Sin.Pavim to	M	S/. 106.93
3	7000003	Ins.Red PE25-32mm. en Jardin	M	S/. 147.32
4	7000004	Ins.Red PE25-32mm. en Berma Concreto	M	S/. 162.38
5	7000005	Ins.Red PE25-32mm en pista de Asfalto (Urbano)	M	S/. 171.40
6	7000006	Ins.Red PE25-32mm en pista de Asfalto (Intermunicipal)	M	S/. 171.40
7	7000007	Ins.Red PE25-32mm en pista de Concreto e=0.15	M	S/. 171.97
8	7000008	Ins.Red PE25-32mm en pista de Concreto e=0.20	M	S/. 171.97
9	7000009	Ins.Red PE25-32mm en pista de Concreto e=0.25	M	S/. 171.97
10	7000010	Ins.Red PE25-32mm en pista pav.Mixto	M	S/. 191.18
11	7000011	Ins.Red PE25-32mm. en Vereda	M	S/. 221.92
12	7000012	Ins.Red PE25-32mm.en Piso.Especial	M	S/. 265.32
13	7000013	Ins.Red PE63mm. Sin.Pavim to	M	S/. 112.95
14	7000014	Ins.Red PE63mm. en Jardin	M	S/. 151.17
15	7000015	Ins.Red PE63mm. en Berma Concreto	M	S/. 168.74
16	7000016	Ins.Red PE63mm en pista de Asfalto (Urbano)	M	S/. 178.71
17	7000017	Ins.Red PE63mm en pista de Asfalto (Intermunicipal)	M	S/. 178.71
18	7000018	Ins.Red PE63mm en pista de Concreto e=0.15	M	S/. 183.24
19	7000019	Ins.Red PE63mm en pista de Concreto e=0.20	M	S/. 183.24
20	7000020	Ins.Red PE63mm en pista de Concreto e=0.25	M	S/. 183.24
21	7000021	Ins.Red PE63mm en pista pav.Mixto	M	S/. 204.95
22	7000022	Ins.Red PE63mm. en Vereda	M	S/. 228.65
23	7000023	Ins.Red PE63mm.en Piso.Especial	M	S/. 272.15
24	7000024	Ins.Red PE110mm. Sin.Pavim to-Termofusión Tope	M	S/. 133.07
25	7000025	Ins.Red PE110mm. en Jardin-Termofusión Tope	M	S/. 165.94

26	7000026	Ins.Red PE110mm. en Berma Concreto-Termofusión Tope	M	S/.	191.71
27	7000027	Ins.Red PE110mm en pista de Asfalto (Urbano)-Termofusión Tope	M	S/.	207.30
28	7000028	Ins.Red PE110mm en pista de Asfalto (Intermunicipal)-Termofusión Tope	M	S/.	207.30
29	7000029	Ins.Red PE110mm en pista de Concreto e=0.15-Termofusión Tope	M	S/.	208.51
30	7000030	Ins.Red PE110mm en pista de Concreto e=0.20-Termofusión Tope	M	S/.	208.51
31	7000031	Ins.Red PE110mm en pista de Concreto e=0.25-Termofusión Tope	M	S/.	208.51
32	7000032	Ins.Red PE110mm en pista pav.Mixto-Termofusión Tope	M	S/.	232.66
33	7000033	Ins.Red PE110mm. en Vereda-Termofusión Tope	M	S/.	254.38
34	7000034	Ins.Red PE110mm.en Piso.Especial-Termofusión Tope	M	S/.	297.13
35	7000035	Ins.Red PE160mm. Sin.Pavim to-Termofusión Tope	M	S/.	154.40
36	7000036	Ins.Red PE160mm. en Jardin-Termofusión Tope	M	S/.	189.82
37	7000037	Ins.Red PE160mm. en Berma Concreto-Termofusión Tope	M	S/.	223.41
38	7000038	Ins.Red PE160mm en pista de Asfalto (Urbano)-Termofusión Tope	M	S/.	233.82
39	7000039	Ins.Red PE160mm en pista de Asfalto (Intermunicipal)-Termofusión Tope	M	S/.	233.82
40	7000040	Ins.Red PE160mm en pista de Concreto e=0.15-Termofusión Tope	M	S/.	236.75
41	7000041	Ins.Red PE160mm en pista de Concreto e=0.20-Termofusión Tope	M	S/.	236.75
42	7000042	Ins.Red PE160mm en pista de Concreto e=0.25-Termofusión Tope	M	S/.	236.75
43	7000043	Ins.Red PE160mm en pista pav.Mixto-Termofusión Tope	M	S/.	262.43
44	7000044	Ins.Red PE160mm. en Vereda-Termofusión Tope	M	S/.	279.81
45	7000045	Ins.Red PE160mm.en Piso.Especial-Termofusión Tope	M	S/.	322.19
46	7000046	Ins.Red PE200mm. Sin.Pavimto -Termofusión Tope	M	S/.	170.94
47	7000047	Ins.Red PE200mm. en Jardin -Termofusión Tope	M	S/.	198.00
48	7000048	Ins.Red PE200mm. en Berma Concreto-Termofusión Tope	M	S/.	198.00
49	7000049	Ins.Red PE200mm en pista de Asfalto (Urbano)-Termofusión Tope	M	S/.	261.04

50	7000050	Ins.Red PE200mm en pista de Asfalto (Intermunicipal)	M	S/.	261.04
51	7000051	Ins.Red PE200mm en pista de Concreto e=0.15- Termofusión Tope	M	S/.	263.19
52	7000052	Ins.Red PE200mm en pista de Concreto e=0.20- Termofusión Tope	M	S/.	263.19
53	7000053	Ins.Red PE200mm en pista de Concreto e=0.25- Termofusión Tope	M	S/.	263.19
54	7000054	Ins.Red PE200mm en pista pav.Mixto -Termofusión Tope	M	S/.	294.14
55	7000055	Ins.Red PE200mm. en Vereda -Termofusión Tope	M	S/.	312.80
56	7000056	Ins.Red PE200mm.en Piso.Especial -Termofusión Tope	M	S/.	356.18
57	7000057	Ins.Red PE110mm. Sin.Pavim to-Electrofusion	M	S/.	133.07
58	7000058	Ins.Red PE110mm. en Jardin-Electrofusion	M	S/.	165.94
59	7000059	Ins.Red PE110mm. en Berma Concreto-Electrofusion	M	S/.	191.71
60	7000060	Ins.Red PE110mm en pista de Asfalto (Urbano)- Electrofusion	M	S/.	207.30
61	7000061	Ins.Red PE110mm en pista de Asfalto (Intermunicipal)- Electrofusion	M	S/.	207.30
62	7000062	Ins.Red PE110mm en pista de Concreto e=0.15- Electrofusion	M	S/.	208.51
63	7000063	Ins.Red PE110mm en pista de Concreto e=0.20- Electrofusion	M	S/.	208.51
64	7000064	Ins.Red PE110mm en pista de Concreto e=0.25- Electrofusion	M	S/.	208.51
65	7000065	Ins.Red PE110mm en pista pav.Mixto-Electrofusion	M	S/.	232.66
66	7000066	Ins.Red PE110mm. en Vereda-Electrofusion	M	S/.	254.38
67	7000067	Ins.Red PE110mm.en Piso.Especial-Electrofusion	M	S/.	297.13
68	7000068	Ins.Red PE160mm. Sin.Pavim to-Electrofusion	M	S/.	154.40
69	7000069	Ins.Red PE160mm. en Jardin-Electrofusion	M	S/.	189.82
70	7000070	Ins.Red PE160mm. en Berma Concreto-Electrofusion	M	S/.	223.41
71	7000071	Ins.Red PE160mm en pista de Asfalto (Urbano)- Electrofusion	M	S/.	233.82
72	7000072	Ins.Red PE160mm en pista de Asfalto (Intermunicipal)- Electrofusion	M	S/.	233.82
73	7000073	Ins.Red PE160mm en pista de Concreto e=0.15- Electrofusion	M	S/.	236.75
74	7000074	Ins.Red PE160mm en pista de Concreto e=0.20- Electrofusion	M	S/.	236.75
75	7000075	Ins.Red PE160mm en pista de Concreto e=0.25- Electrofusion	M	S/.	236.75

76	7000076	Ins.Red PE160mm en pista pav.Mixto-Electrofusión	M	S/.	262.43
77	7000077	Ins.Red PE160mm. en Vereda-Electrofusión	M	S/.	279.81
78	7000078	Ins.Red PE160mm.en Piso.Especial-Electrofusión	M	S/.	322.19
79	7000079	Ins.Red PE200mm. Sin.Pavimto -Electrofusión	M	S/.	170.94
80	7000080	Ins.Red PE200mm. en Jardín -Electrofusión	M	S/.	198.00
81	7000081	Ins.Red PE200mm. en Berma Concreto-Electrofusión	M	S/.	198.00
82	7000082	Ins.Red PE200mm en pista de Asfalto (Urbano)- Electrofusión	M	S/.	261.04
83	7000083	Ins.Red PE200mm en pista de Asfalto (Intermunicipal)- Electrofusión	M	S/.	261.04
84	7000084	Ins.Red PE200mm en pista de Concreto e=0.15- Electrofusión	M	S/.	263.19
85	7000085	Ins.Red PE200mm en pista de Concreto e=0.20- Electrofusión	M	S/.	263.19
86	7000086	Ins.Red PE200mm en pista de Concreto e=0.25- Electrofusión	M	S/.	263.19
87	7000087	Ins.Red PE200mm en pista pav.Mixto -Electrofusión	M	S/.	294.14
88	7000088	Ins.Red PE200mm. en Vereda -Electrofusión	M	S/.	312.80
89	7000089	Ins.Red PE200mm.en Piso.Especial -Electrofusión	M	S/.	356.18
90	7000090	1 Tub. PE 32mm sobre matriz PE Natural	M	S/.	96.26
91	7000091	1 Tub. PE 32mm sobre matriz PE Jardín	M	S/.	132.59
92	7000092	1 Tub. PE 32mm sobre matriz Berm Concret	M	S/.	146.14
93	7000093	1 Tub. PE 32mm sobre matriz Asfalto	M	S/.	154.26
94	7000094	1 Tub. PE 32mm sobre matriz Concreto	M	S/.	154.77
95	7000095	1 Tub. PE 32mm sobre matriz Mixto	M	S/.	172.08
96	7000096	1 Tub. PE 32mm sobre matriz Vereda	M	S/.	199.73
97	7000097	1 Tub. PE 32mm sobre matriz Especial	M	S/.	238.79
98	7000098	Cruces Especiales Hasta 20 mts. PE32mm	Und	S/.	20,968.67
99	7000099	Cruces Especiales Hasta 20 mts. PE63mm	Und	S/.	20,968.67
100	7000100	Cruces Especiales Hasta 20 mts. PE110mm	Und	S/.	24,136.81
101	7000101	Cruces Especiales Hasta 20 mts. PE160mm	Und	S/.	27,034.60
102	7000102	Cruces Especiales Hasta 20 mts. PE200mm	Und	S/.	27,034.60
103	7000103	Cruce Esp.Adicional a 20 mts.PE32mm	M	S/.	734.86
104	7000104	Cruce Esp.Adicional a 20 mts.PE63mm	M	S/.	734.86
105	7000105	Cruce Esp.Adicional a 20 mts.PE110mm	M	S/.	1,155.48
106	7000106	Cruce Esp.Adicional a 20 mts.PE160mm	M	S/.	1,195.31
107	7000107	Cruce Esp.Adicional a 20 mts.PE200mm	M	S/.	1,195.31
108	7000108	Instalación de Polivalvulas PE32mm	Und	S/.	646.62
109	7000109	Instalación de Polivalvulas PE63mm	Und	S/.	646.62
110	7000110	Instalación de Polivalvulas PE110mm	Und	S/.	646.62
111	7000111	Instalación de Polivalvulas PE160mm	Und	S/.	646.62

112	7000112	Instalación de Polivalvulas PE200mm	Und	S/.	646.62
113	7000113	Prot.Mec.con.Concreto.tubo.PVC.PE20mm	M	S/.	58.48
114	7000114	Prot.Mec.con.Concreto.tubo.PVC.PE32mm	M	S/.	58.48
115	7000115	Prot.Mec.con.Concreto.tubo.PVC.PE63mm	M	S/.	73.05
116	7000116	Prot.Mec.con.Concreto.tubo.PVC.PE110mm	M	S/.	226.34
117	7000117	Prot.Mec.con.Concreto.tubo.PVC.PE160mm	M	S/.	226.34
118	7000118	Prot.Mec.con.Concreto.tubo.PVC.PE200mm	M	S/.	226.34
119	7000119	Prot.Mec.con.Tuberia.PVC.PE20mm	M	S/.	18.87
120	7000120	Prot.Mec.con.Tuberia.PVC.PE32mm	M	S/.	18.87
121	7000121	Prot.Mec.con.Tuberia.PVC.PE63mm	M	S/.	23.50
122	7000122	Prot.Mec.con.Tuberia.PVC.PE110mm	M	S/.	53.26
123	7000123	Prot.Mec.con.Tuberia.PVC.PE160mm	M	S/.	53.26
124	7000124	Prot.Mec.con.Tuberia.PVC.PE200mm	M	S/.	53.26
125	7000125	Prot.Mec.con.ladrillo.K°K°.PE20mm	M	S/.	29.90
126	7000126	Prot.Mec.con.ladrillo.K°K°.PE32mm	M	S/.	29.90
127	7000127	Prot.Mec.con.ladrillo.K°K°.PE63mm	M	S/.	29.90
128	7000128	Prot.Mec.con.ladrillo.K°K°.PE110mm	M	S/.	29.90
129	7000129	SUMINISTRO DE PEON PARA VIGILANCIA	D	S/.	856.07
130	7000130	Empalme y gasificación PE (32 y 63 mm)	Und	S/.	1,949.19
131	7000131	Empalme y gasificación PE (90 a 200 mm)	Und	S/.	2,689.69
132	7000132	Punto de venteo para gasificación de PE	UN	S/.	696.79
133	7000133	DEMOLICION ROCA P/GASEODUCTO 1.0 X 0.28M	M	S/.	190.59
134	7000134	DEMOLICION ROCA P/GASEODUCTO M3	M3	S/.	680.70
135	7000135	MOVILIZACION EQUIPO/HER P/TRABAJOS MTTO	Und	S/.	902.69
136	7000136	MOVILIZACION DE MAQUINARIA, EQUIPO PESAD	Und	S/.	1,546.21
137	7000137	SUM DE EQUIPO ESP P/PISTAS PAVIMENTADAS	Und	S/.	21,912.42
138	7000138	ACCESORIO CONEXIÓN A EST EN ACERO Y PE	Und	S/.	16,603.92
139	7000139	Gestión de permisos con elab. Expediente	UN	S/.	822.45
140	7000140	ENTIBADOS H=2.5Mts/METRO LINUndL CANALIZA	M	S/.	76.37
141	7000141	ENTIBADOS H=3.0Mts/METRO LINUndL CANALIZA	M	S/.	80.13
142	7000142	RECARGO POR TRABAJOS NOCTUR RED EXT PE	%	S/.	32.92
143	7000144	Registro de distancia de seguridad PE	M	S/.	7.67
144	7000145	2tubosPE32y200 zanja compartida Natural	M	S/.	281.41
145	7000146	2tubosPE32y200 zanja compartida Jardín	M	S/.	312.90

146	7000147	2tubosPE32y200 zanja comp Berma Concreto	M	S/.	387.69
147	7000148	2tubosPE32y200 zanja compartida Asfalto	M	S/.	394.71
148	7000149	2tubosPE32y200 zanja compartida Concreto	M	S/.	397.32
149	7000150	2tubosPE32y200 zanja compartida Mixto	M	S/.	443.27
150	7000151	2tubosPE32y200 zanja compartida Vereda	M	S/.	485.90
151	7000152	2tubosPE32y200 zanja compartida Especial	M	S/.	563.13
152	7000153	2tubosPE32y160 zanja compartida Natural	M	S/.	237.83
153	7000154	2tubosPE32y160 zanja compartida Jardín	M	S/.	304.74
154	7000155	2tubosPE32y160 zanja comp Berma Concreto	M	S/.	350.06
155	7000156	2tubosPE32y160 zanja compartida Asfalto	M	S/.	367.49
156	7000157	2tubosPE32y160 zanja compartida Concreto	M	S/.	370.89
157	7000158	2tubosPE32y160 zanja compartida Mixto	M	S/.	411.55
158	7000159	2tubosPE32y160 zanja compartida Vereda	M	S/.	452.90
159	7000160	2tubosPE32y160 zanja compartida Especial	M	S/.	529.14
160	7000161	2tubosPE32y110 zanja compartida Natural	M	S/.	216.49
161	7000162	2tubosPE32y110 zanja compartida Jardín	M	S/.	280.86
162	7000163	2tubosPE32y110 zanja comp Berma Concreto	M	S/.	318.39
163	7000164	2tubosPE32y110 zanja compartida Asfalto	M	S/.	340.97
164	7000165	2tubosPE32y110 zanja compartida Concreto	M	S/.	342.65
165	7000166	2tubosPE32y110 zanja compartida Mixto	M	S/.	381.77
166	7000167	2tubosPE32y110 zanja compartida Vereda	M	S/.	427.51
167	7000168	2tubosPE32y110 zanja compartida Especial	M	S/.	504.07
168	7000169	2tubosPE32y63 zanja compartida Natural	M	S/.	196.37
169	7000170	2tubosPE32y63 zanja compartida Jardín	M	S/.	266.07
170	7000171	2tubosPE32y63 zanja comp Berma Concreto	M	S/.	295.38
171	7000172	2tubosPE32y63 zanja compartida Asfalto	M	S/.	312.41
172	7000173	2tubosPE32y63 zanja compartida Concreto	M	S/.	317.37
173	7000174	2tubosPE32y63 zanja compartida Mixto	M	S/.	354.06
174	7000175	2tubosPE32y63 zanja compartida Vereda	M	S/.	401.74
175	7000176	2tubosPE32y63 zanja compartida Especial	M	S/.	479.09
176	7000177	2TUBOSPE32Y32 ZANJA COMPARTIDA NATURAL	M	S/.	190.36
177	7000178	2TUBOSPE32Y32 ZANJA COMPARTIDA JARDÍN	M	S/.	262.24
178	7000179	2TUBOSPE32Y32 ZANJA COMP BERMA CONCRETO	M	S/.	289.04
179	7000180	2TUBOSPE32Y32 ZANJA COMPARTIDA ASFALTO	M	S/.	305.08
180	7000181	2TUBOSPE32Y32 ZANJA COMPARTIDA CONCRETO	M	S/.	306.10
181	7000182	2TUBOSPE32Y32 ZANJA COMPARTIDA MIXTO	M	S/.	340.29
182	7000183	2TUBOSPE32Y32 ZANJA COMPARTIDA VEREDA	M	S/.	395.02

183	7000184	2TUBOSPE32Y32 ZANJA COMPARTIDA ESPECIAL	M	S/.	472.27
184	7000185	Gestión Relaciones comunitarias	UN	S/.	202.59
185	7000186	Difusión para gasificación	UN	S/.	405.20
186	7000187	Movilización final de equipos/materiales/personal	und	S/.	843.67
187	7000188	CORTE DE PAVIMENTO	M	S/.	10.37
188	7000189	EXCAVACIÓN ADICIONAL DE ZANJA	M3	S/.	116.89
189	7000190	ELIMINACIÓN DE DESMONTE	M3	S/.	75.44
190	7000191	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	M3	S/.	143.16
191	7000192	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	M3	S/.	96.83
192	7000193	DEMOLICION DE CONCRETO	M3	S/.	604.74
193	7000194	ASFALTO ADIC C/PLANCHA COMPACT Y RODILLO	M3	S/.	2,192.73
194	7000195	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 KG/CM2	M3	S/.	964.57
195	7000196	CONCRETO VEREDA ESP 10CMS F'C=210 KG/CM2	M2	S/.	156.26
196	7000197	Reposicion Zonas Verdes	M2	S/.	79.86
197	7000198	Traslado Tub PE cama baja 12m Máx 60 tub	Und	S/.	3,470.04
198	7000199	Prueba de hermeticidad malla PE casos especiales	Und	S/.	2,533.84
199	7000200	Slurry Seal 10mm	M2	S/.	72.29
200	7000201	Encofrado caravista sardinel/vereda conc	M2	S/.	190.77
201	7000202	Acero corrugado para Refuerzo	KG	S/.	14.10
202	7000203	Junta asfáltica trabajos especiales	M	S/.	9.84
203	7000204	Disponibilidad de personal y equipos para mantenimiento de redes Tipo 1.	Mes	S/.	10,266.16
204	7000205	Disponibilidad de personal y equipos para mantenimiento de redes Tipo 2.	Mes	S/.	15,232.35
205	7000206	Disponibilidad de personal y equipos para mantenimiento de redes Tipo 3.	Mes	S/.	20,103.05

Fuente: Preciario contractuales de mano de Obra GDP – Quavii (Huaraz)

Tabla 66.

Preciaría de Materiales.

N°	ITEM	DESCRIPCION	UNIDA D	MONTO
1	700040 0	TUB. PE 110MM/SDR11/PE100/NARANJA	M	S/ 35.75
2	700040 2	TUB. PE 160MM/SDR11/PE100/NARANJA	M	S/ 70.22
3	700040 4	TUB. PE 200MM/SDR11/PE100/NARANJA	M	S/ 122.81

4	700040 5	TUB. PE 200MM/SDR11/PE80/AMARILLO	M	S/ 116.97
5	700040 8	TUB. PE 63MM/SDR11/PE100/NARANJA	M	S/ 15.90
6	700041 0	CODO 45° 110MM ELECTROFUSION PE-100	UN	S/ 58.39
7	700041 1	CODO 45° 160MM ELECTROFUSION PE-100	UN	S/ 140.09
8	700041 2	CODO 45° DIA200MM/PE100 ELECTROFUSION	UN	S/ 394.88
9	700041 3	CODO 45° DIA63MM/PE100 ELECTROFUSION	UN	S/ 26.06
10	700041 4	CODO 45° 110M PE100 TERMOFUSIÓN	UN	S/ 68.81
11	700041 5	CODO 45° Ø160MM PE100 TERMOFUSIÓN	UN	S/ 145.38
12	700041 6	CODO 45° Ø200MM PE100 TERMOFUSIÓN	UN	S/ 253.93
13	700041 7	CODO 45° Ø63MM PE100 TERMOFUSIÓN	UN	S/ 26.79
14	700041 8	CODO 90° 110MM ELECTROFUSION PE-100	UN	S/ 57.48
15	700041 9	CODO 90° 110MM PE100 TERMOFUSIÓN	UN	S/ 82.50
16	700042 0	CODO 90° 160MM ELECTROFUSION PE-100	UN	S/ 144.17
17	700042 1	CODO 90° DIA200MM/PE100 ELECTRO	UN	S/ 426.61
18	700042 2	CODO 90° Ø160MM PE100 TERMOFUSIÓN	UN	S/ 170.30
19	700042 3	CODO 90° Ø200MM PE100 TERMOFUSIÓN	UN	S/ 251.39
20	700042 4	CODO 90° Ø63MM PE100 TERMOFUSIÓN	UN	S/ 53.31
21	700042 5	EXTENSOR + POLIVALVULA 110MM PE100	UN	S/ 1,508.06
22	700042 6	EXTENSOR + POLIVALVULA 160MM PE100	UN	S/ 2,798.80
23	700042 7	EXTENSOR + POLIVALVULA 200MM PE100	UN	S/ 5,060.40
24	700042 8	EXTENSOR + POLIVALVULA 63MM PE100	UN	S/ 804.65
25	700043 0	REDUCCION 200MM X 160MM PE 100 A TOPE	UN	S/ 123.87
26	700043 1	REDUCCIÓN 200MM X 110MM PE100 ELECTRO	UN	S/ 625.66
27	700043 2	REDUCCION PE 160MM X 110 MM/PE100 ELECTRO	UN	S/ 91.24
28	700043 3	REDUCCION PE 200MM X 160MM/PE100 ELECTRO	UN	S/ 365.96
29	700043 4	SILLETA DIA110 X 63MM PE100 TERMOFUSION	UN	S/ 76.45
30	700043 5	SILLETA DIA160 X 110MM PE100 ELECTROFUS	UN	S/ 259.23
31	700043 6	SILLETA DIA200 X 110MM PE100 ELECTRO	UN	S/ 340.28

	700043				S/
32	7	SILLETA Ø63 X 32MM PE-100 ELECTROFUSIÓN	UN		37.96
	700043				S/
33	8	SILLETA DIA110 X 32MM PE100 ELECTRO	UN		46.79
	700043				S/
34	9	SILLETA DIA160 X 63MM PE100 TERMO	UN		77.44
	700044				S/
35	0	SILLETA DIA200 X 63MM PE100 TERMOFU	UN	S/	122.91
	700044				S/
36	1	SILLETA Ø63 X 20MM PE-100 ELECTROFUSIÓN	UN		63.99
	700044				S/
37	2	SILLETA Ø110 X 20MM PE-100 ELECTFOFUSIÓN	UN		64.36
	700044				S/
38	3	SILLETA Ø160 X 20MM PE-100 ELECTROFUSIÓN	UN		76.51
	700044				S/
39	4	SILLETA Ø160 X 32MM PE-100 ELECTROFUSIÓN	UN		56.25
	700044				S/
40	5	SILLETA Ø200 X 20MM PE-100 ELECTROFUSIÓN	UN		70.23
	700044				S/
41	6	SILLETA Ø200 X 32MM PE-100 ELECTROFUSIÓN	UN		70.44
	700044				S/
42	7	SILLETA TERMOFUSIÓN Ø110X20MM PE-80	UN		12.28
	700044				S/
43	9	SILLETA TERMOFUSIÓN Ø160X20MM PE-80	UN		77.21
	700045				S/
44	0	SILLETA TERMOFUSIÓN Ø160X32MM PE-80	UN		47.36
	700045				S/
45	1	SILLETA TERMOFUSIÓN Ø200X20MM PE-80	UN		75.06
	700045				S/
46	2	SILLETA TERMOFUSIÓN Ø200X32MM PE-80	UN		76.19
	700045				S/
47	5	SILLETA/TOMA CARGA MEC. 110 X 32MM PE100	UN		59.16
	700045				S/
48	6	SILLETA/TOMA CARGA MEC. 110 X 63MM PE100	UN		75.77
	700045				S/
49	7	SILLETA/TOMA CARGA MEC. 160 X 32MM PE100	UN		73.80
	700045				S/
50	8	SILLETA/TOMA CARGA MEC. 160 X 63MM PE100	UN	S/	100.32
	700045				S/
51	9	SILLETA/TOMA CARGA MEC. 200 X 32MM PE100	UN	S/	117.84
	700046				S/
52	0	SILLETA/TOMA CARGA MEC. 200 X 63MM PE100	UN	S/	132.14
	700046				S/
53	1	SILLETA/TOMA CARGA MEC. 200X110MM PE-100	UN	S/	806.30
	700046				S/
54	2	TAPON 110MM ELECTROFUSION PE-100	UN		46.84
	700046				S/
55	4	TAPON 160MM ELECTROFUSION PE-100	UN		99.31
	700046				S/
56	5	TAPÓN 160MM PE100 SPIGOT	UN		98.39
	700046				S/
57	6	TAPON 200MM (VST) PE100	UN	S/	263.58
	700046				S/
58	7	TAPON 200MM A SOCKET PE-100	UN	S/	155.86
	700047				S/
59	0	SILLETA/TOMA CARGA MEC. 63 X 20MM PE100	UN		63.62


60	700047 1	SILLETA/TOMA CARGA MEC. 63 X 32MM PE100	UN	S/ 48.25
61	700047 2	TEE 110MM PE100 TERMOFUSIÓN	UN	S/ 136.13
62	700047 3	TEE 160MM PE100 TERMOFUSIÓN	UN	S/ 201.83
63	700047 4	TEE 200MM PE100 TERMOFUSIÓN	UN	S/ 399.58
64	700047 5	TEE 63MM PE-80 SOCKET	UN	S/ 104.19
65	700047 6	TEE ELECTROFUSION 200MM PE100	UN	S/ 490.43
66	700047 7	TEE ELECTROFUSION DIA110MM/PE100	UN	S/ 59.47
67	700047 8	TEE ELECTROFUSION DIA160MM/PE100	UN	S/ 179.65
68	700047 9	TEE ELECTROFUSION DIA32MM/PE100	UN	S/ 12.76
69	700048 0	TEE ELECTROFUSION DIA63MM/PE100	UN	S/ 35.07
70	700048 1	TEE REDUCCION 110X63MM A TOPE PE-100	UN	S/ 96.45
71	700048 2	TEE REDUCCION 110X63MM PE100 ELECTRO	UN	S/ 75.79
72	700048 3	TEE REDUCCION 160X110MM A TOPE PE-100	UN	S/ 278.09
73	700048 4	TEE REDUCCION 160X110X160MM PE100 ELECTRO	UN	S/ 177.17
74	700048 5	TEE REDUCCION 160X63MM PE100 ELECTRO	UN	S/ 229.45
75	700048 7	TEE REDUCCIÓN 200X110X200 PE100 ELECTRO	UN	S/ 670.07
76	700048 8	TEE REDUCCION 200X160 PE100 ELECTROFUSIO	UN	S/ 663.65
77	700048 9	TEE REDUCCION 200X160MM A TOPE PE-100	UN	S/ 530.02
78	700049 0	TEE REDUCCION 200X63MM ELECTRO PE-100	UN	S/ 673.66
79	700049 3	TRITUBO 40mm x 34mm	M	S/ 13.43
80	700049 4	UNIÓN 40MM PARA TRIDUCTO	UN	S/ 18.18
81	700049 7	UNION DIA110MM/PE100 ELECTRO	UN	S/ 23.94
82	700049 8	UNION DIA160MM/PE100 ELECTRO	UN	S/ 42.01
83	700049 9	UNION DIA200MM/PE100 ELECTRO	UN	S/ 65.46
84	700050 0	UNION DIA63MM/PE100 ELECTRO	UN	S/ 11.74
85	700050 1	VALVULA DE POLIETILENO 110MM PE100	UN	S/ 711.91
86	700050 2	VALVULA DE POLIETILENO 110MM PE80	UN	S/ 874.38
87	700050 3	VALVULA DE POLIETILENO 160MM PE100	UN	S/ 1,157.28


88	700050 4	VALVULA DE POLIETILENO 160MM PE80	UN	S/ 1,769.66
89	700050 5	VALVULA DE POLIETILENO 200MM PE100	UN	S/ 3,565.55
90	700050 6	VALVULA DE POLIETILENO 200MM PE80	UN	S/ 4,251.85
91	700050 8	VALVULA DE POLIETILENO 63MM PE100	UN	S/ 333.52
92	700050 9	VALVULA DE POLIETILENO 63MM PE80	UN	S/ 327.32
93	700051 0	VALVULA DE SERVICIO 20MM TCL	UN	S/ 27.60
94	700051 1	VALVULA DE SERVICIO 32MM TCL	UN	S/ 46.15
95	700051 2	TUBERIA 20 MM	M	S/ 2.74
96	700051 3	TAPON A SOCKET DE 20MM	UN	S/ 3.05
97	700051 6	UNIÓN 32MM ELECTROFUSIÓN PE 100	UN	S/ 7.25
98	700051 7	TAPON PARA VALVULA 3/4	UN	S/ 3.71
99	700052 0	ABRAZADERA REFUERZO Ø160MM PE-100	UN	S/ 384.62
100	700052 1	ABRAZADERA REFUERZO Ø200MM PE-100	UN	S/ 256.78
101	700052 2	VALV. EXCESO FLUJO 32MM	UN	S/ 40.08
102	700052 3	VALVULA DE POLIETILENO 32MM PE100	UN	S/ 134.26
103	700052 4	VALV. EXCESO FLUJO 20MM	UN	S/ 14.62
104	700052 6	CODO 90° DIA63MM/PE100	UN	S/ 27.58
105	700052 8	TUB. PE 32MM/SDR11/PE100/NARANJA	M	S/ 3.62
106	700052 9	UNION A SOCKET DIA32MM PE100	UN	S/ 10.88
107	700053 0	TEE A SOCKET DIA32MM PE100	UN	S/ 13.50
108	700053 1	TAPON A SOCKET DE 32MM PE100	UN	S/ 7.50
109	700053 2	SILLETA 200 X 63MM PE100 ELECTROFUSION	UN	S/ 208.85
110	700053 3	SILLETA PE100 110 X 63 MM ELECTROFUSION	UN	S/ 66.94
111	700053 4	SILLETA PE100 D 160X63 MM ELECTROFUSION	UN	S/ 92.48
112	700053 6	TEE REDUCCION 32X20X32MM PE100	UN	S/ 7.00

Fuente: Preciario contractuales de Instalación de Materiales GDP – Quavii (Huaraz)

Tabla 67.

Valorización de mano de Obra con mayor volumen de obra (Quavii – PA Perú S.A.C.)





		CÓDIGO: BPP-CD-13 CERTIFICADO DE AVANCE DE OBRA DE CONSTRUCCIÓN DE REDES URBANAS DE GAS Versión: 2	
---	--	--	--

		CERTIFICADO DE AVANCE DE OBRA DE CONSTRUCCIÓN DE REDES URBANAS DE GAS	
CÓDIGO DEL PROYECTO: PE-21-195-2 NOMBRE DEL PROYECTO: PIM-SECTOR-14-MALLA-3100-ETAPA II DISTRITO: PIMENTEL		Material: POLIETILENO Certificado #: N°1 Cierre: NO Semana #: 13-14-15-17 Revisión #: N°1 Período: 29/03/2022 Hasta: 29/04/2022	

CÓDIGO DE SISTEMA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNID.	PRECIO UNITARIO	CANT.	VALOR ESTIMADO	%	AVANCE DE OBRA				%
							ACUM. ANTERIOR		ACUM. ACTUAL		
							CANT.	VA. PARCIAL	CANT.	VA. PARCIAL	
7000001	Ingeniería/Registros/Topográficos/Redes	M	5.41	8347.00	45,157.27	4.3%					
7000008	Ins.Red PE160mm. Sin.Padme to-Electrofuloso	M	81.85	6732.00	551,014.20	52.6%		5404.00	29,235.64	5404.00	29,235.64
7000077	Ins.Red PE160mm. en Vereda-Electrofuloso	M	248.50	15.00	3,727.50	0.2%		4552.80	372,646.68	4552.80	372,646.68
7000078	Ins.Red PE160mm en pista de Concreto (m2) to-Electrofuloso	M	130.14	100.00	13,014.00	1.2%		11.80	1,750.05	11.80	1,750.05
7000079	Ins.Red PE160mm en pista de Asfalto (Urbanos)-Electrofuloso	M	123.97	1200.00	148,764.00	14.2%		71.40	8,399.14	71.40	8,399.14
7000072	Ins.Red PE160mm en pista de Asfalto (Intermunicipal)-Electrofuloso	M	131.84	300.00	39,552.00	3.8%		682.50	84,609.53	682.50	84,609.53
7000121	Instalación de Refractarios PE160mm	Unid	342.86	11.00	3,771.46	0.4%		85.50	11,771.32	85.50	11,771.32
7000131	Empaque y gasificación PE (80 a 200 mm)	Unid	1426.19	1.00	1,426.19	0.1%					
7000132	Punto de venteo para gasificación de PE	Unid	369.47	6.00	2,216.82	0.2%					
7000144	Registro de distancia de seguridad PE	M	4.07	8347.00	33,977.29	3.2%		5404.00	21,094.28	5404.00	21,094.28
7000180	EXCAVACIÓN MANO DE OBRAS DE ZANJA	M3	61.87	2722.00	167,217.30	16.2%					
7000190	ELIMINACIÓN DE DESAGÜTE	M3	40		420.00	0.0%					
7000192	RELLENDO CON MATERIAL PROPIO	M3	91.35	1787.00	163,203.75	8.4%					
7000194	ASFAUTO ANHE EXPLANCHIA COMPACT Y RODILLO	M3	1302.68	10.50	13,678.14	1.3%					
SUBTOTAL EJECUTADO:					S/ 1,048,172.81	100%		S/ 530,808.23		S/ 530,808.23	50.64%

NOTA (1): El % acumulado a registrar en la última columna se refiere al calculado entre el valor acumulado actual del ítem respecto del valor estimado del ítem base.






OBSERVACIONES:
*) Faltó valorizar gasificación y anchos de zanja, tapadas según especificación de municipalidad.

V° B° CONSTRUCTOR Nombre:  Firma:  Fecha: 29/03/2022	V° B° DEL SUPERVISOR Empresa: Marco A. Paliza Araujo Nombre:  Firma:  Fecha: 29/03/2022	V° B° JEFE DE CONSTRUCCIÓN Nombre: _____ Firma: _____ Fecha: _____
--	---	--

Fuente: Valorización de Mano de Obra Quavii – PA Perú

Tabla 68.

Valorización de mano de Obra con mayor volumen de obra (Quavii – GyA S.A.C.)

		CÓDIGO: CANTIDAD: VERSIÓN:	ROP-CD-1.13 CERTIFICADO DE AVANCE DE OBRA DE CONSTRUCCIÓN DE REDES URBANAS DE GAS																																																																																																																																																																																																																																																																																										
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div>  </div> <div> CERTIFICADO DE AVANCE DE OBRA DE CONSTRUCCIÓN DE REDES URBANAS DE GAS </div> </div>																																																																																																																																																																																																																																																																																													
CÓDIGO DEL PROYECTO: PE-20-151 NOMBRE DEL PROYECTO: LAM SECTOR 1 MALLA 1505 DISTRITO: LAMBAYEQUE		Material: POULTELENO Certificado N°: 2 Cierre: SI Semestre N°: 49-52 Revisión N°: 2 Período: 12/11/2021 Hasta: 29/12/2021																																																																																																																																																																																																																																																																																											
CÓDIGO DEL SISTEMA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UNID.	PRECIO UNITARIO	CANT.	VALOR ESTIMADO	N°	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ACUM. ANTERIOR</th> <th colspan="2">AVANCE DEL PERÍODO</th> <th colspan="2">ACUM. ACTUAL</th> <th rowspan="2">N. ACUM. (%)</th> </tr> <tr> <th>CANT.</th> <th>VL. PARCIAL</th> <th>CANT.</th> <th>VL. PARCIAL</th> <th>CANT.</th> <th>VL. PARCIAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>7000001</td><td>Ingeniería Registro Topográfico Redes</td><td>M</td><td>5/ 6.02</td><td>690.30</td><td>5/ 4,126.81</td><td>690.30</td><td>5/ 4,126.81</td><td>0.00</td><td>5/ -</td><td>690.30</td><td>5/ 4,126.81</td><td>100.00%</td></tr> <tr><td>7000002</td><td>Ingeniería Registro Topográfico Redes</td><td>M</td><td>5/ 6.29</td><td>228.80</td><td>5/ 1,423.43</td><td>0.00</td><td>5/ -</td><td>228.80</td><td>5/ 1,423.43</td><td>228.80</td><td>5/ 1,423.43</td><td>100.00%</td></tr> <tr><td>7000007</td><td>Ins.Red PE125-12mm en pista de Concreto en0.15</td><td>M</td><td>5/ 58.30</td><td>328.80</td><td>5/ 19,079.34</td><td>328.80</td><td>5/ 19,079.34</td><td>0.00</td><td>5/ -</td><td>328.80</td><td>5/ 19,079.34</td><td>100.00%</td></tr> <tr><td>7000007</td><td>Ins.Red PE125-12mm en pista de Concreto en0.15</td><td>M</td><td>5/ 102.64</td><td>204.00</td><td>5/ 20,938.56</td><td>0.00</td><td>5/ -</td><td>204.00</td><td>5/ 20,938.56</td><td>204.00</td><td>5/ 20,938.56</td><td>100.00%</td></tr> <tr><td>7000012</td><td>Ins.Red PE125-12mm en Piso Espesol</td><td>M</td><td>5/ 140.57</td><td>160.70</td><td>5/ 22,641.31</td><td>160.70</td><td>5/ 22,641.31</td><td>0.00</td><td>5/ -</td><td>160.70</td><td>5/ 22,641.31</td><td>100.00%</td></tr> <tr><td>7000012</td><td>Ins.Red PE125-12mm en Piso Espesol</td><td>M</td><td>5/ 125.30</td><td>22.30</td><td>5/ 2,826.29</td><td>0.00</td><td>5/ -</td><td>22.30</td><td>5/ 2,826.29</td><td>22.30</td><td>5/ 2,826.29</td><td>100.00%</td></tr> <tr><td>7000108</td><td>Instalación de Polivalvula PE125mm</td><td>UNO</td><td>5/ 371.20</td><td>1.00</td><td>5/ 371.20</td><td>0.00</td><td>5/ -</td><td>1.00</td><td>5/ 371.20</td><td>1.00</td><td>5/ 371.20</td><td>100.00%</td></tr> <tr><td>7000130</td><td>Empalme y gasificación PE (32 y 63 mm)</td><td>UNO</td><td>5/ 1,118.95</td><td>1.00</td><td>5/ 1,118.95</td><td>0.00</td><td>5/ -</td><td>1.00</td><td>5/ 1,118.95</td><td>1.00</td><td>5/ 1,118.95</td><td>100.00%</td></tr> <tr><td>7000132</td><td>Punto de vertido para gasificación de PE</td><td>UNO</td><td>5/ 2,400.06</td><td>6.00</td><td>5/ 14,400.36</td><td>0.00</td><td>5/ -</td><td>6.00</td><td>5/ 14,400.36</td><td>6.00</td><td>5/ 14,400.36</td><td>100.00%</td></tr> <tr><td>7000144</td><td>Registro de distancia de seguridad PE</td><td>UNO</td><td>5/ 4.22</td><td>690.30</td><td>5/ 2,913.91</td><td>690.30</td><td>5/ 2,913.91</td><td>0.00</td><td>5/ -</td><td>690.30</td><td>5/ 2,913.91</td><td>100.00%</td></tr> <tr><td>7000144</td><td>Registro de distancia de seguridad PE</td><td>UNO</td><td>5/ 4.41</td><td>228.30</td><td>5/ 997.89</td><td>0.00</td><td>5/ -</td><td>228.30</td><td>5/ 997.89</td><td>228.30</td><td>5/ 997.89</td><td>100.00%</td></tr> <tr><td>7000189</td><td>EXCAVACIÓN ADICIONAL DE CANAL</td><td>MS</td><td>5/ 64.26</td><td>35.50</td><td>5/ 2,293.27</td><td>35.50</td><td>5/ 2,293.27</td><td>0.00</td><td>5/ -</td><td>35.50</td><td>5/ 2,293.27</td><td>100.00%</td></tr> <tr><td>7000189</td><td>EXCAVACIÓN ADICIONAL DE CANAL</td><td>MS</td><td>5/ 67.09</td><td>20.73</td><td>5/ 1,395.78</td><td>0.00</td><td>5/ -</td><td>20.73</td><td>5/ 1,395.78</td><td>20.73</td><td>5/ 1,395.78</td><td>100.00%</td></tr> <tr><td>7000190</td><td>ELIMINACIÓN DE DESMONTES</td><td>MS</td><td>5/ 41.47</td><td>10.37</td><td>5/ 428.34</td><td>10.37</td><td>5/ 428.34</td><td>0.00</td><td>5/ -</td><td>10.37</td><td>5/ 428.34</td><td>100.00%</td></tr> <tr><td>7000191</td><td>RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO</td><td>MS</td><td>5/ 76.71</td><td>16.64</td><td>5/ 1,309.73</td><td>16.64</td><td>5/ 1,309.73</td><td>0.00</td><td>5/ -</td><td>16.64</td><td>5/ 1,309.73</td><td>100.00%</td></tr> <tr><td>7000193</td><td>RELLENO CON MATERIAL PROPIO</td><td>MS</td><td>5/ 76.34</td><td>82.86</td><td>5/ 6,321.47</td><td>82.86</td><td>5/ 6,321.47</td><td>0.00</td><td>5/ -</td><td>82.86</td><td>5/ 6,321.47</td><td>100.00%</td></tr> <tr><td>7000192</td><td>RELLENO CON MATERIAL PROPIO</td><td>MS</td><td>5/ 50.59</td><td>20.73</td><td>5/ 1,058.38</td><td>0.00</td><td>5/ -</td><td>20.73</td><td>5/ 1,058.38</td><td>20.73</td><td>5/ 1,058.38</td><td>100.00%</td></tr> <tr><td>7000193</td><td>DEMOICIÓN DE CONCRETO</td><td>MS</td><td>5/ 332.49</td><td>0.26</td><td>5/ 86.45</td><td>0.26</td><td>5/ 86.45</td><td>0.00</td><td>5/ -</td><td>0.26</td><td>5/ 86.45</td><td>100.00%</td></tr> <tr><td>7000195</td><td>CONCRETO PREMEZCLADO P10-210 KG/CM2</td><td>MS</td><td>5/ 230.15</td><td>5.18</td><td>5/ 1,200.17</td><td>5.18</td><td>5/ 1,200.17</td><td>0.00</td><td>5/ -</td><td>5.18</td><td>5/ 1,200.17</td><td>100.00%</td></tr> <tr> <td colspan="2">SUBTOTAL SECURIDAD:</td> <td></td> <td></td> <td>5/ 124,186.07</td> <td></td> <td>5/ 97,976.44</td> <td></td> <td>5/ 36,209.63</td> <td></td> <td>5/ 124,186.07</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						ACUM. ANTERIOR		AVANCE DEL PERÍODO		ACUM. ACTUAL		N. ACUM. (%)	CANT.	VL. PARCIAL	CANT.	VL. PARCIAL	CANT.	VL. PARCIAL	7000001	Ingeniería Registro Topográfico Redes	M	5/ 6.02	690.30	5/ 4,126.81	690.30	5/ 4,126.81	0.00	5/ -	690.30	5/ 4,126.81	100.00%	7000002	Ingeniería Registro Topográfico Redes	M	5/ 6.29	228.80	5/ 1,423.43	0.00	5/ -	228.80	5/ 1,423.43	228.80	5/ 1,423.43	100.00%	7000007	Ins.Red PE125-12mm en pista de Concreto en0.15	M	5/ 58.30	328.80	5/ 19,079.34	328.80	5/ 19,079.34	0.00	5/ -	328.80	5/ 19,079.34	100.00%	7000007	Ins.Red PE125-12mm en pista de Concreto en0.15	M	5/ 102.64	204.00	5/ 20,938.56	0.00	5/ -	204.00	5/ 20,938.56	204.00	5/ 20,938.56	100.00%	7000012	Ins.Red PE125-12mm en Piso Espesol	M	5/ 140.57	160.70	5/ 22,641.31	160.70	5/ 22,641.31	0.00	5/ -	160.70	5/ 22,641.31	100.00%	7000012	Ins.Red PE125-12mm en Piso Espesol	M	5/ 125.30	22.30	5/ 2,826.29	0.00	5/ -	22.30	5/ 2,826.29	22.30	5/ 2,826.29	100.00%	7000108	Instalación de Polivalvula PE125mm	UNO	5/ 371.20	1.00	5/ 371.20	0.00	5/ -	1.00	5/ 371.20	1.00	5/ 371.20	100.00%	7000130	Empalme y gasificación PE (32 y 63 mm)	UNO	5/ 1,118.95	1.00	5/ 1,118.95	0.00	5/ -	1.00	5/ 1,118.95	1.00	5/ 1,118.95	100.00%	7000132	Punto de vertido para gasificación de PE	UNO	5/ 2,400.06	6.00	5/ 14,400.36	0.00	5/ -	6.00	5/ 14,400.36	6.00	5/ 14,400.36	100.00%	7000144	Registro de distancia de seguridad PE	UNO	5/ 4.22	690.30	5/ 2,913.91	690.30	5/ 2,913.91	0.00	5/ -	690.30	5/ 2,913.91	100.00%	7000144	Registro de distancia de seguridad PE	UNO	5/ 4.41	228.30	5/ 997.89	0.00	5/ -	228.30	5/ 997.89	228.30	5/ 997.89	100.00%	7000189	EXCAVACIÓN ADICIONAL DE CANAL	MS	5/ 64.26	35.50	5/ 2,293.27	35.50	5/ 2,293.27	0.00	5/ -	35.50	5/ 2,293.27	100.00%	7000189	EXCAVACIÓN ADICIONAL DE CANAL	MS	5/ 67.09	20.73	5/ 1,395.78	0.00	5/ -	20.73	5/ 1,395.78	20.73	5/ 1,395.78	100.00%	7000190	ELIMINACIÓN DE DESMONTES	MS	5/ 41.47	10.37	5/ 428.34	10.37	5/ 428.34	0.00	5/ -	10.37	5/ 428.34	100.00%	7000191	RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO	MS	5/ 76.71	16.64	5/ 1,309.73	16.64	5/ 1,309.73	0.00	5/ -	16.64	5/ 1,309.73	100.00%	7000193	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	MS	5/ 76.34	82.86	5/ 6,321.47	82.86	5/ 6,321.47	0.00	5/ -	82.86	5/ 6,321.47	100.00%	7000192	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	MS	5/ 50.59	20.73	5/ 1,058.38	0.00	5/ -	20.73	5/ 1,058.38	20.73	5/ 1,058.38	100.00%	7000193	DEMOICIÓN DE CONCRETO	MS	5/ 332.49	0.26	5/ 86.45	0.26	5/ 86.45	0.00	5/ -	0.26	5/ 86.45	100.00%	7000195	CONCRETO PREMEZCLADO P10-210 KG/CM2	MS	5/ 230.15	5.18	5/ 1,200.17	5.18	5/ 1,200.17	0.00	5/ -	5.18	5/ 1,200.17	100.00%	SUBTOTAL SECURIDAD:				5/ 124,186.07		5/ 97,976.44		5/ 36,209.63		5/ 124,186.07		
ACUM. ANTERIOR		AVANCE DEL PERÍODO		ACUM. ACTUAL		N. ACUM. (%)																																																																																																																																																																																																																																																																																							
CANT.	VL. PARCIAL	CANT.	VL. PARCIAL	CANT.	VL. PARCIAL																																																																																																																																																																																																																																																																																								
7000001	Ingeniería Registro Topográfico Redes	M	5/ 6.02	690.30	5/ 4,126.81	690.30	5/ 4,126.81	0.00	5/ -	690.30	5/ 4,126.81	100.00%																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7000002	Ingeniería Registro Topográfico Redes	M	5/ 6.29	228.80	5/ 1,423.43	0.00	5/ -	228.80	5/ 1,423.43	228.80	5/ 1,423.43	100.00%																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7000007	Ins.Red PE125-12mm en pista de Concreto en0.15	M	5/ 58.30	328.80	5/ 19,079.34	328.80	5/ 19,079.34	0.00	5/ -	328.80	5/ 19,079.34	100.00%																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7000007	Ins.Red PE125-12mm en pista de Concreto en0.15	M	5/ 102.64	204.00	5/ 20,938.56	0.00	5/ -	204.00	5/ 20,938.56	204.00	5/ 20,938.56	100.00%																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7000012	Ins.Red PE125-12mm en Piso Espesol	M	5/ 140.57	160.70	5/ 22,641.31	160.70	5/ 22,641.31	0.00	5/ -	160.70	5/ 22,641.31	100.00%																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7000012	Ins.Red PE125-12mm en Piso Espesol	M	5/ 125.30	22.30	5/ 2,826.29	0.00	5/ -	22.30	5/ 2,826.29	22.30	5/ 2,826.29	100.00%																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7000108	Instalación de Polivalvula PE125mm	UNO	5/ 371.20	1.00	5/ 371.20	0.00	5/ -	1.00	5/ 371.20	1.00	5/ 371.20	100.00%																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7000130	Empalme y gasificación PE (32 y 63 mm)	UNO	5/ 1,118.95	1.00	5/ 1,118.95	0.00	5/ -	1.00	5/ 1,118.95	1.00	5/ 1,118.95	100.00%																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7000132	Punto de vertido para gasificación de PE	UNO	5/ 2,400.06	6.00	5/ 14,400.36	0.00	5/ -	6.00	5/ 14,400.36	6.00	5/ 14,400.36	100.00%																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7000144	Registro de distancia de seguridad PE	UNO	5/ 4.22	690.30	5/ 2,913.91	690.30	5/ 2,913.91	0.00	5/ -	690.30	5/ 2,913.91	100.00%																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7000144	Registro de distancia de seguridad PE	UNO	5/ 4.41	228.30	5/ 997.89	0.00	5/ -	228.30	5/ 997.89	228.30	5/ 997.89	100.00%																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7000189	EXCAVACIÓN ADICIONAL DE CANAL	MS	5/ 64.26	35.50	5/ 2,293.27	35.50	5/ 2,293.27	0.00	5/ -	35.50	5/ 2,293.27	100.00%																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7000189	EXCAVACIÓN ADICIONAL DE CANAL	MS	5/ 67.09	20.73	5/ 1,395.78	0.00	5/ -	20.73	5/ 1,395.78	20.73	5/ 1,395.78	100.00%																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7000190	ELIMINACIÓN DE DESMONTES	MS	5/ 41.47	10.37	5/ 428.34	10.37	5/ 428.34	0.00	5/ -	10.37	5/ 428.34	100.00%																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7000191	RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO	MS	5/ 76.71	16.64	5/ 1,309.73	16.64	5/ 1,309.73	0.00	5/ -	16.64	5/ 1,309.73	100.00%																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7000193	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	MS	5/ 76.34	82.86	5/ 6,321.47	82.86	5/ 6,321.47	0.00	5/ -	82.86	5/ 6,321.47	100.00%																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7000192	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	MS	5/ 50.59	20.73	5/ 1,058.38	0.00	5/ -	20.73	5/ 1,058.38	20.73	5/ 1,058.38	100.00%																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7000193	DEMOICIÓN DE CONCRETO	MS	5/ 332.49	0.26	5/ 86.45	0.26	5/ 86.45	0.00	5/ -	0.26	5/ 86.45	100.00%																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7000195	CONCRETO PREMEZCLADO P10-210 KG/CM2	MS	5/ 230.15	5.18	5/ 1,200.17	5.18	5/ 1,200.17	0.00	5/ -	5.18	5/ 1,200.17	100.00%																																																																																																																																																																																																																																																																																	
SUBTOTAL SECURIDAD:				5/ 124,186.07		5/ 97,976.44		5/ 36,209.63		5/ 124,186.07																																																																																																																																																																																																																																																																																			
TOTAL CERTIFICACIÓN: 5/ 83,189.63							RETENCIÓN (15%): 5/ 12,478.44																																																																																																																																																																																																																																																																																						
MENOS AMORTIZACIÓN ANTICIPA: 5/ -							SUBTOTAL: 5/ 83,189.63																																																																																																																																																																																																																																																																																						
MÁS IGV (18%): 5/ 5,974.13							TOTAL A PAGAR: 5/ 89,163.76																																																																																																																																																																																																																																																																																						
OBSERVACIONES: SE PROCEDE A UTILIZAR LA NUEVA TARIFA 2021 - 2022 DE MANO DE OBRA.																																																																																																																																																																																																																																																																																													
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>  </div> <div> —Firmado digitalmente por Ocaso— Fuente Razón: Estoy aprobando este documento Director de Proyecto 150632001 C=EC E=CA S=PE Fecha: 2022.01.11 14:10:04-05'00' </div> </div>																																																																																																																																																																																																																																																																																													
V° B° CONSTRUCTOR Nombre: LAURA MONTEALE RE-ABELLO Firma:  Fecha:			V° B° DEL SUPERVISOR Empresa: Marco A. Paliza Araujo Nombre: Marco A. Paliza Araujo Firma:  Fecha: 2022.01.11 14:10:04-05'00'			V° B° JEFE DE CONSTRUCCIÓN Nombre: Firma: Fecha:																																																																																																																																																																																																																																																																																							

Fuente: Valorización de Mano de Obra Quavii – PA Perú

Anexo 9.

Modelo del documento de encuesta elaborada y realizada en el año 2018

**ENCUESTA ELABORADA PARA CADA FAMILIA EN LOS DISTRITOS DE
HUANCAVELICA Y ASCENSIÓN**

1.- INFORMACION FAMILIAR: A fin de adelantar una base de datos que permita posteriormente desarrollar la gestión comercial de una manera más personalizada y eficiente, además se busca definir porcentajes de población susceptible a ser beneficiada por subsidios, e incluso se puede analizar la información a fin de determinar factores de migración de población, La información solicitada fue la siguiente:

Dirección: _____ Teléfono: _____

Barrio (Distrito): _____ Estrato: _____

Nombre del encuestado: _____

Correo electrónico: _____

2.- DATOS DE VIVIENDA: Permite identificar el tipo y el estado de la propiedad de cada residencia con el ánimo de proveer inversiones en el nuevo servicio, así como la disponibilidad de pago del servicio correspondiente. Igualmente permite proyectar el número total de personas beneficiadas por el proyecto de Regasificación de Huancavelica.

2.1. Características de la vivienda

Casa: _____ Apartamento: _____ Propia (o) _____ Pagada Totalmente

Si: __ Arriendo __

Nombre del Propietario _____

2.2. ¿Cuántas personas residen habitualmente en esta vivienda?

Niños: _____ Adultos: _____ Otros: _____

2.3. ¿Cuántas personas viven en su hogar?: (Una sola Vivienda)

Cantidad: _____

3. INFORMACIÓN SOBRE LOS ENERGETICOS: A fin de identificar los energéticos a sustituir, además de definir y proyectar la real demanda de un nuevo energético propuesto. Igualmente permite identificar los costos en que incurre la población en energéticos actuales e iniciar con bases ciertas para la proyección de posibles tarifas para el uso del Gas Natural, se realizarán las siguientes preguntas:

Para Viviendas:

3.1. ¿Con que cocinan Principalmente?

Electricidad: _____ GLP en Cilindros: _____ de _____ lbs, Petróleo D2 _____ Gasolina _____
Leña _____ Madera o carbón mineral _____ No cocinan _____

Cantidad: _____

Para Industrias o Comerciales (Restaurantes, Hoteles, Hospitales, panaderías, lavanderías):

3.2. ¿Cuánto le cuesta al mes el energético usando para cocinar?

Electricidad: _____ GLP en Cilindros: _____ de _____ lbs, Petróleo D2 _____ Gasolina _____
Leña _____ Madera o carbón mineral _____ No cocinan _____

Cantidad: _____

3.3. ¿Cuál de estos gasodometricos utiliza actualmente? Para Viviendas y Comercios

Cocineta: _____ Estufa: _____ Horno: _____ Calentador: _____ Otro: _____

Cual: _____?

3.3. ¿Cómo considera el valor de servicio?

Barato: _____ Normal: _____ Caro: _____ Muy caro: _____

4. CAPACIDAD DE COMPRA DEL SERVICIO: Permite definir de la real intención de consumo del nuevo servicio e identificar las principales inquietudes de la población acerca de la presentación del Servicio Domiciliario de Gas Natural.

4.1. ¿Conociendo las ventajas del Gas Natural, le gustaría contar con el servicio de Gas Natural por red para su casa?

SI _____ no _____

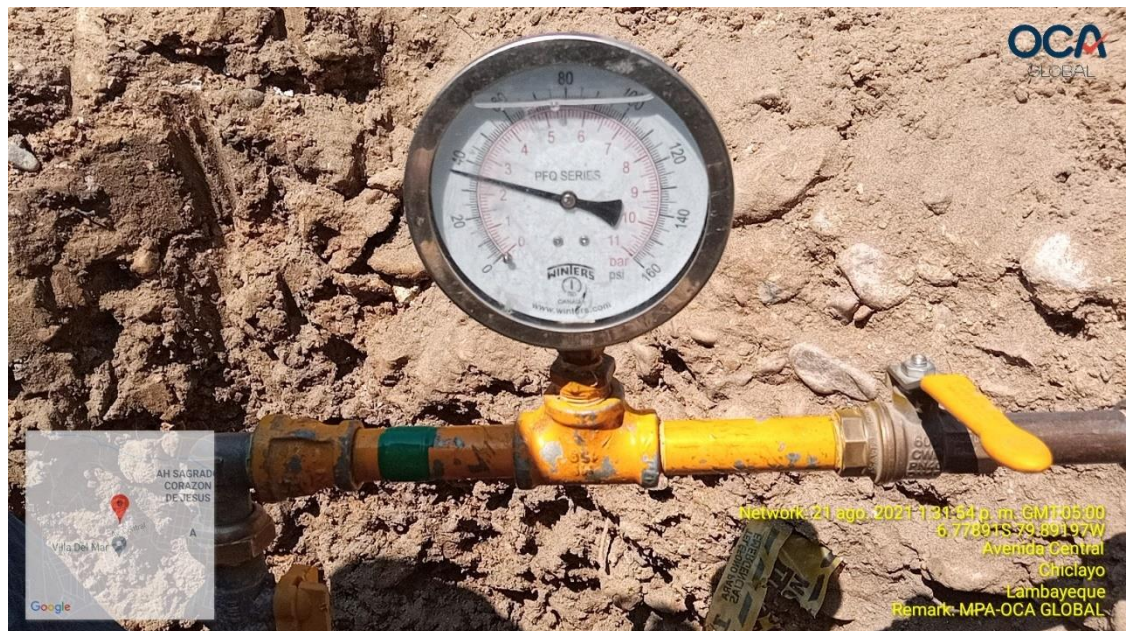
El gas natural se obtendría en la localidad de Huancavelica mediante el transporte virtual por medio de buses metaneros (Cisternas de GNL), el cual se transportará desde la planta Melchorita hacia una planta de regasificación y recepción ubicada en la comunidad de Callqui Chico de ahí se logre convertir en su estado gaseoso y así se pueda distribuir a las viviendas, negocios y el uso de los vehículos potenciales.

Anexo 10.

Presiones dinámicas de las tuberías en operación (Tuberías de transporte de Gas Natural de Quavii - 2022)



Fuente: Toma propia



Fuente: Toma propia