

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**Estudio de factibilidad para el abastecimiento de Gas Natural
Comprimido (GNC) a la provincia de Palpa**

**Tesis para optar el título profesional de
Ingeniero Industrial**

Presentada por

Bach. Garcia Yarihuamán, Kevin Jair

Asesor: Mg. Ing. Tinoco Rondán, Andrés

Lima-Perú

2018

DEDICATORIA

Culminar este proceso ha sido posible gracias a mi Familia; por tal motivo, es un honor para mí dedicar la presente tesis a mis amados padres, Flor y Walter, por la vida, por todo que siempre fue mucho y valorado, tanto que es poco decir: los amo.

A mi hermana Chavely por su compañía, por haberme permitido ser padre siendo solo su hermano.

De igual manera, a mi esposa Carmen por su amor y paciencia inmensa, por haber sido enamorada, novia y ahora esposa durante el desarrollo de esta investigación.

Kevin Jair García Yarihuamán

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a mis familiares y amigos, ex compañeros de Osinergmin, quienes afablemente coadyuvaron al desarrollo de esta tesis.

A la población Palpeña por haber participado activamente en el desarrollo de la encuesta sobre usos de energía en el hogar.

Al Ingeniero Noel Ñiquén por su asesoría técnica en sistemas de distribución de gas natural.

Al ingeniero Andrés Tinoco por su guía y apoyo como profesor investigador de la Universidad Ricardo Palma.

Kevin Jair García Yarihuamán

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	4
1.1. Descripción y formulación del problema general y específicos	4
1.2. Formulación del problema	8
1.2.1. Problema general	8
1.2.2. Problemas específicos	8
1.3. Formulación de objetivos.....	8
1.3.1. Objetivo General.....	9
1.3.2. Objetivos específicos	9
1.4. Delimitación de la investigación: espacial y temporal	9
1.5. Justificación e Importancia	9
1.5.1. Justificación social	10
1.5.2. Justificación normativa	10
1.5.3. Justificación técnica	11
1.5.4. Justificación económica	12
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	14
2.1. Antecedentes del estudio de investigación	14
2.2. Bases teóricas vinculadas al tema de investigación.....	17
2.2.1. Departamento de Ica	17
2.2.2. Provincia de Palpa	19

2.2.3.	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.....	20
2.1.1.	Contugas	26
2.2.4.	Distribución de gas natural por ductos en el departamento de Ica	30
2.2.5.	Sistemas virtuales de distribución de gas natural	33
2.2.6.	Gas Natural (GN).....	34
2.2.7.	Gas Licuado de Petróleo (GLP).....	38
2.2.8.	Gas Natural Comprimido (GNC).....	39
2.2.9.	Componentes del sistema de abastecimiento de GNC.....	42
2.2.10.	Distribución de GN por redes de ductos en las ciudades.....	54
3.2.12.	Lecciones aprendidas de la masificación del GN en el Perú.	59
3.2.13.	Ingeniería de un sistema de abastecimiento de GNC	65
2.3.	Glosario de términos	83
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS		85
3.1.	Hipótesis	85
3.1.1.	Hipótesis general.....	85
3.1.2.	Hipótesis específicas.....	85
3.2.	Variables	85
3.2.1.	Definición conceptual de las variables	85
3.2.2.	Operacionalización de las variables.....	86
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		90
4.1.	Tipo y diseño de investigación	90
4.2.	Diseño de la investigación	90
4.3.	Enfoque de la investigación.....	91
4.4.	Población y muestra.....	91
4.4.1.	Población de estudio	91
4.4.2.	Muestra de estudio	92
4.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	93
4.5.1.	Tipos de técnicas e instrumentos	93

4.5.2.	Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos	94
4.5.3.	Procesamiento para la recolección de datos	94
4.5.4.	Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	94
CAPÍTULO V: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS		95
5.1.	Criterios de validación de los resultados	95
5.2.	Evaluación de la Factibilidad Técnica	95
5.2.1.	Cálculo de la demanda de consumo de GN	96
5.2.2.	Determinación de la matriz de abastecimiento de GNC.....	101
5.2.3.	Evaluación de la disponibilidad de Tecnología	104
5.2.4.	Diseño del sistema de abastecimiento de GNC	104
5.3.	Evaluación de la Factibilidad Económica.....	112
5.3.1.	Calculo de la inversión	112
5.3.2.	Cálculo de la tarifa.....	118
5.3.3.	Estados financieros del proyecto	122
5.3.4.	Análisis competitivo del GN con el GLP	128
5.3.5.	Aplicación de subsidios	132
5.4.	Validación de los resultados	133
5.5.	Staff del sistema de abastecimiento de GNC.....	134
5.6.	Condiciones que faciliten el proyecto.....	136
5.7.	Cronograma de implementación del proyecto	139
CONCLUSIONES		140
RECOMENDACIONES.....		141
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		142
ANEXOS		148
	Anexo 1: Concesiones de distribución de GN en el Perú	148
	Anexo 2: Sistema de distribución de GN por red de ductos de Ica.....	149
	Anexo 3: Matriz de Consistencia	150
	Anexo 4: Encuesta sobre el uso de energía en los hogares de Palpa	151
	Anexo 5: Validación de instrumento por expertos.....	153
	Anexo 6: Registro de datos de la encuesta en el software SPSS.....	155

Anexo 7: Proyección de usuarios residenciales de Ica (Jul-dic 2017)	156
Anexo 8: Proyección de usuarios FOSE del distrito de Palpa	157
Anexo 9: Plano de distribución del CDR de Palpa	158
Anexo 10: Tarifas aprobadas al mes de marzo de 2018.....	159
Anexo 11: Insumos para elaborar el estado de ganancias y pérdidas	160
Anexo 12: MOF del staff del sistema de abastecimiento de GNC.....	165

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Plan Mínimo de Cobertura de Usuarios Residenciales Conectados al Suministro de Gas Natural en el Departamento de Ica	5
Tabla 2.	Usuarios Residenciales Conectados al Suministro de Gas Natural en el Departamento de Ica al 30/07/2017	6
Tabla 3.	Características Geográficas y Poblacionales del Departamento de Ica	18
Tabla 4.	Análisis de la Misión de Osinergmin	22
Tabla 5.	Análisis de la Visión de Osinergmin	22
Tabla 6.	Análisis de la Misión de Contugas	27
Tabla 7.	Análisis de la Visión de Contugas	27
Tabla 8.	Categorías Laborales de Colaboradores de Contugas	29
Tabla 9.	Beneficios y Usos del Gas Natural en el Sector Residencial Según Contugas	29
Tabla 10.	Características Físico Químicas del Gas Natural	35
Tabla 11.	Usos Energéticos del Gas Natural	37
Tabla 12.	Características Físico Químicas del Gas Licuado de Petróleo	38
Tabla 13.	Características Técnicas de un Compresor Microbox	44
Tabla 14.	Características de Succión y Entrega de un Compresor Microbox	44
Tabla 15.	Características Técnicas de un Módulo de Almacenamiento y Transporte..	49
Tabla 16.	Características Técnicas de una Plataforma de Almacenamiento y Carga y Plataforma de Almacenamiento y Descarga	50
Tabla 17.	Características de la Ejecución de Instalaciones Internas en Lima, Callao e Ica	62
Tabla 18.	Diagrama de Actividades Múltiples de una Instalación Interna de Gas Natural	63
Tabla 19.	Distribución de Gas Natural con Gasoductos Virtuales	64
Tabla 20.	Instaladores de Gas Natural en el Ámbito de la Concesión Norte y Sur Oeste	65
Tabla 21.	Relación entre Roles de los Stakeholders y Etapas de la Industria del Gas Natural en Perú	66
Tabla 22.	Stakeholders de un Sistema de Abastecimiento de Gas Natural Comprimido	67

Tabla 23. Normas que Promueven la Industria del Gas Natural Comprimido.....	68
Tabla 24. Requerimiento de Equipos para el Abastecimiento de Gas Natural Comprimido	75
Tabla 25. Símbolos del Diagrama de Operación del Proceso	76
Tabla 26. Símbolos del Diagrama de Flujo del Proceso	78
Tabla 27. Matriz de Operacionalización de las Variables.....	89
Tabla 28. Tipos de Diseño de Investigación no Experimental	90
Tabla 29. Población de Palpa Según INEI (2013-2017).....	91
Tabla 30. Usuarios Residenciales de Electricidad de Palpa Según FOSE (2013 – 2017)	92
Tabla 31. Criterios de Validación de los Resultados	95
Tabla 32. Proyección de Usuarios Residenciales de Ica (julio a diciembre de 2017)..	96
Tabla 33. Proyección de Usuarios Residenciales de 2018 a 2020	97
Tabla 34. Proyección de la Demanda de Gas Natural de Ica desde 2020 a 2041	97
Tabla 35. Proyección de la Demanda de Gas Natural de Palpa desde 2020 a 2041	98
Tabla 36. Proyección de la Demanda de Gas Natural Considerando Ica y Palpa desde 2020 a 2041	100
Tabla 37. Coordenadas Geográficas de las Fuentes de Abastecimiento de Gas Natural Comprimido.....	101
Tabla 38. Posibles Fuentes de Abastecimiento de Gas Natural Comprimido a la Provincia de Palpa.....	101
Tabla 39. Variables Comparativas de Tecnologías de Gasoductos Virtuales	104
Tabla 40. Componentes del Sistema de Abastecimiento de Gas Natural Comprimido	109
Tabla 41. Inversión Fija Intangibles	113
Tabla 42. Inversión Fija Tangible	113
Tabla 43. Capital de Trabajo	115
Tabla 44. Inversión Fija y Capital de Trabajo del Sistema Abastecimiento de Gas Natural Comprimido.....	115
Tabla 45. Costos de Operación y Mantenimiento del Sistema de Abastecimiento de Gas Natural Comprimido.....	116
Tabla 46. Costos de Personal del Sistema de Abastecimiento de Gas Natural Comprimido	116
Tabla 47. Gastos de Operación del Sistema de Abastecimiento GNC	118

Tabla 48. Datos para el Cálculo de la Tarifa.....	119
Tabla 49. Costos Unitarios del Gas Natural Comercializado en Ica	121
Tabla 50. Valor Actual del Servicio de Gas Natural en Ica	121
Tabla 51. Valor Futuro del Servicio de Gas Natural Considerando el Sistema GNC	122
Tabla 52. Datos para la Elaboración de los Estados Financieros	123
Tabla 53. Estado de Ganancias y Pérdidas del Proyecto (1)	124
Tabla 54. Estado de Ganancias y Pérdidas del Proyecto (2)	125
Tabla 55. Flujo de Caja Económico y Financiero del Proyecto (1).....	126
Tabla 56. Flujo de Caja Económico y Financiero del Proyecto (2).....	127
Tabla 57. Cálculo de VAN y TIR Económico y Financiero	128
Tabla 58. Equivalencia Energética y de Precios entre el GN y el GLP	128
Tabla 59. Capacidad de Balones de GLP Usado por los Pobladores Encuestados	129
Tabla 60. Análisis de Sensibilidad del Consumo y Costo de GN y GLP	130
Tabla 61. Análisis de Sensibilidad del Consumo y Costo de GN y GLP en Unidades Energéticas	130
Tabla 62. Financiamiento FISE a los Potenciales Usuarios Residenciales de Palpa .	133
Tabla 63. Comprobación de los Criterios de Validación de los Resultados	134
Tabla 64. Staff del Sistema de Abastecimiento de Gas Natural Comprimido a la Provincia de Palpa.....	135
Tabla 65. Centros de Capacitación para Formación de IG1, IG2 e IG3 en Ica	137
Tabla 66. Fortalecimiento de una Cultura Sobre el Uso de Gas Natural.....	138
Tabla 67. Diagrama de Gantt del Proyecto de Abastecimiento de Gas Natural Comprimido a la Provincia de Palpa	139

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución anual del plan mínimo de cobertura de usuarios residenciales conectados al suministro de gas natural en el departamento de Ica.....	5
Figura 2. Plan de cobertura contractual versus plan de cobertura ejecutado al 30/07/2017	6
Figura 3. Combustibles usados para la cocción de alimentos por la población peruana	11
Figura 4. Estructura de precios del GLP en el Perú	13
Figura 5. Mapa político del departamento de Ica	18
Figura 6. Mapa político de la provincia de Palpa	20
Figura 7. Estructura organizacional de Osinergmin.....	24
Figura 8. Estructura orgánica de Contugas	28
Figura 9. Sistema de distribución de gas natural por red de ductos en el departamento de Ica	30
Figura 10. Elementos de seguridad del sistema de distribución de gas natural en el departamento de Ica	31
Figura 11. Costo medio de sistemas de transporte virtual de gas natural.....	34
Figura 12. Procesamiento y derivados del gas natural	35
Figura 13. Cadena de suministro del gas natural en el Perú.....	36
Figura 14. Cadena de Suministro del gas licuado de petróleo en Perú	39
Figura 15. Diagrama de bloques del proceso de abastecimiento de GNC.....	40
Figura 16. Compresión, carga y descarga de GNC.....	41
Figura 17. Diagrama del proceso de abastecimiento de GNC.....	42
Figura 18. Compresor Microbox.....	44
Figura 19. Compresor recíprocante	45
Figura 20. Sistema de almacenamiento propio del compresor	46
Figura 21. Torres de llenado de GNC en módulos MAT	47
Figura 22. Cilindro de almacenamiento de GNC	48
Figura 23. Módulo de almacenamiento y transporte.....	49
Figura 24. Estructura de una PAC y PAD	50
Figura 25. Tráiler VST para dos MAT	51
Figura 26. Intercambio de MAT con máquinas ST	52

Figura 27. Estación de descompresión de GNC	53
Figura 28. Sistema de distribución de Gas Natural por Ductos	54
Figura 29. Tendido de redes urbanas de gas natural	55
Figura 30. Procedimiento de tapada de redes de gas natural.....	56
Figura 31. Acometida domiciliaria y derecho de conexión	57
Figura 32. Instalación Interna de Gas Natural	58
Figura 33. Diagrama típico de una Instalación Interna de Gas Natural	59
Figura 34. Evolución de instaladores de gas natural registrados en Osinergmin	61
Figura 35. Instaladores de gas natural IG1 registrados en Osinergmin	61
Figura 36. Stakeholders de la Industria del Gas Natural en el Perú	66
Figura 37. Diagrama de procesos de la distribución de Gas Natural por ductos en Ica	70
Figura 38. Diagrama de procesos detallado de la distribución de Gas Natural por ductos en Ica.....	71
Figura 39. Diagrama de procesos de la distribución de GNL a las concesiones Norte y Sur Oeste.....	73
Figura 40. Diagrama de procesos detallado de la distribución de GNL a las concesiones Norte y Sur Oeste.....	74
Figura 41. Diagrama de procesos del abastecimiento de GNC desde la EESS el óvalo a la EESS Finlandia	75
Figura 42. DOP de abastecimiento de GNC desde la EESS el Óvalo hasta la EESS Finlandia	77
Figura 43. Diagrama de flujo del proceso de abastecimiento de GNC desde la EESS el Óvalo hasta la EESS Finlandia	79
Figura 44. Esquema gráfico del abastecimiento de GNC	80
Figura 45. Flowsheet de equipos de sistema de abastecimiento de GNC	81
Figura 46. Material de las viviendas de los hogares de la provincia de Palpa	99
Figura 47. Aceptación de la conversión al uso de gas natural por parte de la población de la provincia de Palpa	99
Figura 48. Ubicación de centro de descompresión de Palpa	102
Figura 49. Simulación del abastecimiento de GNC a la EDR desde el city gate de Ica.....	103
Figura 50. Simulación del abastecimiento de GNC a la EDR desde el city gate de Nazca	103

Figura 51. Tecnología modular para el abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa.....	104
Figura 52. Diagrama de procesos del abastecimiento de GNC a la provincia de Palpa.	105
Figura 53. Diagrama de procesos detallado del abastecimiento de GNC a la provincia de Palpa.....	106
Figura 54. Diagrama de consumos y recargas de GNC en función al tiempo	108
Figura 55. DOP cuantificado del abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa (Proceso To-Be)	110
Figura 56. Simulación del proceso de abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa.....	111
Figura 57. Método para el cálculo del costo de redes	114
Figura 58. Diagrama del factor de actualización simple (FAS).....	118
Figura 59. Fórmula matemática del factor de actualización simple (FAS)	118
Figura 60. Cálculo de la tarifa de gas natural para usuarios residenciales	119
Figura 61. Análisis de sensibilidad del costo y consumo de GN y GLP.....	131
Figura 62. Curvas de consumo y costo de GN.....	131
Figura 63. Curvas de consumo y costo de GLP	132
Figura 64. Staff del sistema de abastecimiento de GNC a la provincia de Palpa.....	135

RESUMEN

En la presente tesis se realizó un estudio con el objetivo de evaluar la factibilidad del abastecimiento de gas natural través de la modalidad de gas natural comprimido a la provincia de Palpa, específicamente al distrito de Palpa.

Se analizó la demanda existente de gas natural de los usuarios residenciales del departamento de Ica y se proyectó la demanda futura del mismo, incluyendo la demanda futura del distrito de Palpa, a fin de determinar una nueva tarifa de gas natural para los usuarios residenciales.

Se determinó que dicha tarifa es aplicable a partir de la firma de adenda al contrato de concesión suscrito entre el Ministerio de Energía y Minas y Contugas, y a partir de la puesta en Operación Comercial del sistema de abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa.

La metodología comprendió: el análisis de la información estadística de los usuarios residenciales de Ica, el cálculo de la proyección de nuevos usuarios residenciales de Ica y Palpa, obteniéndose estos últimos a partir del registro de usuarios residenciales del servicio eléctrico; asimismo, se analizó los resultados de la encuesta sobre uso de energía realizada a 103 hogares de Palpa.

Con los resultados se ha demostrado que es factible técnica y económicamente el abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa.

La solución propuesta requiere la participación de Contugas, del Ministerio de Energía y Minas y de la Municipalidad de Palpa con el fin de facilitar la implementación del proyecto.

Palabras clave: Gas natural, gas natural comprimido, estación de compresión, estación de descompresión, city gate, redes de acero, redes de polietileno.

ABSTRACT

In the present thesis a study was carried out with the objective of evaluating the feasibility of natural gas supply through the compressed natural gas modality to the province of Palpa, specifically to the district of Palpa.

The existing natural gas demand of the residential users of the department of Ica was analyzed and the future demand of it was projected, including the future demand of the Palpa district, in order to determine a new natural gas tariff for residential users.

It was determined that said rate is applicable from the signing of an addendum to the concession contract signed between the Ministry of Energy and Mines and Contugas, and from the commissioning of the compressed natural gas supply system to the province of Palpa.

The methodology included: the analysis of the statistical information of the residential users of Ica, the calculation of the projection of new residential users of Ica and Palpa, obtaining the latter from the registry of residential users of the electric service; Likewise, the results of the energy use survey carried out on 103 Palpa households were analyzed.

With the results it has been demonstrated that the supply of compressed natural gas to the province of Palpa is technically and economically feasible.

The proposed solution requires the participation of Contugas, the Ministry of Energy and Mines and the Municipality of Palpa in order to facilitate the implementation of the project.

Keywords: Natural gas, compressed natural gas, compression station, decompression station, city gate, steel networks, polyethylene networks.

INTRODUCCIÓN

Mediante la Ley Orgánica de Hidrocarburos, Ley 26221, publicada en agosto del año 1993, el estado peruano reguló la industria del sector hidrocarburos donde, entre otros, establece que la distribución de gas natural por red de ductos es considerada un servicio público; es decir, un servicio esencial para la población y de preponderante participación del estado peruano.

Es así que, a través de la Política Energética Nacional del Perú 2010 – 2040, aprobada mediante Decreto Supremo 064-2010-EM, el estado peruano a través del Ministerio de Energía y Minas (MINEM) estableció como uno de sus lineamientos de política pública el desarrollar la industria del gas natural y su uso en actividades domiciliarias (residenciales), transporte, comercio, industria y generación eléctrica eficiente.

Asimismo, a través del Plan de Acceso Universal a la Energía 2013 – 2022, aprobado mediante Resolución Ministerial 203-2013-MEM/DM, el estado peruano plantea como objetivo general ampliar el acceso universal al suministro energético, priorizando el uso de fuentes energéticas disponibles y viables técnica, social y geográficamente; con el objeto de generar una mayor y mejor calidad de vida de la población peruana.

En el Perú, la industria del gas natural está conformada por la explotación de tres yacimientos: i) Aguaytía, ubicado en Ucayali; ii) costa y zócalo norte, ubicados entre Piura y Tumbes; y iii) Camisea, ubicado en Cuzco. Sin embargo, recién se desarrolló a gran escala a partir de la puesta en operación comercial del proyecto Camisea en agosto del año 2004; desde entonces, este yacimiento es la principal fuente de producción y abastecimiento de gas natural a nivel nacional.

El MINEM, mediante Decreto Supremo 042-99-EM, reguló la distribución de gas natural por red de ductos estableciendo disposiciones para el acceso y la prestación del servicio. Para la prestación del servicio, entre otros, establece que la distribución de gas natural por ductos debe realizarse a través de concesiones.

Según el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin), actualmente operan comercialmente dos concesiones de distribución de gas natural por

red de ductos en el Perú: la primera, en Lima y Callao, concesionada a la empresa Gas Natural de Lima y Callao S.A. (Calidda); y la segunda, en el departamento de Ica, concesionada a la empresa Contugas (Contugas) S.A.C. (ver Anexo 1).

La concesión de Ica, denominada *sistema de distribución de gas natural por red de ductos del departamento de Ica*, está compuesto por redes principales de acero y redes secundarias de polietileno (ver Anexo 2). En Humay, Pisco, se recibe el gas natural proveniente de los yacimientos de Camisea a través de los ductos de la empresa Transportadora de Gas del Perú S.A. (TGP), desde donde inicia la distribución de gas natural por ductos al departamento de Ica.

A través de *city gates*, estaciones que miden, reducen y regulan la presión del gas natural; se abastece de gas natural a presiones controladas a las provincias de Chincha, Pisco, Ica, Nazca y Marcona. Dentro de estas ciudades se realiza el tendido de redes externas (en las calles), las mismas que a su vez conectan con redes internas (en el recinto), las cuales permiten abastecer de gas natural a los clientes residenciales, comerciales e industriales.

Con lo descrito previamente se evidencia que la provincia de Palpa, a pesar de pertenecer geográficamente a la concesión, no forma parte del sistema de distribución de gas natural por ductos del departamento de Ica, por lo cual en la presente tesis se ha planteado como objetivo evaluar la factibilidad de abastecer gas natural a la provincia de Palpa a través de la modalidad de gas natural comprimido (GNC).

La presente tesis se ha desarrollado en cinco capítulos:

El capítulo uno, comprende el planteamiento del estudio, donde se describen los problemas y objetivos, así como la delimitación y justificación de la investigación.

El capítulo dos, trata sobre el marco teórico, en él se detallan los antecedentes y las bases teóricas vinculadas a la investigación.

El capítulo tres, está basado en el sistema de hipótesis, donde se describen la hipótesis y las variables de estudio.

El capítulo cuatro, trata sobre la metodología de la investigación, se detalla el tipo, diseño, enfoque, población y muestra de la investigación, así como las técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de datos.

El capítulo cinco, comprende la presentación y análisis de los resultados en función a las variables estudiadas: factibilidad técnica y económica.

Finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas de la tesis.

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

En el presente capítulo se desarrolló la descripción de la problemática y su formulación, en problema general y específicos, al igual que los objetivos; asimismo, se desarrolló la delimitación y justificación del estudio de factibilidad.

1.1. Descripción y formulación del problema general y específicos

El 21 de octubre del 2008, mediante Resolución Suprema 046-2008-EM, la Dirección General de Hidrocarburos (DGH) del MINEM, mediante contrato BOOT, otorgó por un plazo de 30 años la concesión del sistema de distribución de gas natural por red de ductos en el departamento de Ica a la empresa Transportadora del Gas Internacional del Perú S.A.C. (Concesionario).

La empresa Transportadora del Gas del Interior S.A. ESP participó en dicho contrato como Operador Calificado del Concesionario, la misma que en mayo de 2012 cambió de razón social y pasó a denominarse Contugas S.A.C.

La fecha de cierre o firma de contrato se dio el siete de marzo del 2009, y el inicio de contrato se dio el 19 de noviembre de 2011, siendo esta fecha el hito inicial para el conteo del plazo del contrato de 30 años.

El contrato comprendió el diseño, construcción, operación y mantenimiento de un sistema de distribución con redes de ductos de acero y polietileno de alta y baja presión, para el suministro de gas natural en el departamento de Ica a las provincias de: Ica, Chincha, Pisco y Nazca, incluyendo el distrito de Marcona. La inversión estimada del proyecto fue de US\$ 325.5 Millones de dólares americanos.

Como principal acuerdo contractual, se estableció un plan mínimo de cobertura de 50,000 usuarios residenciales conectados al suministro de gas natural hasta el 30 de abril del 2020, tal como se muestra en la Tabla 1 y Figura 1.

La puesta en operación comercial del sistema de distribución de gas natural en el departamento de Ica se dio en abril del 2014, y el inicio del plan mínimo de cobertura de usuarios residenciales se estableció para abril del 2015.

Tabla 1. Plan Mínimo de Cobertura de Usuarios Residenciales Conectados al Suministro de Gas Natural en el Departamento de Ica

Ciudades	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020	Total
Ica	14,902	1,979	1,979	1,979	1,979	740	23,558
Chincha	7,577	1,007	1,007	1,007	1,007	378	11,983
Pisco	6,493	862	862	862	862	324	10,265
Marcona	1,596	212	212	212	212	80	2,524
Nazca	1,057	140	140	140	140	53	1,670
Total	31,625	4,200	4,200	4,200	4,200	1,575	50,000

Fuente: Adaptado de “Contrato BOOT: Concesión del sistema de distribución de gas natural por red de ductos en el departamento de Ica”, por La Agencia de Promoción de la Inversión Privada, 2008.

Nota: Los planes mínimos de cobertura por ciudad son contabilizados hasta el 30 de abril de cada año. Elaboración propia.

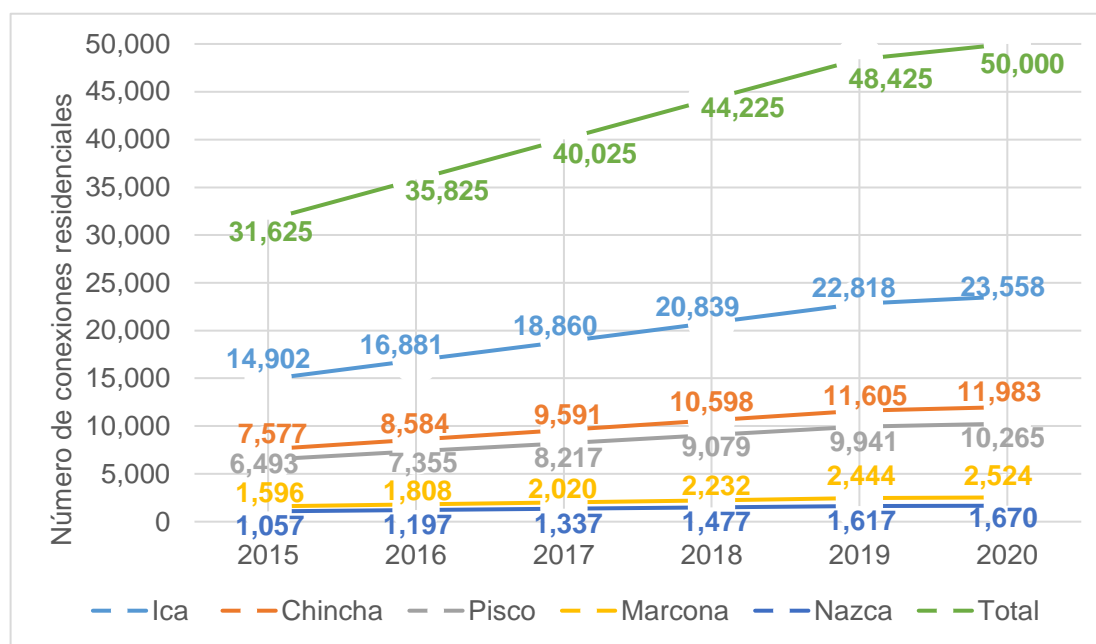


Figura 1. Evolución anual del plan mínimo de cobertura de usuarios residenciales conectados al suministro de gas natural en el departamento de Ica

Fuente: Adaptado de “Contrato BOOT: Concesión del sistema de distribución de gas natural por red de ductos en el departamento de Ica”, por La Agencia de Promoción de la Inversión Privada, 2008.

Nota: En el gráfico se muestra la tendencia del compromiso de cobertura de usuarios residenciales por provincia entre los años 2015 y 2020.

Elaboración propia.

En el informe *Masificación del uso de gas natural a nivel nacional: informe de avance mensual julio 2017*, la División de Supervisión Regional (DSR) de Osinergmin (2017), informó que al 30 de julio de 2017 Contugas conectó al suministro de gas natural a 42,468 usuarios residenciales, cifra que representa un avance de 106.1% con respecto al plan de cobertura establecido para abril del 2017 (ver Tabla 2 y Figura 2).

Tabla 2. Usuarios Residenciales Conectados al Suministro de Gas Natural en el Departamento de Ica al 30/07/2017

Ciudades	Plan de cobertura contractual acumulado al 2017	Plan de cobertura contractual acumulado al 2020	Plan de cobertura ejecutado al 30/07/2017	Porcentaje de avance ejecutado al 30/07/2017	Porcentaje de avance ejecutado al 2020
Ica	18,860	23,558	20,525	108.8%	87.1%
Chincha	9,591	11,983	10,129	105.6%	84.5%
Pisco	8,217	10,265	8,248	100.4%	80.4%
Marcona	2,020	2,524	2,017	99.9%	79.9%
Nazca	1,337	1,670	1,549	115.9%	92.8%
Total	40,025	50,000	42,468	106.1%	84.9%

Fuente: Adaptado de “Masificación de uso de gas natural a nivel nacional: Informe de avance mensual, julio 2017” por División de Supervisión Regional de Osinergmin, 2017.

Elaboración propia.

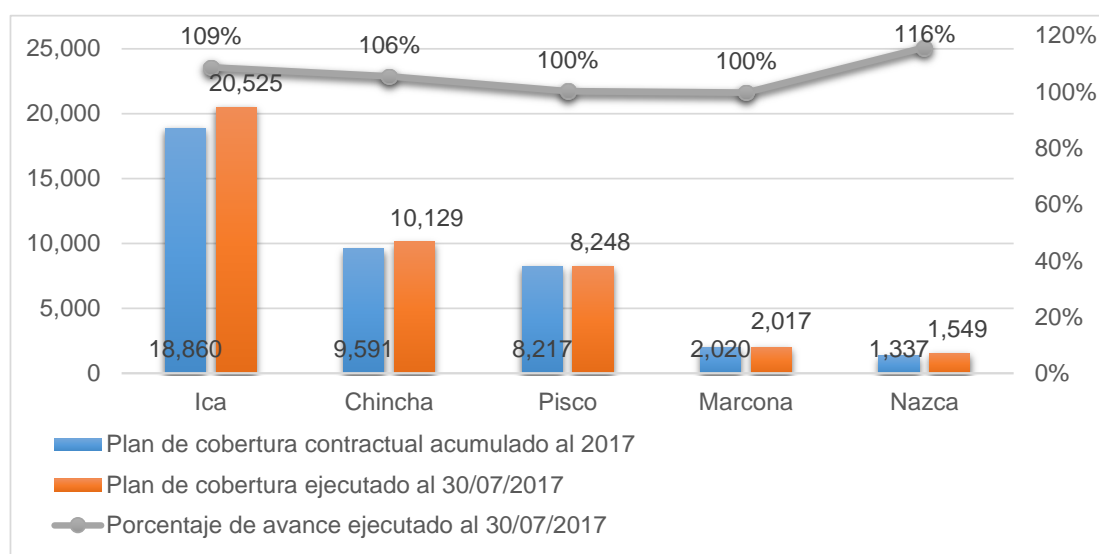


Figura 2. Plan de cobertura contractual versus plan de cobertura ejecutado al 30/07/2017

Fuente: Adaptado de “Masificación de uso de gas natural a nivel nacional: Informe de avance mensual, julio 2017” por División de Supervisión Regional de Osinergmin, 2017.

Nota: En el gráfico se muestra la cobertura de usuarios residenciales de gas natural por ciudad comparada con el plan de cobertura contractual, se evidencia que en las cinco ciudades se ha cumplido con más del 100% de lo establecido en el contrato para abril del 2017.

Elaboración propia.

El compromiso de Contugas de conectar al suministro de gas natural a 50,000 usuarios residenciales fue una meta importante considerando que el número de conexiones eléctricas residenciales en el departamento de Ica es de solo 65,000 suministros. (Ormeño et al., 2012)

El departamento de Ica está dividido en cinco provincias: Chincha, Pisco, Ica, Palpa y Nazca; sin embargo, desde la firma del contrato de concesión, la provincia de Palpa no fue incluida en el sistema de distribución de gas natural por red de ductos en el departamento de Ica, a pesar de pertenecer geográficamente a la concesión.

La justificación que brinda Contugas es que el abastecimiento de gas natural por red de ductos a la provincia de Palpa es económicamente inviable; es decir, que la tarifa (recibo) que pagarían las familias de Palpa por el servicio de gas natural residencial sería mayor al costo del energético sustituto, el gas licuado de petróleo (GLP). Esto debido a que en Palpa no existen industrias que puedan subsidiar o absorber el costo de construcción de las redes de distribución.

Ormeño et al. (2012) definen que en provincias mientras no se desarrollen los gasoductos de transporte, se puede desarrollar el gas natural a un precio inferior que el GLP mediante gasoductos virtuales, es decir, mediante el transporte de gas natural por camiones en forma líquida (GNL – Gas Natural Licuefactado) o comprimida (GNC - Gas Natural Comprimido).

Debido a ello, en el artículo *MINEM decidirá cómo se va a abastecer de gas natural a Palpa* (2016), el Gerente General de Contugas señaló que el MINEM es quien debe definir la modalidad a seguir para proveer de gas natural a la provincia de Palpa.

Según Ormeño et al. (2012) una alternativa viable es:

El distrito de palpa está interesado en ser incluido en el esquema de masificación del gas natural, para cuyo efecto resulta más económico empezar con el transporte de gas natural comprimido (GNC) en camiones; pero el mayor costo de esta modalidad de suministro no puede asignarse sólo a Palpa porque resulta anti económico para los consumidores de esa ciudad, ya que el GLP es aun así más

económico. ¿Qué se requiere entonces? La respuesta es socializar los costos de Palpa dentro de la concesión, lo que es factible con un cambio en el reglamento y el contrato de concesión. (p. 18)

Por otro lado, considerando la madurez de las alternativas tecnológicas para el transporte y distribución de gas natural, en esta tesis se evaluó la factibilidad técnica y económica para abastecer GNC a la provincia de Palpa.

1.2. Formulación del problema

El problema se desarrolló como pregunta y se segmentó en problema general y problemas específicos, relacionados a las variables de factibilidad técnica y económica.

Kerlinger y Lee (2002, citado en Hernández, Fernández & Baptista, 2014) establecieron que los criterios para plantear un problema de investigación, entre otros, deben expresar una relación entre dos o más variables y debe estar formulado como pregunta, con claridad y sin ambigüedad.

1.2.1. Problema general

a. ¿Es factible el abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa?

1.2.2. Problemas específicos

- i. ¿Técnicamente es factible el abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa?
- ii. ¿Económicamente es factible el abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa?

1.3. Formulación de objetivos

Se definieron como objetivo general y objetivos específicos.

1.3.1. Objetivo General

- a. Determinar la factibilidad del abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa.

1.3.2. Objetivos específicos

- i. Evaluar la factibilidad técnica del abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa.
- ii. Evaluar la factibilidad económica del abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa.

1.4. Delimitación de la investigación: espacial y temporal

Para el desarrollo de la tesis se investigó el espacio geográfico e información de la concesión del sistema de distribución de gas natural por red de ductos en el departamento de Ica.

La temporalidad del estudio se fundamentó en el análisis de la demanda, la cual se analizó desde el año 2014, año en que se dio la puesta en operación comercial; hasta el año 2041, año en que finaliza el plazo de la concesión; asimismo, en este periodo de tiempo se calculó la viabilidad técnica y económica del estudio de factibilidad.

Asimismo, la información del *sistema de distribución de gas natural por red de ductos en el departamento de Ica* se obtuvo a partir información pública del MINEM; del Osinergmin; del Fondo de Inclusión Social Energético (FISE); de Contugas; y del Instituto Nacional de Estadística e informática (INEI).

1.5. Justificación e Importancia

Se segmentó en: justificación social, normativa, técnica y económica.

1.5.1. Justificación social

La presente investigación se justifica socialmente porque la población de palpa no ha sido incluida en la concesión del *sistema de distribución de gas natural por red de ductos en el departamento de Ica*, sin embargo, pertenece geográficamente a la concesión, por lo que, de mantenerse las condiciones actuales, Palpa no contará con gas natural hasta el 2041.

Esto implica que la población de Palpa debe seguir usando el GLP como principal fuente energética para las actividades domésticas, siendo la más importante, la cocción de alimentos. Es decir, deben seguir supeditados a las variaciones de precios constantes e incrementales de dicho combustible.

1.5.2. Justificación normativa

El Reglamento de Comercialización de GNC y GNL, aprobado mediante Decreto Supremo 057-2008-EM, establece que se podrá comercializar Gas Natural Comprimido en: (i) aquellas zonas donde no se hayan otorgado concesiones de distribución para el suministro de gas natural por red de ductos y (ii), aquellas zonas en las que existiendo concesiones de distribución para el suministro de gas natural por red de ductos, no exista infraestructura disponible para brindar el suministro por ser inviable técnica y/o económicamente.

La presente tesis es un instrumento técnico que se pretende sea tomado en cuenta por el MINEM y Contugas para facilitar la incorporación de Palpa en el sistema de distribución de gas natural en el departamento de Ica y, de esta forma contribuir con el objetivo del estado de cerrar brechas existentes en la prestación de servicios públicos.

Se busca contribuir a un cambio cultural progresivo en cuanto al uso de combustibles en el hogar ya que según la Encuesta Residencial de Consumo y Usos de Energía (ERCUE, 2014-2015), el 77% de la población peruana usa Gas Licuado de Petróleo (GLP) principalmente para la cocción de alimentos (ver Figura 3).

Asimismo, según la ERCUE 2014-2015, se evidencia que la población urbana es la que registra el mayor uso de GLP con un 90% (ver Figura 3). La población urbana, debido a las características de su vivienda: construcción de material noble y acceso al servicio de electricidad; es la población objetivo para la conexión al suministro de gas natural.

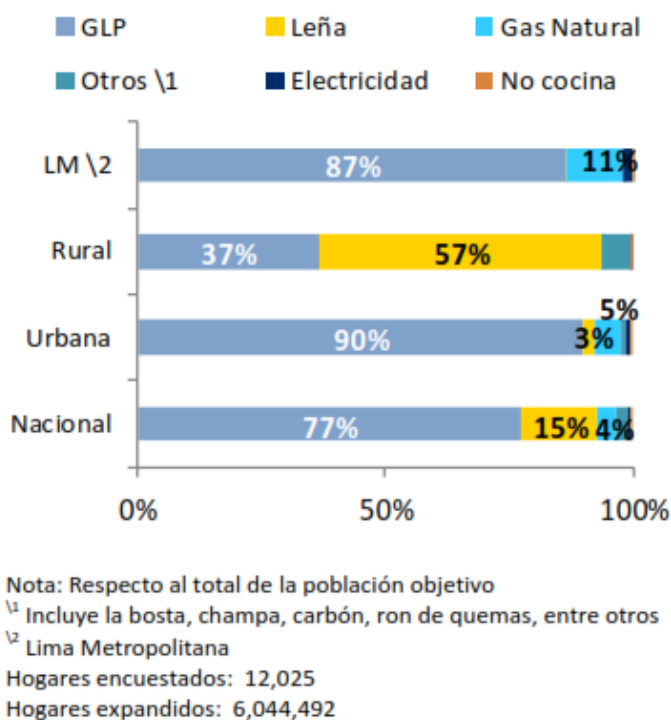


Figura 3. Combustibles usados para la cocción de alimentos por la población peruana

Fuente: Tomado de “Encuesta Residencial de Consumo y Usos de Energía: ERCUE 2014-2015” por Gerencia de Políticas y Análisis Económico, 2015.

1.5.3. Justificación técnica

En la presente investigación se ha planteado el uso de tecnologías de última generación para el abastecimiento de GNC, las cuales son usadas masivamente en países como Colombia (según información de la Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG), para abastecer gas natural a sus pobladores; pero que en Perú se han empleado generalmente para abastecer gas natural vehicular (GNV) a las estaciones de servicio (EESS).

Se evidenció el uso de tecnología GNC para uso vehicular en el departamento de Ica, acorde a la siguiente descripción:

El gas natural se comprime en la EESS el Óvalo, ubicado en carretera panamericana sur 311, Ica; en este lugar un personal capacitado opera un compresor de la marca GALILEO que recibe el gas natural de la red de Contugas a una presión de 5 Bar y lo comprime hasta lograr una presión de 250 Bar.

Una vez cargado los módulos del compresor se cargan los Módulos de Almacenamiento y Transporte (MAT) de la Plataforma de Almacenamiento y Carga (PAC), uno a la vez. Luego, el tráiler con los MAT vacíos ingresa a la zona de carga y siguiendo los procedimientos de seguridad, el operador procede a cargar los MAT llenos y descargar los vacíos en el tráiler VST, secuencialmente. El tiempo de carga de ambos MAT es de aproximadamente 270 minutos hasta la salida de la zona de carga.

Finalmente, el tráiler VST con los MAT llenos es conducido hasta la EESS Finlandia, ubicado en el cruce de avenida siete y avenida Finlandia, manzana nueve, lote dos - la Tinguña, Ica; en este lugar se ubica una estación reguladora de presión que permite abastecer gas natural a presión controlada a las islas de abastecimiento de gas natural vehicular (GNV).

1.5.4. Justificación económica

El precio del GLP en el Perú es de libre mercado, es decir, Osinergmin (organismo regulador) no interviene en la determinación del precio al consumidor final.

Este hecho se evidencia en el artículo *Precio del GLP bajó en 23% pero precio del balón de gas sigue subiendo (2017)*, el Organismo Peruano de Consumidores y Usuarios (Opecu) explicó que a pesar que el mayor productor de GLP en el país, Pluspetrol, bajo su precio este año en 23%, el balón de GLP subió 0.7% en los locales de venta al público. Situación que se evidencia como un abuso por parte de los comercializadores.

En el informe *El gas natural y sus diferencias con el GLP* de la Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria (GART) de Osinergmin, 2015; se muestra la estructura de precios del GLP (ver Figura 4), de la cual se deduce que si bien el precio del productor representa más del 50%, el cual se ve afectado por los costos de importación de

petróleo; el precio del comercializador, mayor al 30%, representa un margen excesivo considerando que esta actividad no agrega valor al producto.

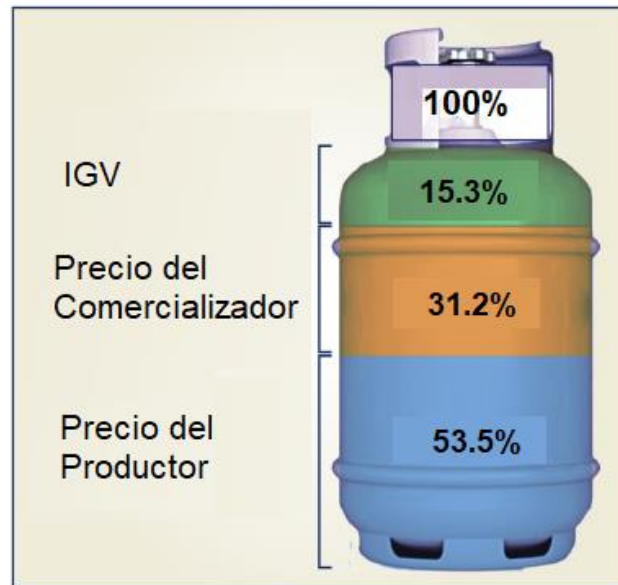


Figura 4. Estructura de precios del GLP en el Perú

Fuente: Adaptado de “El gas natural y sus diferencias con el GLP” por Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria de Osinergmin (2015)

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se presenta la investigación realizada sobre los estudios previos que tienen relación con el transporte y distribución de GNC, asimismo, se presentan las definiciones teóricas de los diferentes aspectos técnicos que permitieron el desarrollo de la tesis.

2.1. Antecedentes del estudio de investigación

Se han investigado los siguientes estudios previos relacionados con el transporte y distribución de GNC:

- a. Uyasaba (2011), desarrolló la investigación: *Estudio de factibilidad técnica y económica para el suministro de gas natural comprimido domiciliario en el municipio de San Gil, Santander*; en la Facultad de Fisicoquímicas Ingeniería de Petróleo de la Universidad Industrial de Santander, Colombia. En la investigación se llegó a las siguientes principales conclusiones:
 - i. Que es viable económicamente la implementación del GNC en el municipio de San Gil por medio de la tecnología de un gasoducto virtual y, además, que, a pesar de la inversión económica relativamente alta, esta es recuperada en un periodo relativamente corto.
 - ii. Que es recomendable la implementación de gasoductos virtuales ya que los avances tecnológicos en los equipos y accesorios utilizados son muy seguros y económicos.

La importancia de este antecedente para la presente investigación estriba en que proporciona un precedente de viabilidad económica y técnica: económica, porque concluye un periodo de recuperación corto de la inversión; y técnica, porque demuestra la seguridad de los componentes de un gasoducto virtual.

- b. Cortijo (2011), desarrolló la investigación: *Evaluación de la factibilidad técnica y económica de la instalación de un gasocentro virtual de gas natural vehicular en la ciudad de Huacho*; en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad

Nacional de Ingeniería, Perú. En la investigación se llegó a las siguientes principales conclusiones:

- i. Concluyó que la instalación del gasocentro virtual en la ciudad de Huacho, facilitará el suministro de gas natural vehicular, contribuyendo de esta manera con la masificación de este recurso energético. Determinó que el costo de venta del GNC será de S/. 1,39 por metro cúbico (m³).
- ii. Que el tiempo de recuperación de la inversión es de 2 años debido al escenario de la demanda inicial y la demanda proyectada. La magnitud de inversión en la instalación de un gasocentro virtual, es en promedio la tercera parte del costo de la instalación, de un gasocentro o estación de gas natural por red de ductos.

A pesar de que este antecedente se refiere al uso de GNC para uso vehicular (gasocentro virtual), el modelo de operación unitario para uso residencial es el mismo, es decir, difiere únicamente en su aplicabilidad final. Por lo tanto, demuestra que es factible técnicamente la operación de un gasoducto virtual.

- c. López (2011), desarrolló el paper: *Evaluación técnico-económica de las alternativas tecnológicas de transporte de gas natural*; para la Revista de Gas Natural de Osinergmin, Perú. En la investigación se llegó a las siguientes principales conclusiones:

- i. Que la utilización de gasoductos se justifica en casos de altas demandas y distancias menores a los 500 kilómetros (Km), mientras que el GNC es atractivo solo para bajas demandas y pequeñas distancias; que la velocidad aumenta la competitividad del GNC por lo tanto es necesario definir la ruta óptima de abastecimiento.
- ii. Que la viabilidad económica del GNC queda asegurada cuando el precio del gas, incluyendo el precio en la fuente, más el transporte, más el coste del transporte del modal, más la tarifa de distribución es menor que el energético sustituto.

La utilidad de este antecedente para la presente investigación estriba en que considera la distancia entre puntos de abastecimiento y consumo, donde define que

el GNC es atractivo para distancias y demandas pequeñas. Asimismo, establece que la viabilidad económica del GNC depende del precio final que pagará el consumidor (usuarios residenciales), teniendo que ser menor al energético sustituto, en este caso el GLP.

- d. Marañón (2015), desarrolló la investigación: *Desarrollo del uso residencial del gas natural en las zonas periféricas de Lima mediante el GNC, con el apoyo del FISE, los gastos de promoción y otros fondos del estado, como contribución a la masificación del gas natural*; en la Escuela de Postgrado de la Universidad ESAN, Perú. En la investigación se llegó a las siguientes principales conclusiones:
- i. A excepción de Cañete, el concesionario (Calidda) no ha incluido en su plan quinquenal la expansión de la red hacia las otras provincias de Lima que son parte de la concesión. Se justifica en el incremento de los costos del sistema de distribución a medida que se aleja del ducto principal. En este caso, los gasoductos virtuales representan una alternativa viable para llevar el gas natural hacia las provincias de Lima.
 - ii. Que para masificar el gas natural a nivel residencial se requiere que este energético sea competitivo en comparación con sus sustitutos y que, además, los costos de conexión y conversión no representen una barrera de acceso al sistema de distribución.
 - iii. Que con la finalidad de eliminar esta barrera de acceso al sistema para un consumidor de los niveles socioeconómicos bajo y medio bajo, localizado además en las zonas periféricas de Lima, es necesario considerar un esquema de subsidios combinando el fondo de promoción y el FISE.

Este antecedente refuerza la justificación de la presente investigación en cuanto a considerar la alternativa de gasoductos virtuales cuando la población se encuentra alejada a las redes convencionales. También complementa la competitividad del costo final del gas natural con respecto al costo del GLP para los usuarios residenciales; finalmente acuña el concepto de subsidios con el fin de crear incentivos para la aceptación del gas natural.

- e. Talavera (2015), desarrolló la investigación: *Propuesta de acceso a la energía para pobladores aledaños al gasoducto de transporte de gas natural de Camisea – Perú*. en la Escuela de Postgrado de la Universidad Católica del Perú, Perú. En la investigación se llegó a las siguientes principales conclusiones:
- i. Que es necesario identificar los puntos de suministro comunitario, los cuales partirían de las válvulas de bloqueo existente, diseñados para el sistema de transporte de gas natural y que se encuentran ubicadas a lo largo del mismo.
 - ii. Por otro lado, planteó diseñar, construir y operar los centros comunitarios de acceso a la energía, así como optimizar el mecanismo técnico - tarifario del gas natural y plantear la participación de una Asociación Pública - Privada (APP) para dar sostenibilidad y eficiencia en la operación; y, por último, también propuso el complemento a través del FISE, por ser un tema de inclusión social y de ayuda a los más necesitados.

Este antecedente refuerza los componentes técnicos de seguridad de un sistema GNC (centros comunitarios) y que para facilitar su implementación se debe recurrir a un modelo de APP. También considera la participación del FISE para subsidiar el acceso al gas natural.

2.2. Bases teóricas vinculadas al tema de investigación

2.2.1. Departamento de Ica

El departamento de Ica está ubicado en la costa sur central del litoral peruano, a 306 Km al sur de la ciudad de Lima. Fue fundada el 30 de enero de 1866. Limita por el norte con el departamento de Lima, por el este con los departamentos de Huancavelica y Ayacucho, por el sur con el departamento de Arequipa y por el oeste con el océano pacífico (ver Figura 5).



Figura 5. Mapa político del departamento de Ica

Fuente: Obtenido de <http://www.perutoptours.com/index10icmap.html>

El departamento de Ica, políticamente está dividida en 5 provincias: Chíncha, Pisco, Ica, Palpa y Nazca (ver Figura 5). Abarca una extensión geográfica de 21,306 Km² y según el INEI, al 2016 su población era de 795,072 habitantes, tal como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Características Geográficas y Poblacionales del Departamento de Ica

Provincia	Capital	Superficie km ²	Distritos	Población 2016	Densidad hab./km ²	Altitud msnm
Ica	Ica	7,894.25	14	366,751	40.71	409
Chíncha	Chíncha Alta	2,988.27	11	220,019	65.05	94
Nazca	Nazca	5,234.24	5	59,034	10.99	585
Palpa	Palpa	1,232.88	5	12,400	10.44	351
Pisco	Pisco	3,957.19	8	136,868	60.81	15

Fuente: Adaptado de “Carpeta georreferencia región Ica Perú” por Oficina de Gestión de la Información y Estadística: Dirección General Parlamentaria, 2016.

Elaboración propia.

El desarrollo económico del departamento de Ica está basado en cuatro sectores: La agricultura, concentrada en sus cinco provincias donde destacan los sembríos de algodón, uva, espárragos y pecanas; los mismos que impulsan la agroexportación de materia prima y productos con valor agregado como los piscos y vinos.

La minería, concentrada en las provincias de Nazca y Palpa, a través de la producción de hierro, oro, plata y cobre. Asimismo, en la provincia de Pisco, se desarrolla un importante complejo siderúrgico.

La pesquería, desarrollada fundamentalmente en la provincia de Pisco y donde desarrollan sus actividades importantes fábricas de harina de pescado.

Finalmente, el turismo, el cual se desarrolla en sus cinco provincias, pero fundamentalmente en Nazca y Palpa a través de sus geoglifos y petroglifos.

2.2.2. Provincia de Palpa

Palpa es una de las cinco provincias que conforman el departamento de Ica, según la Municipalidad Provincial de Palpa (2017), Palpa fue creada por Ley 14779 el 27 de diciembre de 1963, siendo el presidente de la República del Perú el Arquitecto Fernando Belaunde Terry. La proclamación como provincia de dio el 23 de marzo de 1964.

Se encuentra ubicada en la costa central del Perú y situada hacia el punto sur-este del departamento de Ica; cuenta con un clima cálido y seco, y promedia una temperatura anual de 21.4 grados centígrados.

Está dividida en cinco distritos: Palpa, Llipata, Santa Cruz, Rio Grande y Tibillo. Limita por el norte con la región Huancavelica, por el este con la región Ayacucho, por el sur con la provincia de Nazca y por el Oeste con la provincia de Ica. La geografía de Palpa es muy accidentada, presenta profundas quebradas como el valle del Rio Grande y estrechos valles divididos por los ríos Santa Cruz, Rio Grande, Palpa y Viscas, La capital Palpa se encuentra a 400 km al sur de Lima (ver Figura 6).

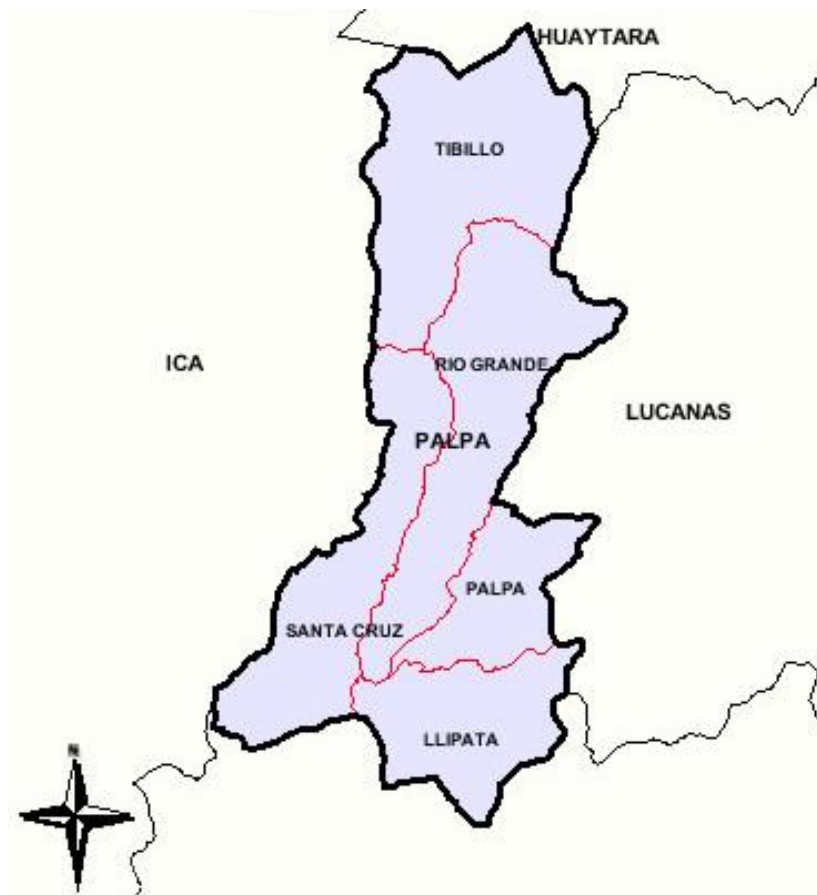


Figura 6. Mapa político de la provincia de Palpa

Fuente: Obtenido de http://www.perutoptours.com/index10ic_palpa_mapa.html

La economía de Palpa está basada en la agricultura, mediante sembríos de pan llevar y árboles frutales; existen comercios dedicados a la compra y venta de artículos, no existen industrias o actividades de transformación de materia prima.

Para efectos del presente estudio, se determinaron dos city gates cercanos desde los cuales es viable abastecer de gas natural comprimido a la provincia de Palpa: (1) city gate de Ica y (2) city gate de Nazca (ver Anexo 2).

2.2.3. Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería

Es el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin), una institución pública encargada de regular y supervisar que las empresas del sector

eléctrico, hidrocarburos (gas natural, entre otros) y minero cumplan las disposiciones legales de las actividades que desarrollan.

Según la información institucional de la página web de Osinergmin, esta fue creada el 31 de diciembre de 1996, mediante la Ley 26734, bajo el nombre de Osinerg. Inició sus funciones el 15 de octubre de 1997, supervisando las empresas eléctricas y de hidrocarburos. A partir del año 2007, mediante Ley 28964 se amplió su campo de trabajo al subsector minería y pasó a denominarse Osinergmin.

Osinergmin tiene personería jurídica de derecho público interno y goza de autonomía funcional, técnica, administrativa, económica y financiera. Las labores de regulación y supervisión de esta institución se rigen por criterios técnicos, de esta manera contribuye con el desarrollo energético del país y la protección de los intereses de la población.

En base a información de la página web de Osinergmin, en las Tablas 4 y 5 se presenta el análisis realizado de la misión y visión de Osinergmin y la propuesta de mejoras. Asimismo, en la Figura 7 se muestra la estructura orgánica de Osinergmin, la cual es de característica jerarquizada y orientada a la gestión de proyectos.

De igual manera, de la página web de Osinergmin se han relevado los valores organizacionales que rigen su accionar, y son los siguientes:

- Compromiso: Actuar identificados con Osinergmin y sus funciones de manera proactiva.
- Excelencia: Actuar con eficacia y eficiencia.
- Servicio: Tener la disposición para atender a clientes y grupos de interés.
- Integridad: Actuar con profesionalismo y honestidad.
- Autonomía: Asegurar y preservar la independencia en las decisiones de

Asimismo, la propuesta de valor de Osinergmin con respecto a la prestación de servicio públicos se enfoca en su proactividad para lograr que el Perú cuente con una cobertura nacional de servicio energéticos oportunos, suficientes, confiables, asequibles y de calidad.

a. Análisis de la Misión y Visión de Osinergmin

Tabla 4. Análisis de la Misión de Osinergmin

Misión	Análisis de la Misión	Misión propuesta
Regular, supervisar y fiscalizar los sectores de energía y minería con autonomía, capacidad técnica, reglas claras y predecibles, para que las actividades en estos sectores se desarrollen en condiciones de seguridad y se disponga de un suministro de energía confiable y sostenible.	La misión actual contempla las principales funciones de Osinergmin, sin embargo, no considera el (los) cliente (s) o para quien (quienes) se realiza, tampoco contempla el capital humano que hará posible el desarrollo de la misión.	Regular, supervisar y fiscalizar los sectores de energía y minería con autonomía, capacidad técnica y tecnológica, con personal comprometido y enfocado en el servicio, estableciendo reglas claras y predecibles; para que las actividades en estos sectores sean viables, se desarrollen en condiciones de seguridad y la población disponga de un suministro de energía confiable y sostenible.

Fuente: Adaptado de

http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca_osinergmin/quienes_somos#

Elaboración propia.

Tabla 5. Análisis de la Visión de Osinergmin

Visión	Análisis de la Visión	Visión propuesta
El Perú consolida su desarrollo energético con servicios de calidad, asequible y seguros; asimismo afianza la sostenibilidad y seguridad del sector minero; con Osinergmin como la institución del estado peruano de mayor credibilidad y confianza.	En la visión actual se mencionan los sectores en los que tiene competencia Osinergmin, sin embargo, la aspiración a largo plazo no la plantea como institución sino como país; de igual manera, no vincula a Osinergmin como la institución que asegure el desarrollo energético y afianzamiento del sector minero. Considerando las dimensiones de Osinergmin, apreciamos que en la declaración de su misión actual no toma el protagonismo para lograr lo que propone como país, por tal motivo, a continuación, desarrollamos una propuesta de visión considerando las debilidades analizadas.	Ser la institución de mayor credibilidad y confianza que asegure la consolidación del desarrollo energético-minero del Perú, asegurando la sostenibilidad de los recursos y promoviendo servicios de calidad, asequibles y seguros.

Fuente: Adaptado de

http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca_osinergmin/quienes_somos#

Elaboración propia.

b. Estructura organizacional de Osinergmin

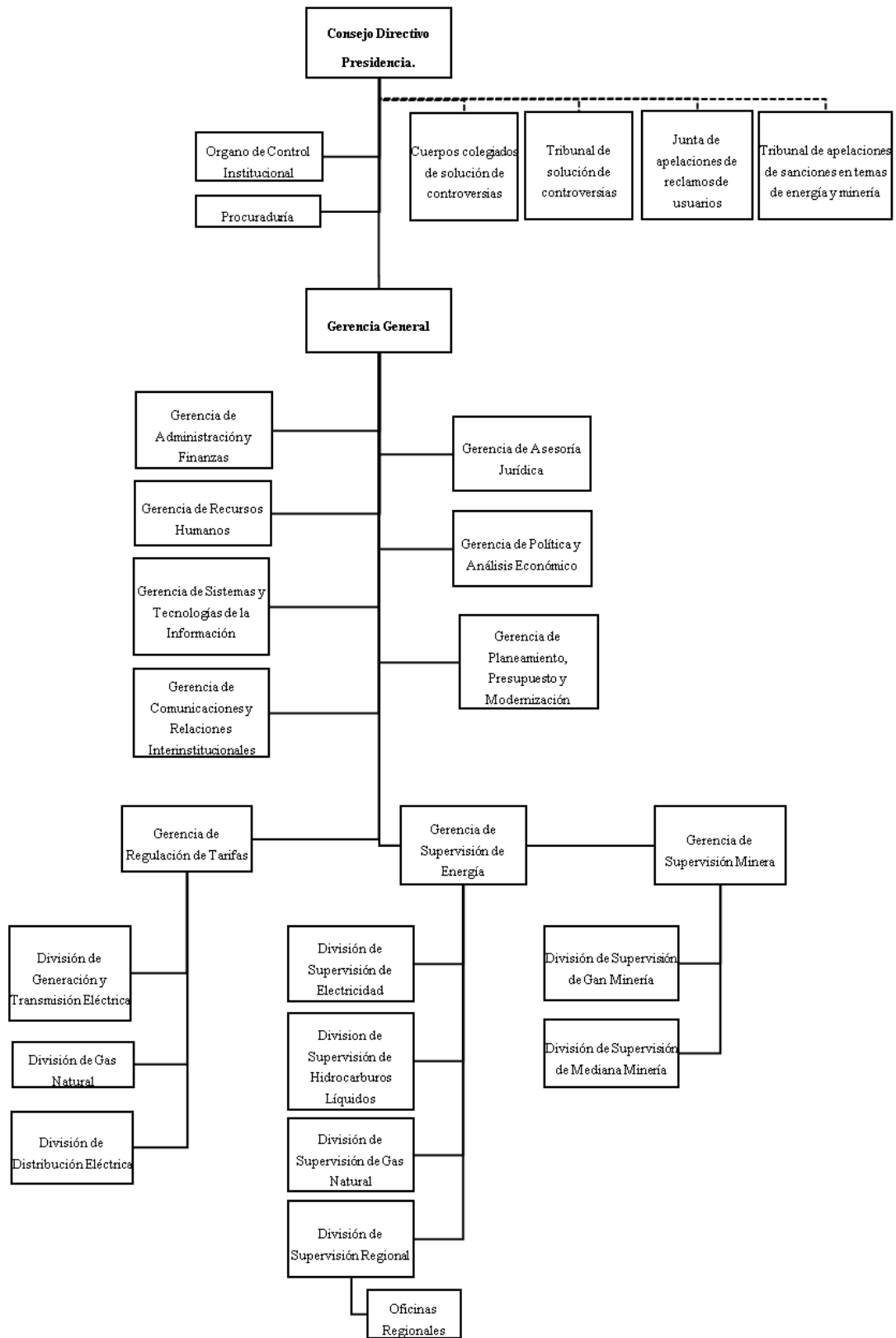


Figura 7. Estructura organizacional de Osinergmin

Fuente: Tomado de “http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca_osinergmin/organizacion
Elaboración propia.

c. Fondo de Inclusión Social Energético

El Fondo de Inclusión Social Energético (FISE) fue creado por el MINEM mediante Ley 29852 en abril el año 2012, donde además se designó a Osinergmin como administrador temporal del FISE hasta abril de 2019. Fue creada con el propósito de llevar energía menos contaminante a las poblaciones más vulnerables de todo el país a través de tres fines u objetivos:

- La masificación del gas natural para viviendas y vehículos
- La ampliación de la frontera energética empleando energías renovables
- La promoción para el acceso al GLP

Asimismo, mediante su ley de creación se estableció que sus recursos provendrían de: (i) los grandes consumidores de electricidad, (ii) el servicio de transporte de gas natural y (iii) la producción e importación de combustibles.

Con dichos recursos se ejecutan sus fines a través de proyectos energéticos establecidos por el MINEM anualmente; los beneficiarios de estos programas son personas del sector vulnerable del Perú.

En el marco de la masificación de gas natural para viviendas, el FISE ha creado el programa BonoGas, el cual es un proyecto que tiene como meta incrementar la cantidad de viviendas (beneficiarios) conectados al suministro de gas natural en Lima y Callao e Ica.

Según la página web del FISE, el programa BonoGas, dependiendo del tipo de beneficiario, puede financiar hasta el 100% del costo de: (i) Derecho de conexión, (ii) acometida e (iii) Instalación interna. Otorga un plazo de hasta 10 años para la devolución del financiamiento a través de pagos mensuales en el recibo del consumo de gas natural, asimismo, se puede devolver el 0%, 25% y 50% del financiamiento, de acuerdo al tipo de beneficiario.

El desarrolló de la presente tesis se enmarca en el fin de *masificación del gas natural para viviendas*, lo cual es posible gracias al programa *BonoGas* del FISE.

2.2.4 Contugas

Contugas S.A.C. es la empresa concesionaria que distribuye gas natural en el departamento de Ica, específicamente en Pisco, Chincha, Ica, Nazca y Marcona; en cumplimiento a la concesión que le fue otorgada por el Estado Peruano en el 2008 para diseñar y operar el sistema de distribución de gas natural por red de ductos en el departamento de Ica por un período de 30 años.

La empresa forma parte del Grupo Energía de Bogotá y fue constituida el 4 de junio de 2008 bajo la denominación de Transportadora de Gas Internacional del Perú S.A.C. Posteriormente, mediante acuerdo de la Junta General de Accionistas (JGA) celebrada el 24 de setiembre de 2008, la compañía cambió su razón social a Transcogas Perú S.A.C. Posteriormente, mediante acuerdo JGA celebrada el 18 de setiembre de 2009, cambió su razón social a Congas Perú S.A.C. y finalmente, mediante acuerdo de la JGA celebrado el 29 de noviembre de 2010, cambió su razón social a Contugas S.A.C. (Contugas, reporte de progreso 2012, p.12-13)

En base a información de la página web de Contugas, en las Tablas 6 y 7 se presenta el análisis realizado de la misión y visión de Contugas y sus mejoras propuestas. Asimismo, en la Figura 8 se muestra su estructura orgánica.

De igual manera, se describen los valores corporativos de Contugas, los cuales están basados en la confianza:

- **Transparencia:** realizando su gestión de forma objetiva, clara y verificable.
- **Respeto:** reconociendo los intereses colectivos, la diversidad individual, la sostenibilidad de los recursos naturales y la institucionalidad.
- **Integridad:** actuando con firmeza, honestidad, coherencia y sinceridad.
- **Equidad:** procediendo con justicia, igualdad e imparcialidad, buscando un impacto social positivo e inclusivo.

a. Análisis de la Misión y Visión de Contugas

Tabla 6. Análisis de la Misión de Contugas

Misión	Análisis de la Misión	Recomendación
Somos una distribuidora de gas natural, que genera valor a sus accionistas y demás grupos de interés, con altos estándares de seguridad, calidad de servicio, prácticas de clase mundial y globalmente responsable, que busca la satisfacción del cliente, la máxima cobertura posible y cuenta con un equipo humano comprometido, innovador y eficiente.	La distribución está enfocada a llevar el gas natural desde un punto a otro y distribuirlo por redes en las ciudades hasta la conexión a las viviendas luego, es complementada por la actividad de comercialización, la cual se encarga de la facturación, cobranza, atención de reclamos, entre otras actividades comerciales.	Contugas debería denominarse: somos una distribuidora y comercializadora de gas natural.....

Fuente: Adaptado de “Reporte de progreso 2012” por Contugas, 2012.
Elaboración propia.

Tabla 7. Análisis de la Visión de Contugas

Visión	Análisis de la Visión	Recomendación
Ser en el año 2024 la empresa distribuidora de gas natural con mayor cobertura geográfica en Perú, con presencia en otros países de América Latina y reconocida por sus altos estándares de calidad del servicio y prácticas de clase mundial.	Se debe considerar que la visión al 2024 solo se proyecta al término de su primer periodo regulatorio, sin embargo, analizando el contexto actual de la industria de gas natural, la concesión de Lima y Callao operada por Cálida es más grande en extensión, clientes y consumo que la de Ica, y no existen ofertas de concesiones por parte de Pro Inversión como para ostentar ser la empresa con mayor cobertura geográfica.	Se recomienda ampliar el tiempo establecido en la Visión y adicionar la frase: distribuidora y comercializadora de gas natural.

Fuente: Adaptado de “Reporte de progreso 2012” por Contugas, 2012.
Elaboración

propia.

b. Análisis de la estructura orgánica de Contugas

Al cierre del año 2017, Contugas registró 201 colaboradores, los cuales están distribuidos acorde a la estructura orgánica mostrada en la Figura 8.

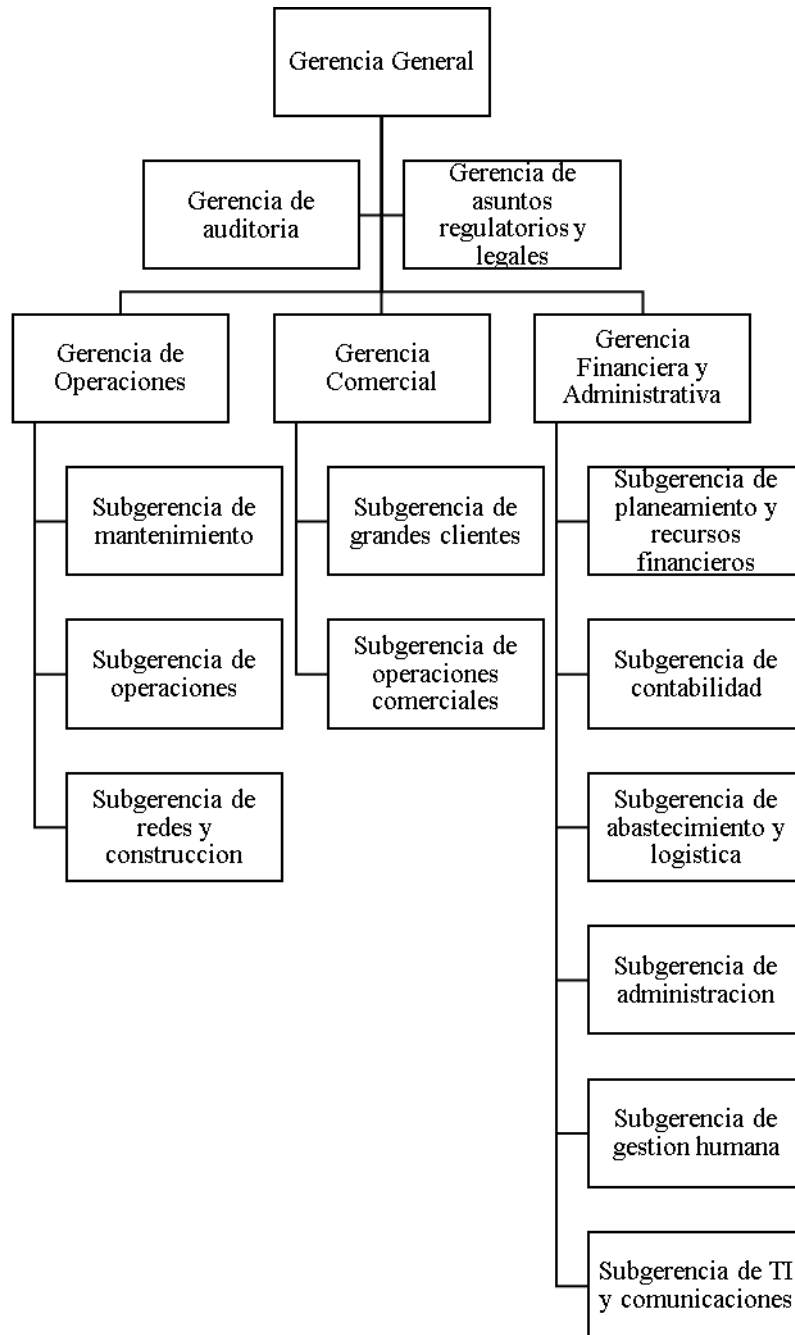


Figura 8. Estructura orgánica de Contugas

Fuente: Adaptado de “Informe de gestión sostenible 2017” por Contugas, 2017.
Elaboración propia.

Asimismo, la estructura orgánica mostrada se sustenta en base a las categorías laborales de colaboradores que se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Categorías Laborales de Colaboradores de Contugas

Categoría	Puesto
Alta Gerencia	▪ Gerente
Gerencia Media	▪ Sub Gerentes
Jefatura	▪ Supervisores ▪ Coordinadores
Profesionales	▪ Analista Senior / Analista
Soporte	▪ Asistente / Auxiliar / Técnico
Practicantes	▪ Practicante

Fuente: Adaptado de “Informe de gestión sostenible 2017” por Contugas, 2017.
Elaboración propia.

Contugas ha permitido la generación de un mercado de gas natural en el departamento de Ica, beneficiando considerablemente a sus usuarios en cuanto a ahorro, protección del medio ambiente y seguridad.

Los clientes de Contugas son usuarios residenciales, comerciales, vehiculares e industriales; sin embargo, la presente tesis se ha diseñado para su uso en el sector residencial. En la Tabla 9, según información de la página web de Contugas, se muestran los beneficios y usos del gas natural en dicho sector.

Tabla 9. Beneficios y Usos del Gas Natural en el Sector Residencial Según Contugas

Beneficios	Características
Beneficios / Usos	▪ Cocción de alimentos ▪ Calentar agua (terma)
Comodidad	▪ Disponible las 24 horas los 365 días del año ▪ Se evita salir de la vivienda a comprar gas GLP ▪ Permite mayor espacio en la cocina por ausencia del balón
Seguridad	▪ El gas natural llega a las viviendas por tuberías, por lo que ya no se está expuesto a la presencia de un balón de gas GLP ▪ Al ser más liviano que el GLP, ante una eventual fuga, se disipa rápidamente por las rejillas de ventilación
Ahorro	▪ Se obtiene ahorro significativo con respecto a otros combustibles ▪ Al contar con el medidor en la vivienda, solo paga el gas que consume mensualmente
Ecológico	▪ El gas natural contribuye al cuidado de la salud y medio ambiente porque es una energía limpia y menos contaminante que el GLP
Revalorización	▪ Al contar con gas natural en la vivienda, el predio adquiere mayor valor

Fuente: adaptado de <http://www.contugas.com.pe/clientes/quienes-son-nuestros-clientes>
Elaboración propia.

2.2.5 Distribución de gas natural por ductos en el departamento de Ica

Según la página web de Contugas, El *sistema de distribución de gas natural por red de ductos del departamento de Ica* está compuesto por redes troncales y redes ramales de acero y polietileno (ver Anexo 2).

En Humay, Pisco, se recibe el gas proveniente del yacimiento de Camisea e inicia el sistema de distribución para el departamento de Ica, este sistema cuenta con válvulas de seguridad, que en caso de presentarse alguna contingencia se cierran de manera automática y reportan su estado al Centro de Control.

Existen ramales que a través de city gates, estaciones que miden, reducen y regulan la presión del gas natural; abastecen de gas natural a Chincha, Pisco, Ica, Nazca y Marcona a presiones controladas. (ver Figura 9 y Anexo 2)



Figura 9. Sistema de distribución de gas natural por red de ductos en el departamento de Ica

Fuente: Tomado de “resumen ejecutivo 2017, Contugas”

<http://www.contugas.com.pe/huella-sostenible/modelo-de-desarrollo-sostenible/informe-de-gestion-sostenible/informe-de-sostenibilidad>

Existen válvulas de seccionamiento a lo largo de las redes longitudes mayores a 24 km. En caso de fugas u otras emergencias, las válvulas bloquean automáticamente las secciones del gasoducto en donde haya ocurrido el incidente (ver Figura 10). Dentro de la ciudad se realiza el tendido de redes externas en las calles, que a su vez conectan con las redes internas las cuales permiten abastecer de gas natural a los usuarios finales.

Las redes externas se instalan en las principales pistas y bermas de las zonas urbanas, asegurando la cobertura de la red y el suministro de gas natural. La construcción de estas redes se encuentra autorizada por las municipalidades y es coordinada con las demás empresas de servicios públicos (luz y agua) para prevenir accidentes ante eventuales cruces de tuberías y redes.

La construcción del sistema de distribución de gas natural comenzó en enero de 2012 y concluyó en abril de 2014. Cuenta con la certificación de Enbridge Technology, organización internacional especializada en la construcción y operación de gasoductos de transporte y distribución, y posee todas las autorizaciones de Osinergmin.

Tiene una capacidad de 250 Millones de Pies Cúbicos Diarios (MMPCD), que permite atender a un número amplio de clientes industriales, comerciales y domiciliarios en todos los niveles de presión requeridos: 56 Bar, 19 Bar y 5 Bar.



Figura 10. Elementos de seguridad del sistema de distribución de gas natural en el departamento de Ica
Fuente: Tomado de “Reporte de progreso 2012” por Contugas, 2012.

a. Recepción del gas natural en Humay

Humay, pequeña localidad en Pisco por donde pasa el gran gasoducto que llega desde Camisea y enrumba hacia Lima, es estratégica en esta red departamental, pues allí se ha construido un centro operacional capaz de movilizar 302 MMPCD con una presión de entrada máxima de 153 Bar y mínima de 70 Bar, y salida de 56 Bar; desde el cual parte una tubería troncal de alta presión de 38 kilómetros (km) hacia Pisco y otra de 220 km hacia Marcona.

b. Distribución de gas natural en Chincha

En Chincha, la distribución de gas natural se hace desde un centro operacional, inaugurado en julio del 2013 y con una capacidad de 44 MMPCD con presión de entrada de 100 Bar y salida de 19 Bar. Éste abastece a la población mediante red de tuberías de acero de 24 km y otra de polietileno de 138 km.

c. Distribución de gas natural en Pisco

En Pisco (en el 2012 fue la primera ciudad del departamento de Ica con acceso al gas natural), se ha construido un city gate con capacidad de 128 MMPCD con una presión de entrada de 56 Bar y salida de 34.5 Bar, que alimenta una red de tuberías de acero de 14 km y otra de polietileno de 148 km.

d. Distribución de gas natural en Ica

Del ducto que transporta el gas natural hasta Marcona se derivan dos ramales: uno que lo lleva a la capital departamental, Ica, y otro a Nazca. El city gate de Ica tiene una capacidad de 32.93 MMPCD con una presión de entrada de 56 Bar y salida de 34.5 Bar, distribuye el gas por una red de tuberías de acero de 11 km y otra de polietileno de 424 km.

En este city gate es factible la instalación de una estación de compresión para el abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa.

e. Distribución de gas natural en nazca

En la ciudad de Nazca, el gas es distribuido desde un city gate con capacidad de 4.32 MMPCD con una presión de entrada de 56 Bar y salida de 19 Bar, el cual conecta con una tubería de polietileno de 38 km de largo.

AL igual que el city gate de Ica, desde aquí también es factible el abastecimiento de GNC, a pesar de la diferencia de presiones de salida, existe tecnología que permite comprimir gas natural a bajas presiones.

f. Distribución de gas natural en Marcona

En San Juan de Marcona ello ocurre con un centro operacional de 34.5 MMPCD con una presión de entrada de 56 Bar y salida de 19 Bar, y una tubería similar a la de Nazca.

En el informe *Masificación del uso del gas natural a nivel nacional: informe de avance mensual julio 2017* de la División de Supervisión Regional de Osinergmin (2017), se informa que a julio de 2017 Contugas ha instalado 339 km de ductos de acero y 975 km de polietileno.

2.2.6 Sistemas virtuales de distribución de gas natural

La importancia del transporte de gas natural por medios móviles se genera a partir de la existencia de consumidores potenciales de gas natural alejados de los sistemas de ductos de transporte y distribución cuya demanda requiere ser atendida por medios no convencionales.

Estas nuevas formas de transporte permiten superar los problemas de ausencia de redes y atender la demanda de estos potenciales consumidores, en tanto se desarrollen los sistemas de ductos siempre que sean técnica y económicamente viables.

Ormeño et al. (2014) definieron que los sistemas móviles de transporte terrestre de gas natural, también conocidos como gasoductos virtuales, deben ser usados en distancias relativamente cortas empleando camiones especialmente acondicionados.

Asimismo, Tamayo et al. (2014) determinaron que para seleccionar la tecnología de transporte virtual se debe considerar factores como el volumen de gas natural a transportar y la distancia entre el punto de origen y destino. Es así que para una demanda hipotética de 9 MMPCD, la elección del transporte de GNC por vía terrestre es la alternativa más eficiente si la distancia es menor a 600 kilómetros, tal como se muestra en la Figura 11.

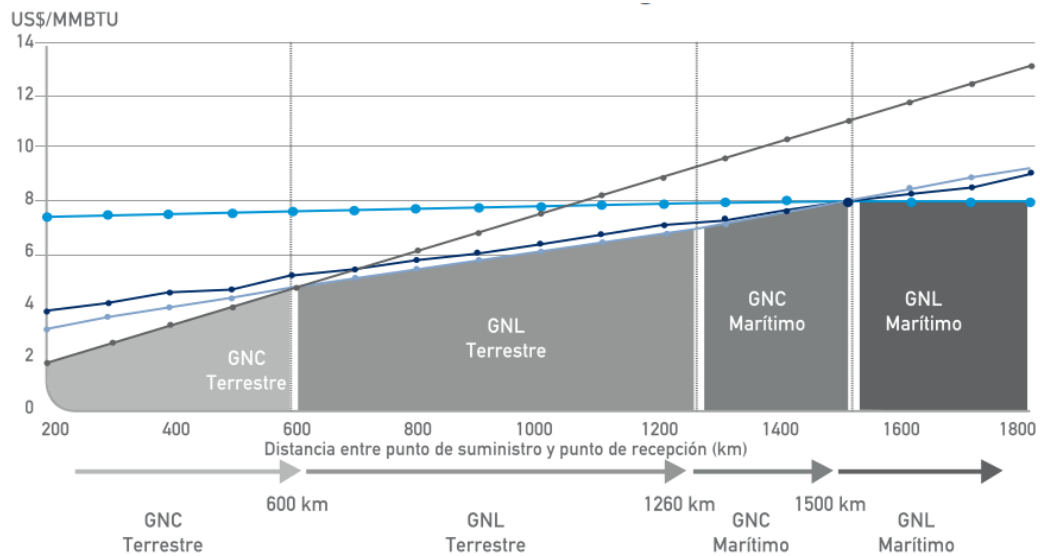


Figura 11. Costo medio de sistemas de transporte virtual de gas natural

Fuente: Tomado de “La industria del gas natural en el Perú: a diez años del proyecto Camisea” por Tamayo et al. 2014.

2.2.7 Gas Natural (GN)

El gas natural (GN) es una mezcla de hidrocarburos gaseosos que se encuentran en yacimiento fósiles, está compuesto principalmente por metano (alrededor de 90%) asociado a otros gases como nitrógeno, etano, dióxido de carbono, propano y butano, entre otros. Esta composición hace que el gas natural sea un combustible más limpio que los derivados del petróleo.

En el informe técnico *el gas natural y sus diferencias con el GLP*, la GART de Osinergmin (2015), definió que el gas natural proveniente de los yacimientos de Camisea es la materia prima para la obtención de gas natural seco a través del proceso de separación. Asimismo, se estableció que el gas natural seco es la materia prima que

se transporta por los ductos de TGP para ser distribuido en las concesiones de Lima e Ica (ver Figura 12).

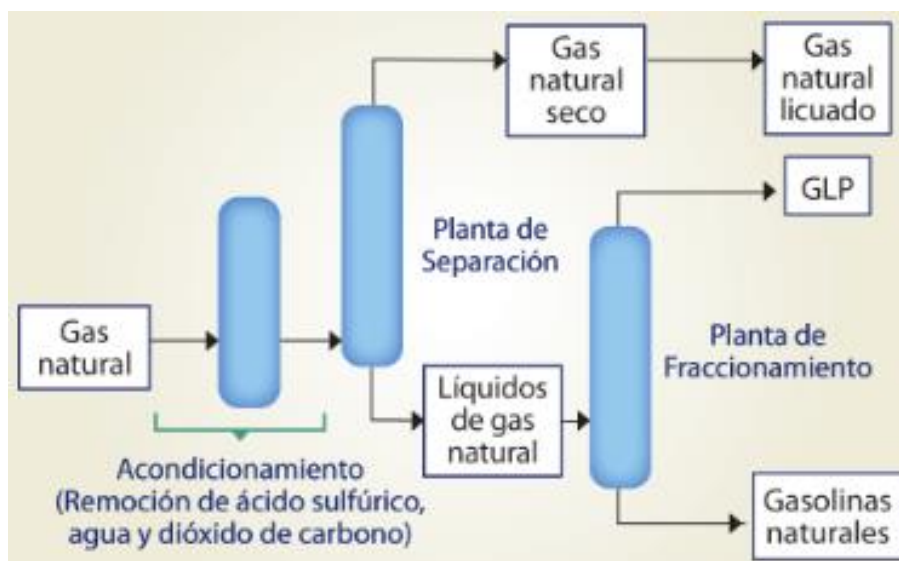


Figura 12. Procesamiento y derivados del gas natural

Fuente: Tomado de “El gas natural y sus diferencias con el GLP” por Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria, 2015.

El gas natural distribuido en la concesión de Ica es proveniente del yacimiento Camisea y presenta las características físico-químicas que se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10. Características Físico Químicas del Gas Natural

Propiedad	Gas Natural
Composición	90% Metano (CH ₄)
Gravedad específica (vapor)	0.60
Poder Calorífico	9200 kcal/m ³ (*)
Presión de Suministro	21mBar (**)
Estado Físico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gaseoso sin límite de compresión ▪ Líquido a -160°C y a presión atmosférica
Color – Olor	Incoloro - Inodoro

Fuente: Tomado de “El gas natural y sus diferencias con el GLP,” por Gerencia Adjunta de Regulación tarifaria de Osinergmin, 2015.

Nota 1: (*) kcal/m³: 1 Kilo Calorías por m³ = 4.18684 x 10³ J/m³

Nota 2: (**) mBar: (Mili Bar): milésima parte del Bar

De igual manera, en la Figura 13 se muestra la cadena de suministro del gas natural en el Perú.

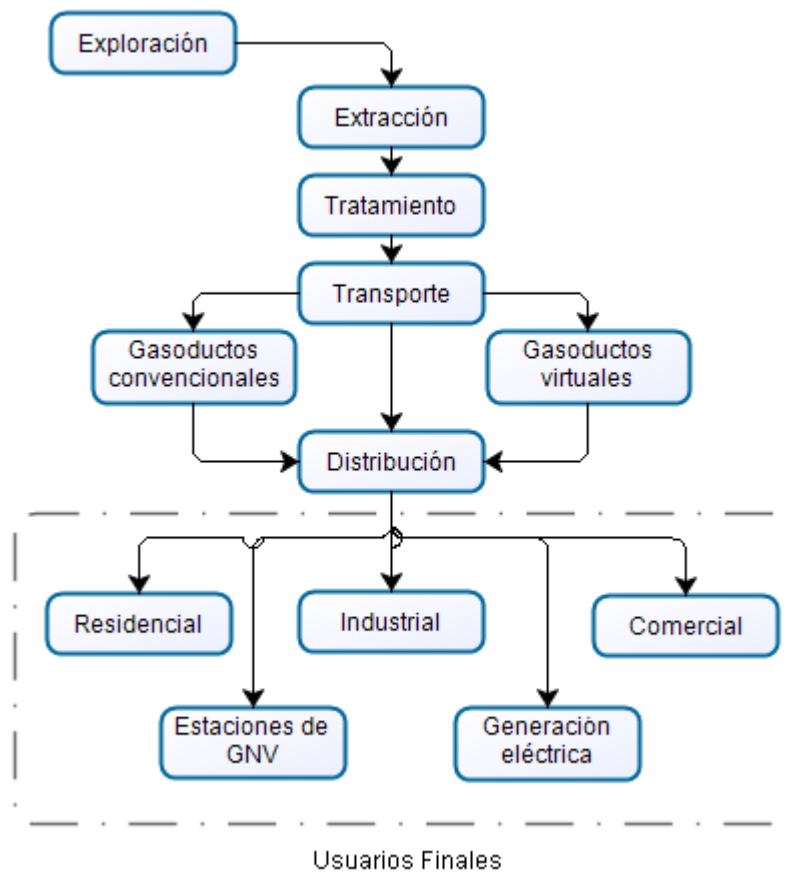


Figura 13. Cadena de suministro del gas natural en el Perú

Fuente: Adaptado de “Masificación del gas natural en el Perú: hoja de ruta para acelerar su desarrollo” por Ormeño et al (2012).
Elaboración propia.

Asimismo, en el informe *el gas natural y sus diferencias con el GLP* de la GART de Osinergmin (2015), se definen las siguientes características del gas natural:

- **Suministro:** El gas natural se distribuye a los consumidores finales a través de tuberías subterráneas o redes de ductos, sin embargo, es posible distribuirlo como GNC a través de gasoductos virtuales en lugares donde las poblaciones estén alejadas a las redes de acero.
- **Color y Olor:** En su estado natural el gas natural es incoloro e inodoro, sin embargo, para ser distribuido a los consumidores finales se le agrega un aditivo denominado agente odorante – mercaptano – el cual permite su detección ante eventuales fugas.

- **Peso:** El gas natural es más liviano que el aire, sus gravedades específicas son 0.60 y 1.00 respectivamente; este hecho permite que ante posibles fugas se disipe rápidamente en el ambiente.
- **Auto ignición (autoencendido):** El gas natural necesita llegar a una temperatura de 537°C para estallar.
- **Combustión:** La combustión del gas natural da lugar a una llama de color azul bien definido, cuando los quemadores (hornillas y sopletes) y el suministro (cocina) funcionan correctamente. Por el contrario, las llamas amarillas, anaranjadas o rojizas son señal de una mala combustión.

El gas natural es un combustible económico y versátil que se emplea como fuente energética en diferentes actividades a nivel residencial, comercial e industrial (ver Tabla 11); o como insumo para la obtención de otros productos, como en el caso de la petroquímica.

Tabla 11. Usos Energéticos del Gas Natural

Sector	Aplicación / Proceso	Sustitutos
Generación eléctrica	Centrales térmicas, cogeneración eléctrica	Carbón, fuel oil
Industrial	Fundición de metales, hornos de fusión, industria del cemento, de alimentos; generación de vapor, cerámica y artesanía, tratamientos térmicos, etc.	Carbón, fuel oil, leña, querosene, electricidad.
Comercial / residencial	Refrigeración, aire acondicionado, cocción de alimentos, agua caliente y calefacción.	GLP, carbón, querosene, leña, electricidad.
Transporte	Taxis, transporte público	Petróleo, gasolina, GLP, Diesel.

Fuente: Tomado de “La industria del gas natural en el Perú: A diez años del proyecto Camisea” por Tamayo et al. 2014
Elaboración propia.

La aplicación del gas natural en el presente estudio está vinculada a su uso energético en el sector residencial, básicamente en la cocción de alimentos.

2.2.8 Gas Licuado de Petróleo (GLP)

El gas licuado de petróleo (GLP) es un combustible fósil que se obtiene del petróleo o del gas natural. Está compuesto principalmente por gases pesados como propano y butano los cuales a bajas presiones se convierten en líquido rápidamente (ver Tabla 12).

Tabla 12. Características Físico Químicas del Gas Licuado de Petróleo

Propiedad	Gas Natural
Composición	60% Propano 40% Butano
Fórmula Química	C ₃ H ₈ C ₄ H ₁₀
Gravedad específica (vapor)	Entre 1.56 y 2.05
Poder Calorífico	22,244 kcal/m ³ 6,595 kcal/l 11,739 kcal/kg
Presión de Suministro	21mBar (**)
Estado Físico	Líquido a 20°C con presión manométrica de 2.5 Bar
Color – Olor	Incoloro - Inodoro

Fuente: Tomado de “El gas natural y sus diferencias con el GLP,” por Gerencia Adjunta de Regulación tarifaria de Osinergmin, 2015.

Elaboración propia.

La GART de Osinergmin en su informe *el gas natural y sus diferencias con el GLP (2015)*, define que el GLP es un hidrocarburo que se obtiene del proceso de refinación del petróleo y del fraccionamiento de los líquidos de gas natural (ver Figura 12). El GLP se maneja y comercializa en estado líquido y cuando es usado como combustible lo hace en estado gaseoso.

El GLP es almacenado en cilindros en estado líquido a presión, para su posterior suministro a los consumidores finales. Para su uso residencial, se conectan a los gasodomésticos de las viviendas a través de una manguera y un regulador.

Por esta versatilidad en la distribución por balones del GLP y su aplicación en las actividades domésticas, es el primer energético sustituto del gas natural, el cual debe suministrarse en estado gaseoso por medio de redes. En la Figura 14 se presenta la cadena de suministro del GLP en el Perú.

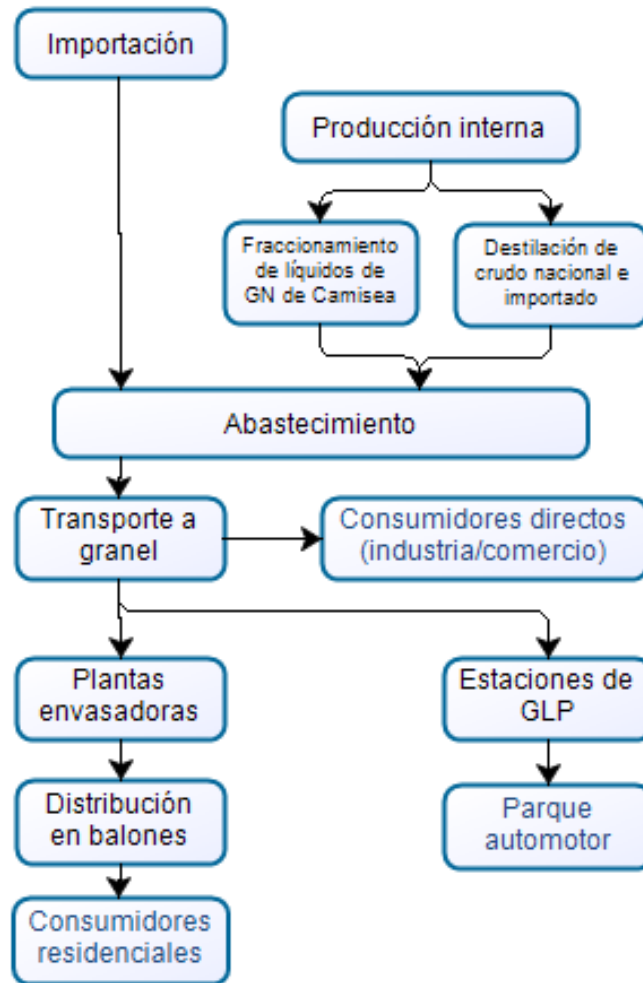


Figura 14. Cadena de Suministro del gas licuado de petróleo en Perú

Fuente: Adaptado de “Masificación del gas natural en el Perú: hoja de ruta para acelerar su desarrollo” por Ormeño et al (2012).
Elaboración propia.

2.2.9 Gas Natural Comprimido (GNC)

El gas natural comprimido (GNC) es gas natural odorizado sometido a compresión en una estación de compresión, a una presión máxima de trabajo de 250 Bar, para luego ser almacenado, transportado y comercializado. (NTP 111.031, 2008, p.5)

Asimismo, la GART de Osinergmin en su informe *Sistemas de transporte y distribución en el Perú (2015)* define que esta tecnología permite almacenar gas natural a altas presiones, de manera que pueda ser transportado en camiones a las poblaciones que quedan lejos de un gasoducto y cuando no es viable económicamente la construcción de un gasoducto.

Los macro procesos de un sistema de transporte y distribución de GNC que moviliza el combustible desde la estación de compresión hasta los usuarios finales (industrial, vehículos, residencias y comercios) son los que se muestran en la Figura 15.

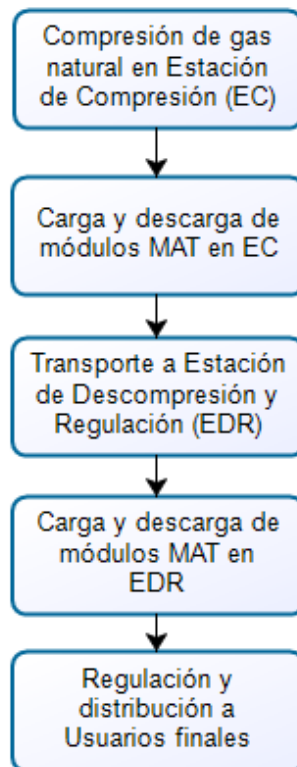


Figura 15. Diagrama de bloques del proceso de abastecimiento de GNC

Fuente: Adaptado de “Sistemas de Transporte y Distribución de Gas natural en el Perú,” por Gerencia Adjunta de Regulación tarifaria de Osinergmin, 2015.
Elaboración propia.

A continuación, se describen los macroprocesos plasmados en la Figura 15.

a. Compresión del gas natural en Estación de Compresión

En una estación de compresión, un compresor es conectado a un gasoducto físico existente, comprime el gas natural y almacena dentro de los módulos de almacenamiento y transporte (MAT), los cuales están ubicados sobre plataformas de almacenamiento y carga (PAC) que permiten el llenado e intercambio de módulos de manera segura y eficiente (ver Figura 16).

b. Carga y descarga de MAT en Estación de Compresión y Estación de Regulación

El tráiler de transporte VST intercambia sus MAT vacíos por los llenos de la PAC, apoyado por máquinas ST que permiten el intercambio. Esta operación se realiza en la Estación de Compresión (EC) y en la Estación de Descompresión y Regulación (EDR); tal como se muestra en la Figura 16.

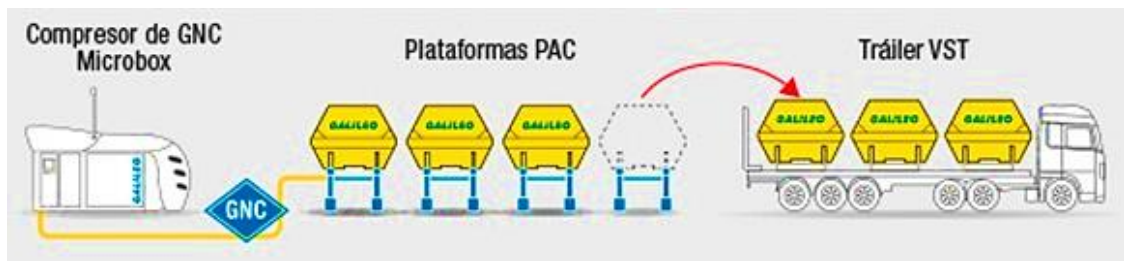


Figura 16. Compresión, carga y descarga de GNC

Fuente: Tomado de <http://www.galileoar.com/historias/el-gasoducto-virtual-de-galileo-mejora-la-calidad-de-vida-en-bulgaria/>

c. Transporte del GNC hacia la Estación de Descompresión y Regulación

El tráiler VST transporta los MAT llenos de gas natural comprimido por carretera hacia sus destinos (EDR) a velocidades comunes, generalmente 60 km por hora; estos módulos están anclados al tráiler para hacer seguro el transporte.

Finalmente, una vez intercambiados los MAT llenos por los vacíos, el camión de transporte retorna a la EC con los MAT vacíos.

d. Regulación y distribución de gas natural a usuarios

En la EDR, desde donde se distribuye a los centros de consumo, los MAT han sido descargados en plataformas de almacenamiento y descarga (PAD), los cuales son conectados a una planta reguladora de presión para finalmente abastecer a los clientes residenciales.

2.2.10 Componentes del sistema de abastecimiento de GNC

En el informe *Sistemas de transporte y distribución de gas natural en el Perú* de la GART de Osinergmin (2015), se establece que la distribución de Sistemas de Transporte y Distribución de Gas natural en el Perú se divide en cinco etapas específicas: Compresión, carga y descarga (se realiza dos veces: la primera en la EC y la segunda en la EDR), transporte y regulación (ver Figura 17).

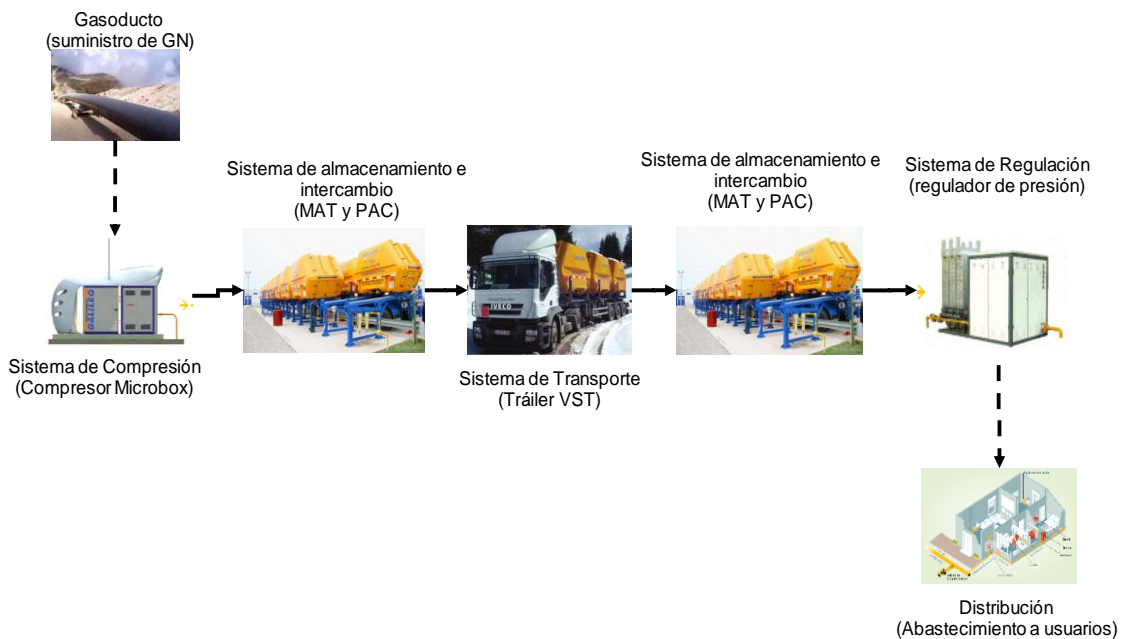


Figura 17. Diagrama del proceso de abastecimiento de GNC

Fuente: Adaptado de “Sistemas de Transporte y Distribución de Gas natural en el Perú,” por Gerencia Adjunta de Regulación tarifaria de Osinergmin, 2015.

Elaboración propia.

Asimismo, Uyasaba (2011) establece que la manipulación de GNC tiene riesgos si no se cumple estrictamente las normas de seguridad y utilizando equipos garantizados por fabricantes certificados y de reconocida trayectoria en la industria del gas natural.

Un sistema de abastecimiento de GNC está conformado por los siguientes componentes: sistema de compresión, sistema de almacenamiento e intercambio, sistema de transporte, sistema de regulación y sistema de monitoreo.

a. Sistema de Compresión

Su principal componente es el compresor o unidad compresora, que a su vez es considerado la parte más importante en la distribución del GNC, ya que es la pieza fundamental, de mayor costo y el que más problemas puede ocasionar por un mal diseño y operación. La instalación, mantenimiento y operación de los compresores y demás equipos deben cumplir con los procedimientos establecidos en la NTP 111.031.2008.

Existen diversas alternativas de conexión de la estación compresora, y cada una de ellas requiere la operación de un compresor determinado.

- Gasoductos existentes: redes principales y secundarias
- Pozos de producción o yacimientos
- Plantas de tratamiento de gas natural
- Estaciones de GNC, entre otros.

En general, es recomendable conectar el compresor a una presión de entrada de entre 2 y 17 Bar, y mejor aún a la salida de un city gate existente, ya que en estos casos las presiones son estables y se evitan costos de odorización.

Para aumentar la presión desde 2 a 250 Bar se requiere de una unidad compresora que contiene los siguientes componentes: el conjunto motor-compresor, tanque compensador de presión, filtro de entrada, sistema de enfriamiento, sistema de recolector de condensados, tablero eléctrico, sistema de seguridad de gases y alarmas, y almacenamiento interno.

Actualmente, la empresa GALILEO, original de Argentina con sede en Perú, ofrece tecnología que permite succionar gas natural a bajas presiones. Por tal motivo para el desarrollo de la tesis se optó por emplear un compresor Microbox. En las Tablas 13 y 14 se detallan las características técnicas del compresor.

Según la página web de GALILEO, un paquete de compresión Microbox es intrínsecamente seguro y no necesita cerco de concreto, es un equipo único y bajo una única habilitación (ver Figura 18).

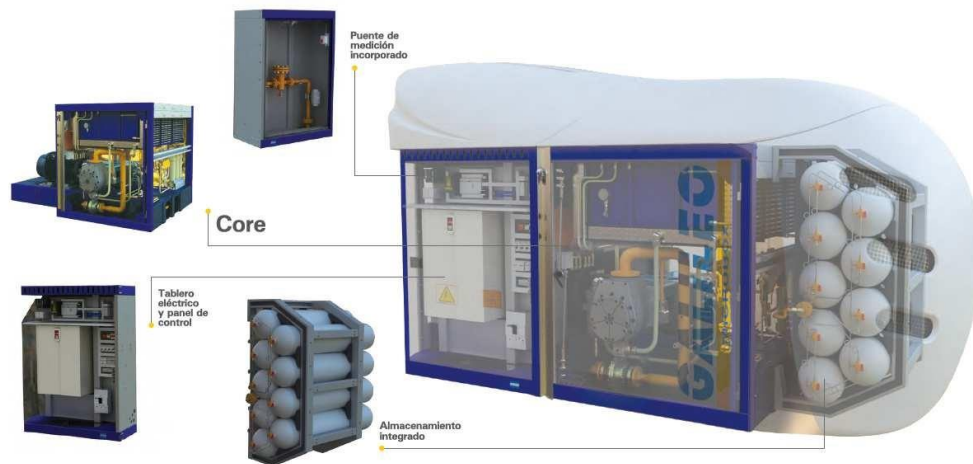


Figura 18. Compresor Microbox

Fuente: Tomado de <https://www.galileoar.com/compresores-gnc-gnv/microbox/>

Tabla 13. Características Técnicas de un Compresor Microbox

Características	Descripción
Modelo	MXS 185
Presión de succión mínima / máxima	2 - 19 Bar
Presión de almacenamiento de GNC	250 Bar
Capacidad de almacenamiento de GNC	1200 m ³ /Hr
Potencia eléctrica (motor)	220 kW
Frecuencia / Tensión	60 Hz / 380- 440 V

Fuente: Adaptado de “Microbox: Documentación técnica” por Galileo.ar. Obtenido de <https://www.galileoar.com/compresores-gnc-gnv/microbox/>

Elaboración propia.

Tabla 14. Características de Succión y Entrega de un Compresor Microbox

Características	Presión mínima	Presión de trabajo	Presión máxima
Presión de succión	2.00	5.00	19.00
Presión de entrega	255	255	255
Flujo	613 Sm ³ /h	1,039 Sm ³ /h	1,252 Sm ³ /h
Potencia	113 kW	163 kW	188 kW
Consumo promedio	0.184 kW.Hr/Sm ³	0.157 kW.Hr/Sm ³	0.150 kW.Hr/Sm ³
Capacidad		1200 m ³ /Hr	

Fuente: Adaptado de “Microbox: Documentación técnica” por Galileo.ar. Obtenido de <https://www.galileoar.com/compresores-gnc-gnv/microbox/>

Elaboración propia.

Dependiendo de la cantidad de horas de trabajo al año, el costo de energía eléctrica anual se calcula de la siguiente manera:

Costo electricidad anual = (capacidad de almacenamiento) x (Horas al año) x (consumo promedio) x (costo electricidad) = $(\text{m}^3/\text{Hr}) \times (\text{Hr}/\text{año}) \times (\text{kW.Hr}/\text{m}^3) \times (\text{S}/\text{kW.Hr})$

- **El conjunto motor-compresor.** Aumenta en tres etapas la presión del gas desde la presión mínima de 2 Bar hasta la presión requerida para su almacenamiento, generalmente 250 Bar. Aun cuando el motor puede ser de gas o eléctrico, por facilidades de manejo y precio se recomienda el motor eléctrico.

El compresor es del tipo recíprocante (ver Figura 19), separable y de accionamiento directo con una capacidad de 1200 m³ por hora.

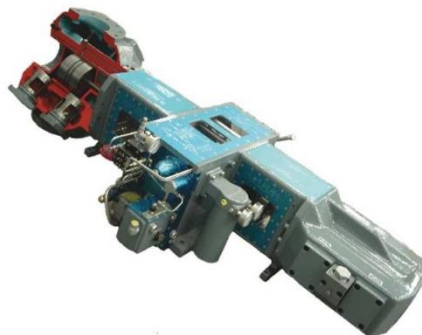


Figura 19. Compresor recíprocante

Fuente: Tomado de <https://www.galileoar.com/compresores-gnc-gnv/microbox/>

- **El tanque compensador.** Sirve para suministrar en forma estable el gas que va a ser comprimido y lograr una operación continua.
- **El filtro de entrada.** Sirve para eliminar sólidos e impurezas que contenga el gas natural. Del buen funcionamiento de este componente depende el comportamiento apropiado del elemento de regulación y los demás elementos del proceso. Son del tipo de malla con algodón prensado.
- **Sistema de enfriamiento.** Durante el proceso de compresión se genera calor que es necesario eliminar mediante el sistema de enfriamiento que opera sobre las diferentes etapas del gas que se está comprimiendo.

- **Tanque de recuperación.** los condensados que se producen se van recogiendo y se almacenan en este tanque.
- **Tablero eléctrico.** Conforman el sistema de arranque para el motor y las protecciones y controles de la parte eléctrica.
- **El sistema de seguridad de gas y alarmas.** Contiene todos los instrumentos, válvulas e indicadores que permiten una operación segura y facilitan la operación de la unidad.
- **El sistema de almacenamiento propio del compresor.** Está compuesto por varios cilindros conectados entre sí, con sus válvulas de seguridad e instrumentos de medición (ver Figura 20).

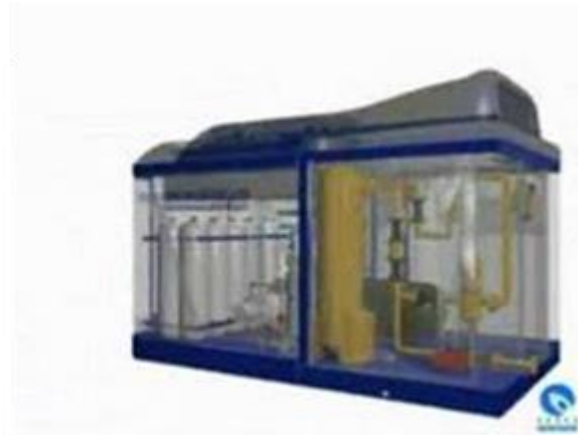


Figura 20. Sistema de almacenamiento propio del compresor

Fuente: Tomado de <https://www.galileoar.com/compresores-gnc-gnv/microbox/>

A la salida del sistema de compresión se ubica la tubería de las torres de llenado que permite conectar el o los MAT que serán transportados a las estaciones de regulación. Las torres de llenado son estructuras metálicas que tienen válvulas de cierre y mangueras para dos alimentadores de MATs (ver Figura 21).



Figura 21. Torres de llenado de GNC en módulos MAT

Fuente: Fotografía tomada en Estación de Servicio “El Óvalo”.

b. Sistema de Almacenamiento e intercambio

Para transportar el GNC se utilizan cilindros o tanques de acero, conectados entre sí, los cuales se llenan en la estación compresora a 250 Bar, de acuerdo a la norma técnica vigente NTP 111.031.2008.

Las baterías del almacenamiento están compuestas por cilindros de acero, montados sobre un bastidor de acero o una cubierta modular (MAT), con las siguientes válvulas individuales de seguridad: válvula esférica manual de bloqueo general de salida, válvulas de exceso de flujo, válvula de seguridad por sobre presión y tuberías de interconexión en acero inoxidable.

- **Cilindros.** Los cilindros pueden ubicarse en posición vertical u horizontal. En ambos casos la totalidad de las válvulas y accesorios de maniobras posibilitan su operación desde el perímetro de la batería. Los cilindros de GNC son fabricaciones de acero 34 CrMo sin costura para el almacenamiento de gas natural a presiones entre 200 y 250 Bar, con un espesor de pared entre 7 y 9 mm. Son probadas a 310 Bar con una presión de rotura de 350 Bar (ver Figura 22).

Sus longitudes y diámetros oscilan entre 1,5 m y 360 mm respectivamente, almacenando un volumen de 38.5 m³ de GNC. El peso de cada cilindro oscila alrededor de los 110 kg.

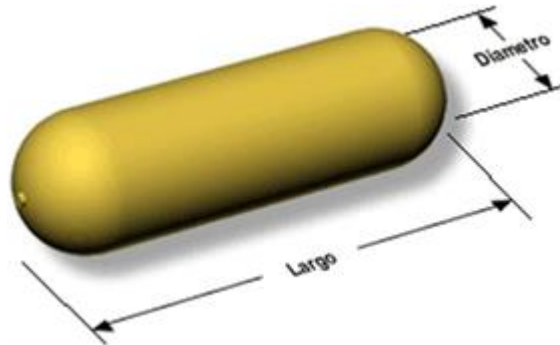


Figura 22. Cilindro de almacenamiento de GNC

Fuente: Tomado de <https://www.galileoar.com/compresores-gnc-gnv/microbox/>

- **Tubería de alta presión.** Comunican los cilindros de almacenamiento entre sí. Las tuberías de alta presión están diseñadas para conducir GNC y soportar presiones hasta de 900 Bar sin sufrir fallas en su estructura; fabricada en acero inoxidable o acero al carbono con baño galvanizado, de una pieza y sin costuras, normalmente tienen un espesor de pared entre 1 y 1,5 mm y un diámetro exterior de 6 mm.
- **Manómetro.** El manómetro sensor mide la presión del interior del cilindro, conocido como manómetro de resorte, con una tolerancia de más o menos 5 Bar. Esta graduada en dos escalas con una escala máxima de carga de 400 Bar. Pueden venir provistos con sensores los cuales transmitan en forma de señal eléctrica la cantidad de carga restante en el cilindro, estos sistemas pueden ser del tipo óptico o inductivo.
- **Módulo de Almacenamiento y Transporte (MAT).** Es el componente principal del sistema de almacenamiento, cada MAT puede almacenar GNC a una presión entre 200 y 250 Bar y están diseñados para resistir todo tipo de impactos. Son transportados sobre un tráiler VST especialmente diseñado para una manipulación ágil y segura en todo tipo de caminos. Cuentan con dispositivos de seguridad de clase mundial (ver Tabla 15 y Figura 23).

Tabla 15. Características Técnicas de un Módulo de Almacenamiento y Transporte

Características	Descripción
Modelo	MAT 200/250 – 39
Certificados de seguridad y calidad	NAG-E-406 / NTP 111.031 ISO 9809-1/2 / IRAM 2526
Presión nominal de carga	200 / 250 Bar
Cantidad de cilindros	39
Dispositivo de seguridad	Tapón fusible por alta temperatura y corte por exceso de flujo
Capacidad hidráulica por cilindro	150 litros
Capacidad hidráulica máxima	5850 litro
Capacidad de almacenamiento de GNC	1350 / 1560 m ³
Peso vacío	7.5 a 8.2 Ton
Dimensiones	Largo/alto/ancho 3,226/2,280/2,560

Fuente: Adaptado de “Microbox: Documentación técnica” por Galileo.ar. Obtenido de <https://www.galileoar.com/compresores-gnc-gnv/microbox/>
Elaboración propia.



Figura 23. Módulo de almacenamiento y transporte

Fuente: Tomado de <https://www.galileoar.com/compresores-gnc-gnv/microbox/>

- Plataformas.** La Plataforma de Almacenamiento y Carga (PAC) y plataforma de Almacenamiento y Descarga (PAD) presentan una estructura autoportante, diseñada y construida en acero. Tiene una tubería específicamente dimensionada para la capacidad de consumo y cuenta con válvulas, sensores y accesorios de operación (ver Tabla 16 y Figura 24).

En la estación de carga y descarga se colocan tantas plataformas como MAT existan, más una plataforma libre como mínimo. En la Estación de Compresión, los MAT se llenan sobre las PAC para posteriormente ser intercambiadas por los MAT vacíos; la acción inversa se realiza en la Estación de Descompresión y Regulación.

Tabla 16. Características Técnicas de una Plataforma de Almacenamiento y Carga y Plataforma de Almacenamiento y Descarga

Características	Descripción
Modelo	PAC / PAD
Certificados de seguridad y calidad	NAG-E-406 / NTP 111.031
Estructura / Material / Tratamiento	Autoportante / acero comercial / anticorrosivo Tubo 1" y 1 ½" ASTM A179
Elementos de seguridad	Válvulas, sensores y accesorios de operación y control
Dimensiones	Largo 1500 mm Alto 1350 mm Ancho 1760 mm

Fuente: Adaptado de "Microbox: Documentación técnica" por Galileo.ar. Obtenido de <https://www.galileoar.com/compresores-gnc-gnv/microbox/>
Elaboración propia.



Figura 24. Estructura de una PAC y PAD

Fuente: Tomado de <https://www.galileoar.com/compresores-gnc-gnv/microbox/>

c. Sistema de Transporte

El transporte consiste en llevar mediante un camión los módulos MAT llenos de GNC desde la Estación de Compresión (EC) hasta la Estación de Descompresión y Regulación (EDR) para su posterior descompresión, regulación y distribución por red.

Posteriormente se realiza el recojo de los MAT vacíos en la EDR y retorna hasta la EC para el llenado e iniciar nuevamente el ciclo de transporte. Dependiendo de la cantidad de MAT, en un viaje se pueden atender una o más EDR. Los sistemas de transporte

pueden contar con capacidad para 2, 3, 4 u 8 MAT permitiendo distintas configuraciones en función de la demanda.

EL tráiler VST está conformado por un tracto camión que emplea como combustible GNC o Diesel, la plataforma VST que a su vez contiene a las máquinas ST encargadas de cargar y descargar los MAT en las PAC y PAD (ver Figuras 25 y 26)



Figura 25. Tráiler VST para dos MAT

Fuente: Tomado de <https://www.galileoar.com/compresores-gnc-gnv/microbox/>

Asimismo, las ventajas que ofrece este tipo de transporte son los siguientes:

- Seguridad y confiabilidad durante el transporte
- Facilidad de rapidez y carga de MAT en las PAC y PAD
- Flexibilidad en cuanto a capacidad de transporte (escalabilidad)
- Versatilidad del tracto camión para todo tipo de carreteras



Figura 26. Intercambio de MAT con máquinas ST

Fuente: Tomado de <https://www.galileoar.com/compresores-gnc-gnv/microbox/>

d. Sistema de Descompresión y Regulación

Está compuesto por la estación de descompresión y regulación (EDR), donde se descargan los MAT llenos y se reduce la presión del GNC mediante una planta reguladora para entregar gas natural a presión estable a la red de distribución.

Según la página web de GALILEO, dicha planta reguladora está compuesta por los siguientes equipos: unidad de almacenamiento, regulación, calentamiento, medición, filtración, odorización, toma de muestras, tele comando y limpieza (ver Figura 27).

- La unidad de almacenamiento corresponde a los MAT que son cargados en la estación compresora y descargados en las plataformas PAD, suministran GNC a 250 Bar.
- El equipo de regulación reduce la presión del GNC mediante válvulas para entregar gas natural a presión estable a la red de distribución. La descompresión se hace por etapas: regulación primaria de 250 Bar a 17 Bar, y si no existe red primaria de distribución, regulación secundaria de 17 Bar a 4 Bar de presión.
- El equipo de calentamiento sirve para compensar el enfriamiento que se presenta con la expansión del gas y su necesidad depende de la demanda y de la temperatura ambiente.
- El equipo de medición permite conocer la cantidad de gas entregada.

- El equipo de filtración elimina humedad, solidos e impurezas que puede contener el GNC.
- La odorización permite darle un olor característico para conocerlo cuando hay escapes de gas natural. Si la compresión se hace con gas odorizado no se requiere tener este equipo en la planta reguladora.

En la EDR, a cada MAT le corresponde un módulo de descompresión, pero se pueden conectar hasta cuatro MAT en paralelo utilizando un módulo de descompresión.

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de gas se requiere que siempre esté disponible un MAT de reserva lleno, de tal forma que antes de terminarse el MAT principal, el suministro asuma el MAT de reserva. Esta reserva depende de la distancia a la EC, de tal forma que se garantice que la reserva puede abastecer mientras llegue el vehículo transportador.



Figura 27. Estación de descompresión de GNC

Fuente: Tomado de <https://www.galileoar.com/compresores-gnc-gnv/microbox/>

e. Sistema de monitoreo

Está conformado por un sistema SCADA que se utiliza para monitorear y gestionar el desarrollo de los gasoductos virtuales. Desde una estación remota se pueden controlar compresores, módulos, reguladores y demás componentes. Hay un seguimiento constante del trayecto de los camiones que permite preparar la llegada a cada estación para minimizar los tiempos y optimizar el trabajo.

2.2.11 Distribución de GN por redes de ductos en las ciudades

Una vez regulada la presión del gas natural en la EDR, este debe suministrarse a través de redes de distribución urbanas que son sistemas de tuberías destinados al abastecimiento de gas natural a una o varias comunidades, comprendidas entre la estación receptora (city gate o EDR) y los medidores de consumo de las instalaciones individuales de los usuarios finales (ver Figura 28).

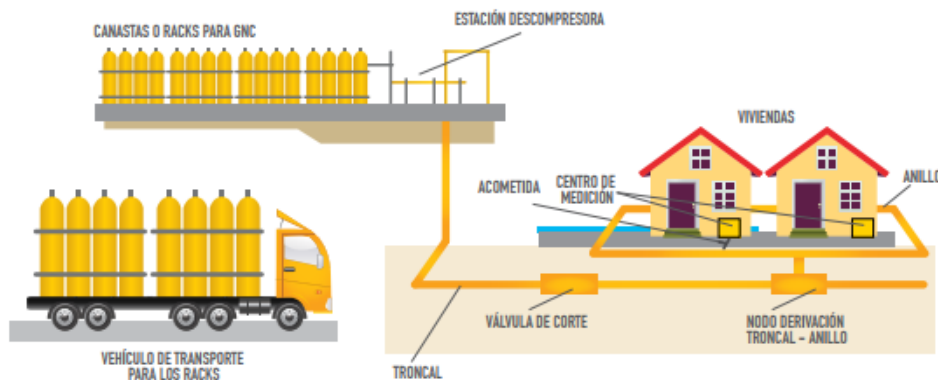


Figura 28. Sistema de distribución de Gas Natural por Ductos

Fuente: Tomado de “La industria del gas natural en el Perú: A diez años del proyecto Camisea” por Tamayo et al. 2014

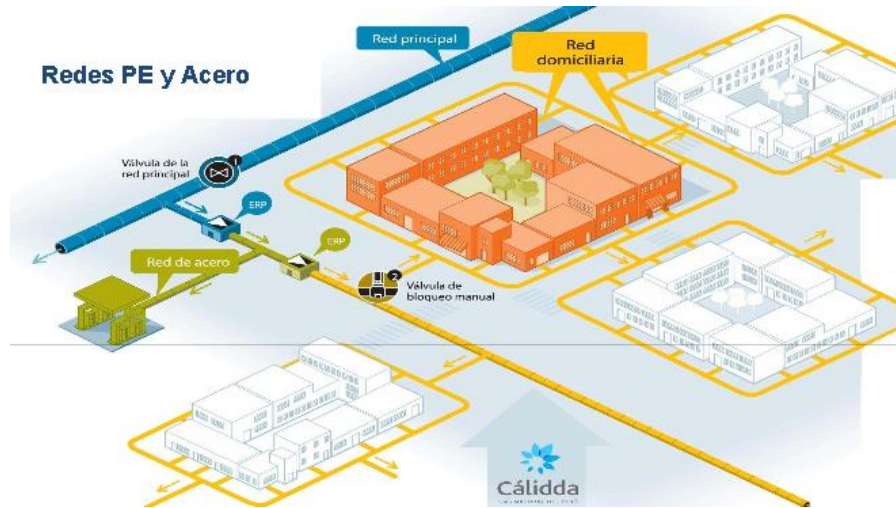
Una red de distribución de gas natural está integrada por los siguientes componentes:

a. Red troncal.

Conjunto de tuberías y accesorios debidamente articulados que constituyen el sistema de distribución a través del cual circula el gas por vías y zonas públicas del Municipio. La función de la red troncal es conducir el gas desde la EDR hasta las redes urbanas y los anillos de distribución. Se utiliza tubería de acero o polietileno de media y/o alta presión. Los diámetros usados comúnmente varían entre uno y cuatro pulgadas.

b. Red urbana.

Se entiende por red urbana la infraestructura compuesta por las líneas troncales, los anillos, al igual que las instalaciones internas necesarias para llevar el gas combustible hasta los usuarios finales (ver Figura 29).



1. Señalización
2. Movilización
3. Apertura
4. Tendido
5. Tapado
6. Restauración



Figura 29. Tendido de redes urbanas de gas natural

Fuente: Cálidda (imagen arriba) y Contugas (imagen abajo)

Nota: La imagen de la izquierda muestra el esquema general de las redes urbanas y la de la derecha muestra las obras civiles que se realizan para tender las redes en las calles

Para realizar el tendido de redes en las calles, el concesionario debe coordinar sus actividades y permisos con la municipalidad y otras entidades que presten servicios públicos por redes subterráneas, para evitar accidentes por fugas y/o explosiones. Las tuberías deben ser enterradas a una altura mínima de 0.61 m siguiendo un procedimiento de seguridad que se muestra en la Figura 30.

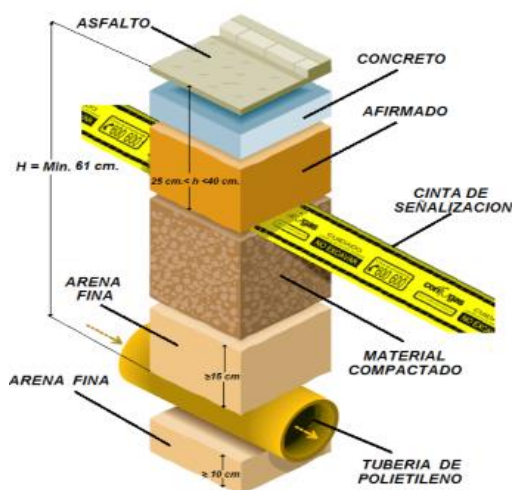


Figura 30. Procedimiento de tapada de redes de gas natural

Fuente: Cálidda

c. Anillos de distribución.

Parte del sistema de distribución conformada por tuberías que se derivan de las redes troncales y urbanas formando mallas o circuitos cerrados. Los anillos de distribución tienen como fin entregar el gas a los usuarios finales, llevándolo desde la troncal hasta la acometida de cada vivienda (ver Figuras 28 y 29).

d. Acometida Domiciliaria.

Es el elemento de la conexión domiciliaria que une la tubería de conexión con la red interna del domicilio del consumidor y permite controlar y medir el flujo del gas natural. La acometida tiene como componentes: el medidor, los equipos de regulación, la caja de protección, los accesorios y las válvulas de protección (ver Figura 31). La acometida está sujeta a un costo que es regulado por Osinergmin y que es asumido por el Usuario en favor del concesionario.

e. Derecho de conexión

Es aquel que adquiere el interesado para acceder al suministro de gas natural dentro del área de concesión, mediante un único pago al concesionario el cual es obligatorio y no reembolsable. Este monto es regulado por Osinergmin e incluye el costo de la tubería de conexión (ver Figura 31).

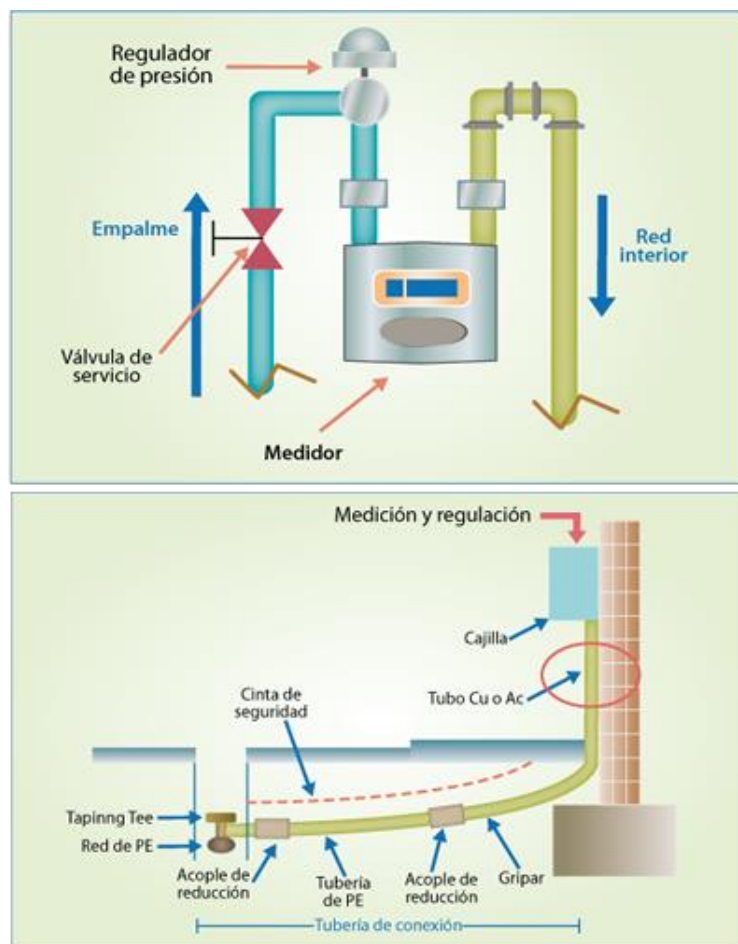


Figura 31. Acometida domiciliar y derecho de conexión

Fuente: Tomado de http://srvgart07.osinerg.gob.pe/webdgn/contenido/con_gas_nat_domiciliaria.html

Nota: Imagen izquierda, componentes de acometida domiciliar; imagen derecha, tubería de conexión.

f. Instalación Interna.

Es el elemento de la conexión domiciliar, constituido por tuberías, válvulas de protección, acoples y elementos de control, que une la acometida con los diferentes artefactos a gas natural instalados en el domicilio del consumidor. La instalación interna o red interna se estructura e instala según las preferencias del usuario y puede ser a la vista (tubería expuesta) o empotrada (tubería dentro de la pared), tal como se muestra en la Figura 32.



Figura 32. Instalación Interna de Gas Natural

Fuente: Calidda

Nota: La acometida incluye el medidor, los equipos de regulación, la caja de protección, los accesorios y las válvulas de protección.

El costo de la instalación interna es de libre mercado, y solo pueden ser realizadas por instaladores registrados en el *Registro de Instaladores* de Osinergmin. Dicho costo varía de acuerdo a los artefactos que desea conectar al gas natural (puntos de conexión). Existen empresas instaladoras propias de la Concesionaria y empresas independientes, ambas registradas en Osinergmin que realizan este tipo de servicios.

Asimismo, en la Figura 33 se muestra el diagrama típico de una instalación interna aprobada por Osinergmin.

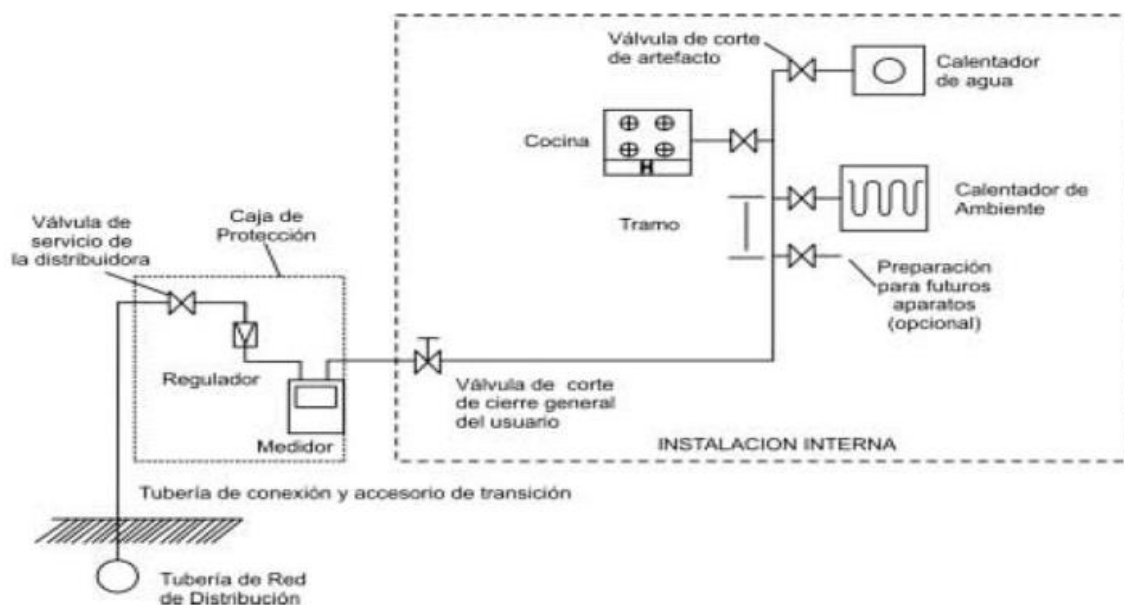


Figura 33. Diagrama típico de una Instalación Interna de Gas Natural

Fuente: Osinergmin

2.2.12. Lecciones aprendidas de la masificación del GN en el Perú.

a. Masificación del gas natural en Lima y Callao e Ica

Según Ormeño et al. (2012), convertir una vivienda, que actualmente consume GLP, al gas natural implica lo siguiente:

- Que previamente se ha realizado en tendido de redes y anillos de distribución en las manzanas (calles) de las ciudades. Para lo cual, entre otros, ha implicado el empleo de mano de obra desde profesionales especializados hasta obreros como: instaladores IG1, IG2, IG3; obreros civiles y ayudantes.
- Que se tiene que realizar la instalación interna de tuberías en la vivienda para permitir el consumo de gas natural, lo cual también implica el empleo de mano de obra como: instaladores IG1, IG2, IG3; obreros civiles y ayudantes.
- Que se tienen que habilitar dichas instalaciones, lo cual requiere de personas mayor capacitadas como instaladores IG1, IG2 e IG3.

i. Personal para la Instalación interna

De la descripción anterior, se observa que la intervención de instaladores especializados es preponderante para el abastecimiento de gas natural a través de cualquiera de sus modalidades como GNC y GNL. Por ello se considera un recurso cuello de botella para el proyecto que se plantea en la tesis. El requerimiento de obreros civiles y de apoyo no se considera cuello de botella porque solo requiere experiencia mas no alguna formación académica.

Según lo establecido en la Norma Técnica Peruana 111.011 y en el Decreto Supremo 042-99-EM y sus modificaciones, los instaladores de gas natural están capacitados para:

- IG1: Técnico de gas natural a nombre de la nación.
Capacitado para Habilitar, construir, reparar y mantener cualquier tipo de instalaciones internas residenciales y/o comerciales de gas natural, hasta un consumo de 50,000 Kcal/hr (200,000 BTU/hr o 60 Kw o 4 m³/día).
- IG2: Bachiller de ingeniería mecánica, civil, industrial y/o ramas afines.
Capacitado para habilitar, construir, reparar y mantener cualquier tipo de instalaciones internas residenciales y/o comerciales de gas natural sin límite de consumo.
- IG3: Profesional de ingeniería mecánica, civil, industrial y/o ramas afines.
Capacitado para habilitar, diseñar, construir, reparar, mantener o modificar cualquier tipo de instalaciones internas residenciales, comerciales y/o industriales de gas natural.

En la Figura 34 se muestra la evolución de los Instaladores de gas natural registrados en Osinergmin. Se observa que a septiembre del 2018 existen 2,929 instaladores IG1 a nivel nacional, de los cuales 1,434 pertenecen al departamento de Lima.

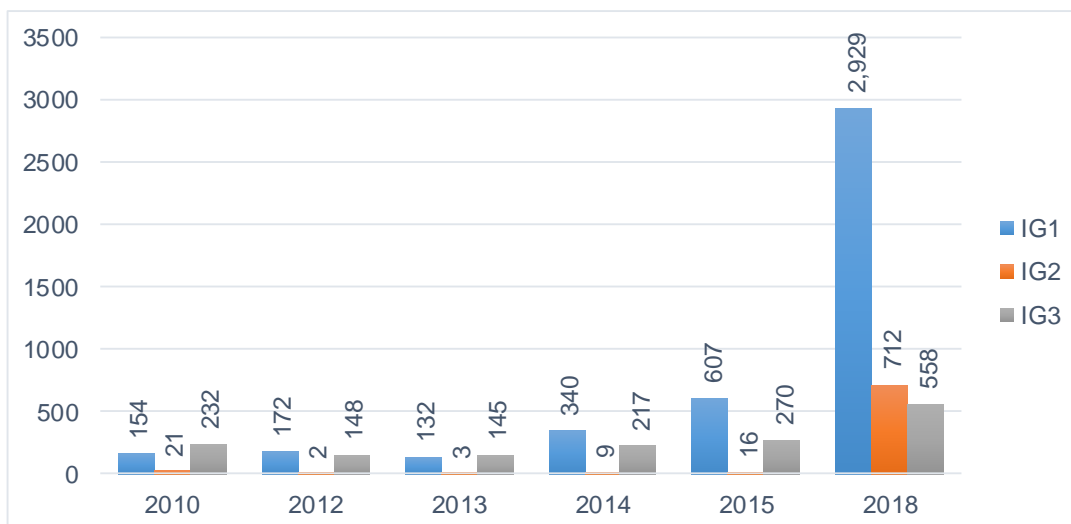


Figura 34. Evolución de instaladores de gas natural registrados en Osinermin

Fuente: Registro de Instaladores de Osinermin a septiembre 2018

Elaboración propia.

Asimismo, a setiembre de 2018, se tienen 111 instaladores IG1 registrados en Osinermin pertenecientes al departamento de Ica (ver Figura 35).

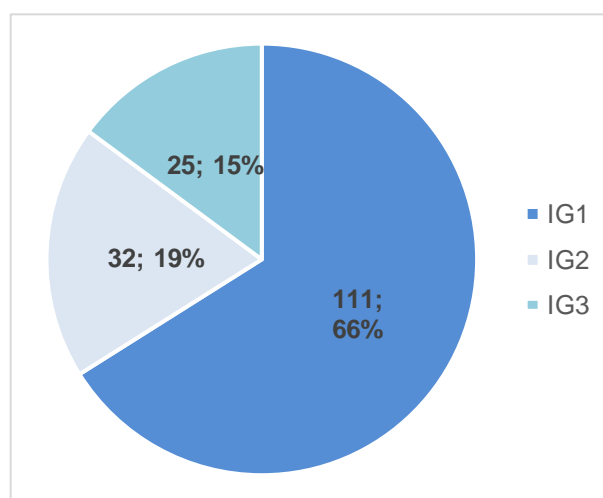


Figura 35. Instaladores de gas natural IG1 registrados en Osinermin

Fuente: Registro de Instaladores de Osinermin a septiembre 2018

Elaboración propia.

En el estudio *Apoyo para la determinación de los costos de las instalaciones internas para concesiones de distribución* de INCONSEMTI SAC, 2014; a solicitud de Osinermin, se determinaron los tiempos y cantidad de personas que intervienen en una instalación interna empotrada o a la vista (ver Tabla 17).

Tabla 17. Características de la Ejecución de Instalaciones Internas en Lima, Callao e Ica

Tipo instalación	Instalación empotrada		Instalación a la vista		Concesión
	01 artefacto (cocina)	02 artefacto (Cocina y terma)	01 artefacto (cocina)	02 artefacto (Cocina y terma)	
Tiempo (Hr.)	5.17	7.42	4.67	6.50	Lima y Callao
Productividad (II*/mes)	37.14	25.88	41.11	29.54	Lima y Callao
Productividad (II*/año)	445.68	310.56	493.32	354.48	Lima y Callao
Tiempo (Hr.)	7.42	NA	5.92	NA	Ica
Productividad (II*/mes)	25.88	NA	32.43	NA	Ica
Productividad (II*/año)	310.56	NA	389.16	NA	Ica

Fuente: Adaptado de “Apoyo para la determinación de los costos de las instalaciones internas para concesiones de distribución” de INCONSEMTI SAC, 2014

(NA) No analizado, (II) Instalación interna, (*) La productividad se calcula en base a 8 horas día, 6 días a la semana y 24 días al mes.

Elaboración propia.

Asimismo, según INCONSEMTI SAC, las cuadrillas que componen los equipos de instalación de redes internas son:

En Lima: la cuadrilla se compone de cinco personas

- Dos supervisores que asisten a ocho cuadrillas, uno para el trabajo de instalación y otro para el uso de equipos de protección personal.
- Un técnico instalador IG1
- Dos asistentes, uno para la instalación interna y otro para obra civil.

En Ica: la cuadrilla se compone de tres personas

- Un supervisor que asiste a tres cuadrillas
- Un técnico instalador IG1
- Un asistente del instalador

Según los datos antes descritos, se estima que en Ica en la actualidad la productividad de los instaladores sea equivalente a la de Lima (instalación empotrada). Por lo tanto, se prevé realizar 445 instalaciones internas empotradas al año (para un artefacto); con ello se demuestra capacidad operativa para realizar las instalaciones internas en la provincia de Palpa.

Asimismo, en la Tabla 18 se muestra un diagrama de actividades múltiples donde se detallan todas las actividades que se ejecutan para una instalación interna, asimismo se consideran sus tiempos (horas hombre).

Tabla 18. Diagrama de Actividades Múltiples de una Instalación Interna de Gas Natural

	Actividades	Tiempo de la actividad (Horas-Hombre)		
		Supervisor	Instalador	Ayudante
1	Entrevista y diseño del trazado de la instalación interna con el propietario	0.25	0.25	
2	Charla de seguridad a los técnicos	0.17	0.17	0.17
3	Corte de piso del predio con amoladora	0.25	0.36	
4	Perforación de pared o techo con taladro percutor			0.42
5	Picados paredes, vigas y columnas rotomartillo			0.42
6	Reparación de tuberías de agua y luz dañados en corte y picado		0.15	0.15
7	Limpieza de desmonte			0.12
8	Tendido de tubería PEALPE 2025 del medidor al punto de derivación por 12 metros		0.20	0.20
9	Colocación de válvula general 2025 con accesorios (tubería PEALPE 2025 y conector metter).		0.08	
10	Colocación de tapa de válvula 2025.			0.08
11	Colocación de accesorio de reducción 2025/1216.		0.08	
12	Tendido de tubería PEALPE 1216 desde la reducción hasta la llave de válvula 1216 del artefacto por 6 metros.		0.20	0.20
13	Fijación de abrazaderas en tuberías PEALPE.		0.20	0.20
14	Colocación de válvula 1216 con accesorios.		0.17	
15	Tendido de tubería PEALPE 1216 desde la llave de válvula 1216 hasta el adaptador de codo de 1/2 x 1216 (cachimbo) por 1 metro.		0.17	
16	Colocación del adaptador del codo de 1/2 x 1216 (Cachimbo).		0.08	
17	Enterrado del PEALPE de gabinete al ingreso del predio.			0.20
18	Resane de pared y pisos del trazado.			0.20
19	Colocación de manguera flexible al gasodoméstico.		0.20	
20	Cálculo de espacio confinado.		0.17	
21	Corte y picado para colocación de rejillas de ventilación.			0.20
22	Colocación de rejillas de ventilación (2 rejillas).			0.20
23	Limpieza general de la zona de trabajo.			0.25
24	Prueba de hermeticidad.		0.30	
25	Elaboración de Isométrico con listado final de materiales.		0.30	
Total		5.17		

Fuente: Adaptado de “Apoyo para la determinación de los costos de las instalaciones internas para concesiones de distribución” de INCONSEMTI SAC, 2014
Elaboración propia.

ii. Personal para la instalación de acometidas y mantenimiento.

El personal para la instalación de acometidas y mantenimiento (revisiones quinquenales) es personal del Concesionario (Contugas). El costo de cada uno de ellos ya está reconocido en la tarifa vigente. Por tal motivo si se conectan a usuarios de la provincia de Palpa, estos pagarían estos costos en sus recibos mensuales.

Cabe precisar que al igual que las personas que realizan las instalaciones internas, el personal para las acometidas también debe ser instaladores IG1, IG2 e IG3.

b. Masificación del gas natural en el norte, centro y sur

En cuanto a la distribución de gas natural a través de gasoductos virtuales para uso residencial, en la Tabla 19 se detallan las concesiones dadas por el estado:

Tabla 19. Distribución de Gas Natural con Gasoductos Virtuales

VARIABLES	CONCESIÓN NORTE	CONCESIÓN SUR OESTE	CIUDADES ALTO ANDINAS
Modalidad	GNL	GNL	GNC
Concesionario	Gases del Pacífico SAC	Gas Natural Fenosa SA	Graña Montero Petrolera SA
Dación de la Buena Pro	25/07/2013	25/07/2013	16/07/2013
Plazo de concesión	21 años	21 años	10 años
Abastecimiento de GN	GNL de Pampa Melchorita	GNL de Pampa Melchorita	Ducto TGP
Público objetivo	Chimbote, Huaraz, Trujillo, Pacasmayo, Cajamarca, Chiclayo y Lambayeque. (7)	Arequipa, Moquegua, Ilo y Tacna. (4)	Abancay, Andahuaylas, Huamanga, Huanta, Huancavelica, Huancayo, Jauja, Cusco, Juliaca y Puno. (10)
Compromiso (usuarios residenciales)	150,137	64,000	GNV / GNR
Tiempo (años)	5 (2016 – 2020)	7 (2016-2022)	10
Inversión	US\$ 145 MM	US\$ 60 MM	US\$ 14.5 MM
Avance a 09/2018	89%	90%	0%

Fuente: Adaptado de “Sistemas de transporte y distribución en el Perú, 2015” por Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria de Osinergmin, 2015.

Elaboración propia.

Según Osinergmin, las tres concesiones aún no han entrado en operación comercial, sin embargo, se sabe que la concesión de las ciudades alto andinas ha sido anulada debido a

problemas de corrupción del concesionario. Si bien la concesión Norte y Sur Oeste aun no tienen usuarios conectados, ya se ha venido desarrollando el mercado de instaladores, tal como se muestra en la Tabla 20.

Tabla 20. Instaladores de Gas Natural en el Ámbito de la Concesión Norte y Sur Oeste

Departamento	IG1	IG2	IG3	Total
Ancash	15	1	1	17
Cajamarca	28		2	30
La Libertad	27	2	16	45
Lambayeque	46		2	48
Piura	1		3	4
▪ Sub total Concesión Norte	117	3	24	144
Arequipa	28	38	12	78
Moquegua		1	2	3
Tacna	4	1	3	8
▪ Sub total Concesión Sur Oeste	32	40	17	89

Fuente: Registro de Instaladores de Osinergmin a septiembre 2018

Elaboración propia.

2.2.13. Ingeniería de un sistema de abastecimiento de GNC

Se realizó en función al gas natural (GN) y gas natural comprimido (GNC).

a. Stakeholders de la industria del GN y GNC

Se investigó la normativa nacional y se determinó que las principales instituciones involucradas en la industria del gas natural son las que se presentan en la Figura 36.

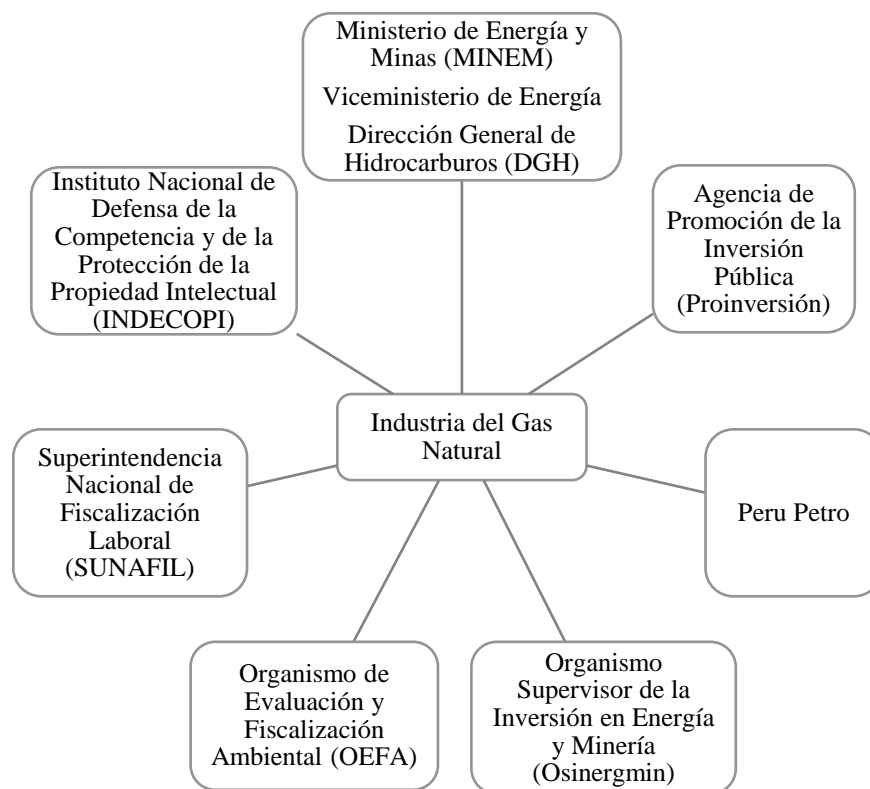


Figura 36. Stakeholders de la Industria del Gas Natural en el Perú

Fuente: Adaptado de “La industria del gas natural en el Perú: A diez años del proyecto Camisea” por Tamayo et al. 2014.

Elaboración propia.

En la Tabla 21 se muestra la relación entre los roles de los stakeholders con respecto a las etapas de la industria del gas natural.

Tabla 21. Relación entre Roles de los Stakeholders y Etapas de la Industria del Gas Natural en Perú

Rol de entidades / Actividades	Exploración y Explotación	Transporte y Distribución	Comercialización
Ente Normativo	MINEM	MINEM	MINEM
Promoción de la Inversión	Pro Inversión	Pro Inversión	Pro Inversión
Contratante	Perupetro	MINEM	
Supervisión del contrato	Perupetro	Osinerghmin	
Regulación de tarifas		Osinerghmin	
Supervisión y fiscalización			
a. Normas técnicas y de seguridad	Osinerghmin	Osinerghmin	Osinerghmin
b. Normas ambientales	OEFA	OEFA	OEFA
c. Normas de seguridad y salud ocupacional	Sunafil	Sunafil	Sunafil
Supervisión de la libre competencia			Indecopi

Fuente: Adaptado de “La industria del gas natural en el Perú: A diez años del proyecto Camisea” por Tamayo et al. 2014

Elaboración propia.

En cuanto a la aplicación directa del abastecimiento de GNC a un centro de consumo, los stakeholders involucrados en el proceso son los que se muestran en la Tabla 22.

Tabla 22. Stakeholders de un Sistema de Abastecimiento de Gas Natural Comprimido

Stakeholder GNC	Función
Concesionario	Es la entidad encargada de distribuir gas natural por red de ductos, de construir las redes locales y demás instalaciones para la prestación del servicio público de gas natural.
Agente Habilitado GNC	Según Osinergmin, es toda persona natural, jurídica, consorcio u otra modalidad contractual, autorizada por la DGH e inscrita en el registro de hidrocarburos de Osinergmin para realizar las actividades de comercialización de GNC. Es responsable por la operación de las estaciones de compresión, estaciones de carga de GNC y estaciones de regulación, en instalaciones propias o contratadas.
Municipalidad	Es la municipalidad local que interviene otorgando los permisos necesarios para realizar las actividades de tendido de redes en las calles de su jurisdicción.
Empresas Instaladoras	Son las empresas que a través de operadores especializados (instaladores) realizan el tendido de las redes de gas natural tanto externa (en las calles) como interna (en las viviendas). Dichas empresas están registradas en el Registro de Instaladores de Osinergmin.
Proveedor de equipos te tecnología GNC	Empresas con sede en Perú o el extranjero de quienes se podrá obtener los equipos necesarios para el abastecimiento de GNC como: Compresor, PAC, MAT, Tráiler VST, PAD, Estación Reguladora, etc.
Empresas de servicio de agua	Empresas locales con quienes se coordina las actividades del tendido de redes ya que sus instalaciones también son instaladas a nivel subterráneo.

Elaboración propia.

b. Análisis normativo de la industria del GN y GNC

Las normas que promueven y facilitan la industria del gas natural y en específico la del GNC se resumen en la Tabla 23.

Tabla 23. Normas que Promueven la Industria del Gas Natural Comprimido

Norma	Descripción
Ley 25962	Ley Orgánica del Sector Energía y Minería
Ley 26221	Ley Orgánica que norma las actividades de Hidrocarburos
Ley 27133	Ley de promoción de desarrollo de la industria del gas natural. Establece las condiciones específicas para la promoción del desarrollo de la industria del gas natural, fomentando la competencia y propiciando la diversificación de las fuentes energéticas que incrementen la confiabilidad en el suministro de energía y la competitividad del aparato productivo del país.
Ley 29496	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.
Ley 29706	Ley de Facilitación de Conexiones Domiciliarias del Servicio Público de Distribución de Gas Natural.
Decreto Supremo 040-99-EM	Reglamento de la ley de promoción de desarrollo de la industria del gas natural. Contiene un glosario de términos, normas sobre explotación de las reservas probadas de gas natural, la comercialización del gas natural, la garantía de red principal, las tarifas base de la red principal y las tarifas reguladas de la red principal.
Decreto Supremo 042-99-EM	Reglamento de distribución de gas natural por red de ductos. Norma la actividad del servicio público de distribución de gas natural por red de ductos, procedimientos para otorgar concesiones, fijar tarifas, normas de seguridad y normas sobre protección del ambiente, disposiciones sobre la autoridad competente de regulación, así como las normas vinculadas a la fiscalización.
Decreto Supremo 040-2008-EM	Texto Único Ordenado del reglamento de distribución de gas natural por red de ductos. Compila, de forma ordenada y cronológica, la normatividad de la actividad del servicio público de distribución de gas natural por red de ductos.
Decreto de Urgencia 045-2002-EM	Fideicomiso para la garantía de red principal. Establece la aplicación de la garantía otorgada por el estado peruano para el transporte y distribución del gas natural del proyecto Camisea.
Decreto Supremo 057-2008-EM	Reglamento de Comercialización de gas natural comprimido (GNC) y gas natural Licuefactado (GNL)
Decreto Supremo 033-2013-EM	Modifican el Texto Único Ordenado del Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos aprobado mediante Decreto Supremo 040-2008-EM y emiten otras disposiciones

Fuente: Adaptado de “La industria del gas natural en el Perú: A diez años del proyecto Camisea” por Tamayo et al. 2014
Elaboración propia.

c. Diagrama de procesos del abastecimiento de gas natural en Lima, Callao e Ica

Con el soporte del software modelador de procesos *Bizagi Modeler*, se elaboró los diagramas de procesos para el abastecimiento de gas natural por red de ductos, desde su etapa inicial de exploración en los yacimientos de Camisea hasta su consumo por los usuarios finales.

El proceso es similar tanto para la concesión de Lima y Callao (Calidda) como para Ica (Contugas), sin embargo, por ser objeto de la tesis, se analiza a profundidad el abastecimiento de gas natural en Ica (ver Figura 37).

De la Figura 37 se deduce que tanto Calidda como Contugas reciben el gas natural seco en el city gate de Humay. Desde allí, cada concesionario, a través de sus ductos transportan el gas natural hasta las distintas ciudades de la concesión para iniciar la distribución y comercialización de gas natural a los usuarios finales.

Asimismo, en la Figura 38 se muestra el diagrama del proceso de abastecimiento de gas natural a un nivel detallado, desde la recepción del gas natural en el city gate de Humay hasta el consumo de gas natural por los usuarios finales.

El proceso marcado en rojo es el que se reemplazó para la propuesta de abastecimiento mediante GNC a la provincia de Palpa.

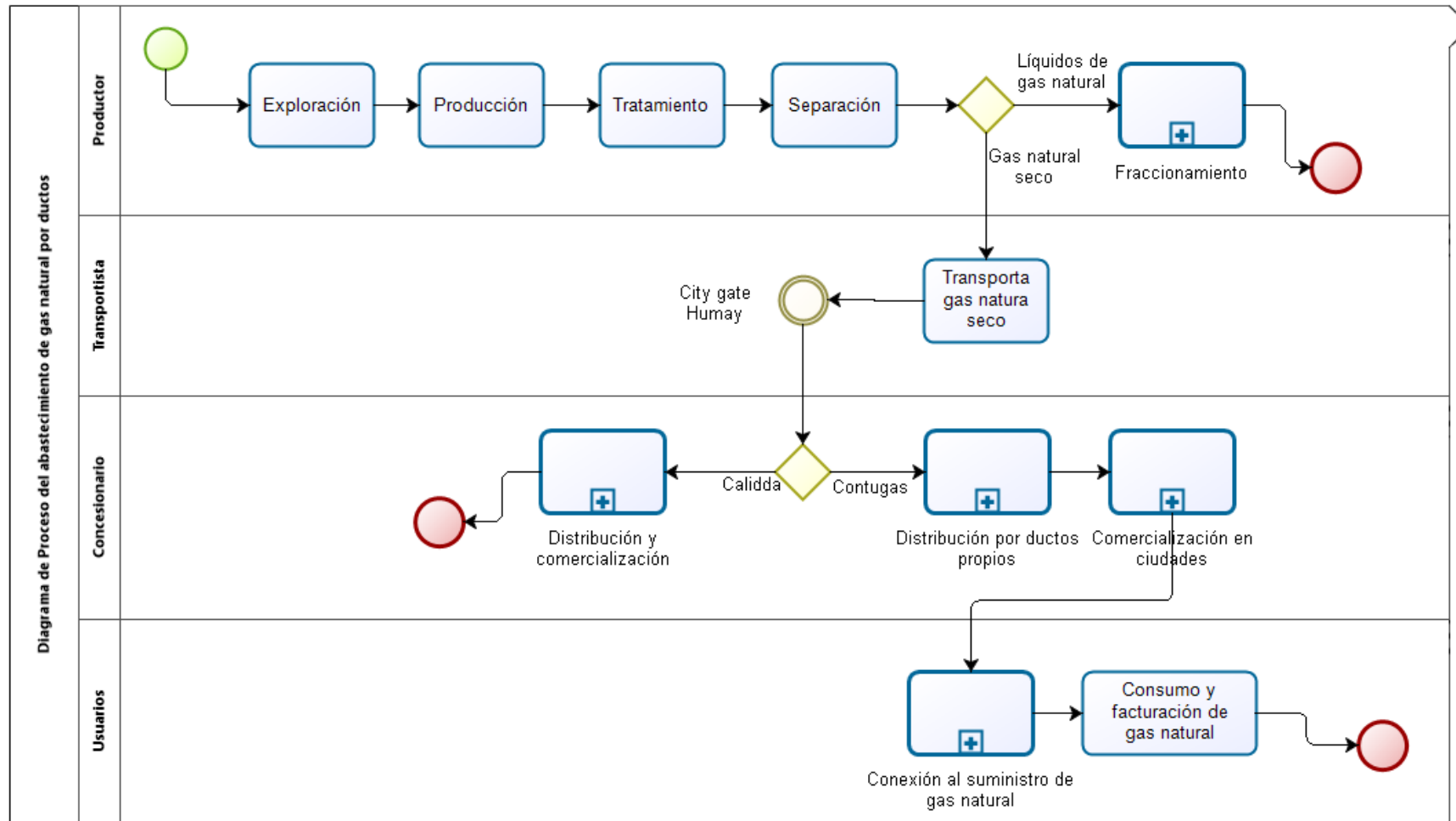


Figura 37. Diagrama de procesos de la distribución de Gas Natural por ductos en Ica
Elaboración propia.

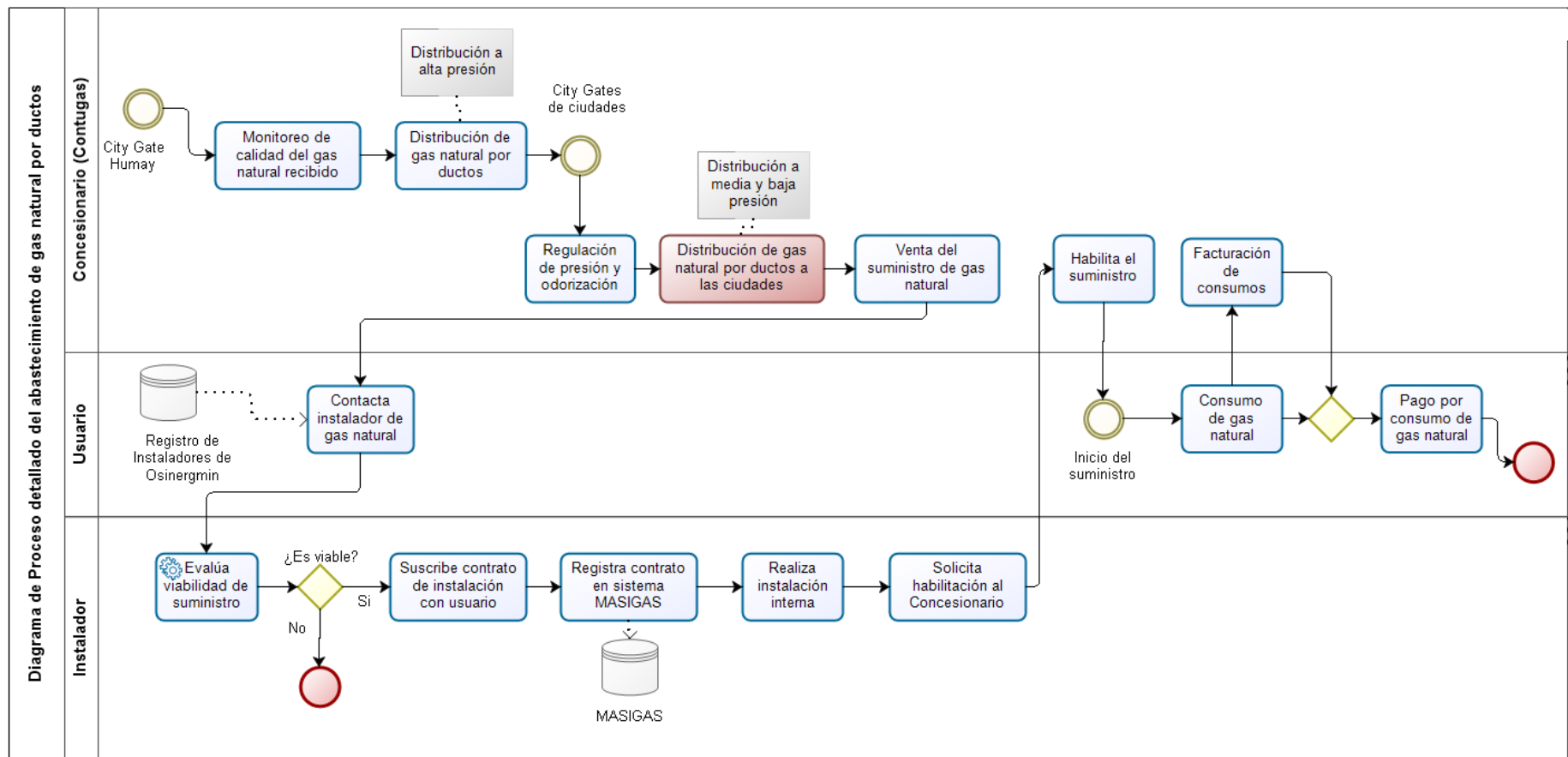


Figura 38. Diagrama de procesos detallado de la distribución de Gas Natural por ductos en Ica

Elaboración

propia.

d. Diagrama de procesos del abastecimiento de gas natural en el Norte y Sur Oeste

Según lo detallado en el capítulo 2.2.12., a continuación, en las Figuras 39 y 40 se muestran los procesos para el abastecimiento de gas natural a través de GNL, desde la extracción de gas natural hasta su consumo por los usuarios finales.

A diferencia del abastecimiento de gas natural por ductos, en este modelo interviene un proceso adicional referido a la licuefacción del gas natural para convertirlo en GNL, para posteriormente ser transportado y regasificado en los centros de consumo (ciudades).

En la figura 39 se detallan los macroprocesos del abastecimiento de GNL, mientras que en la Figura 40 se muestra a mayor detalle los procesos de abastecimiento de gas natural en su modalidad de GNL, se evidencian procesos adicionales de transporte y tratamiento del GNL para convertirlo en gas natural apto para ser distribuido en los centros de consumo.

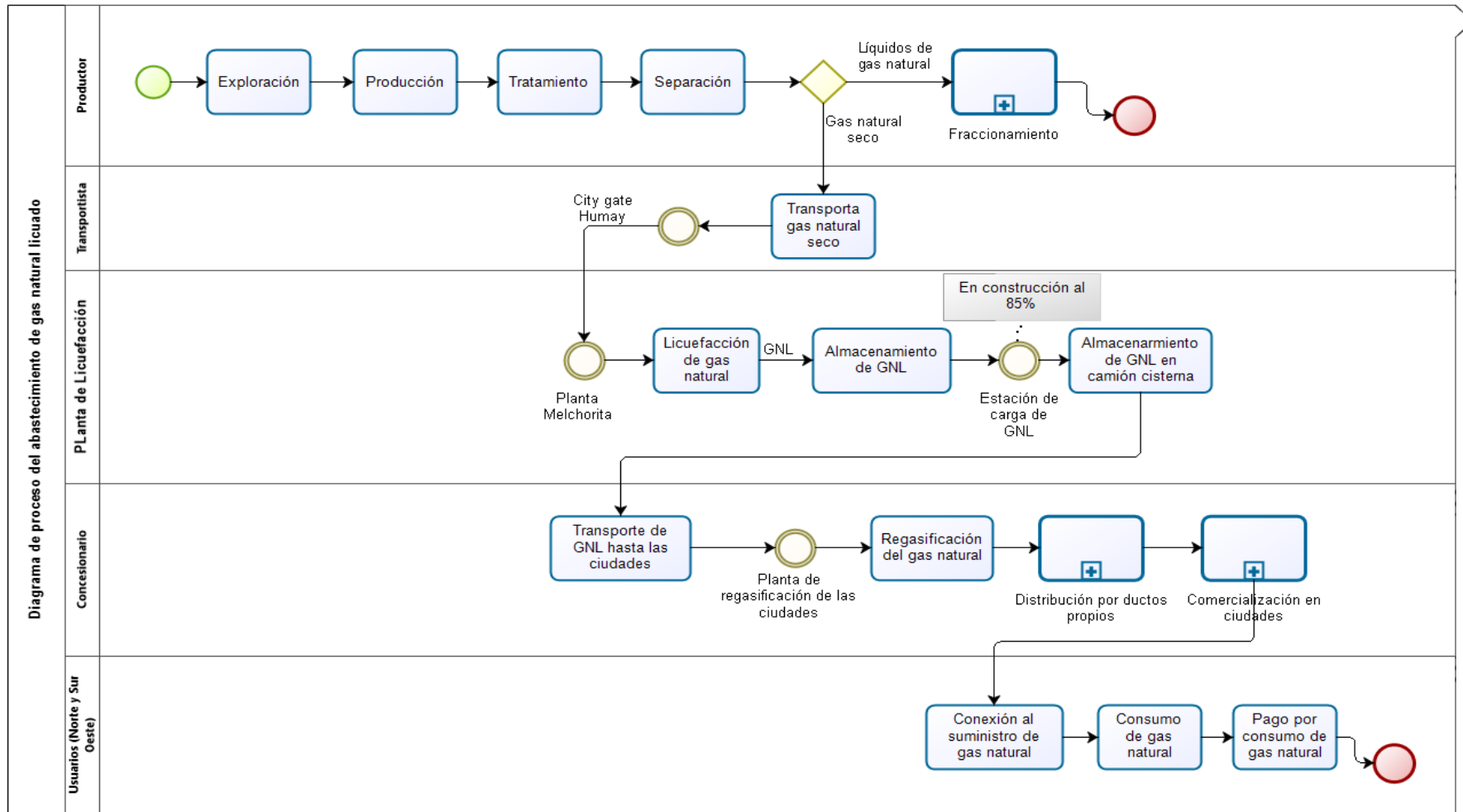


Figura 39. Diagrama de procesos de la distribución de GNL a las concesiones Norte y Sur Oeste.

Elaboración propia.

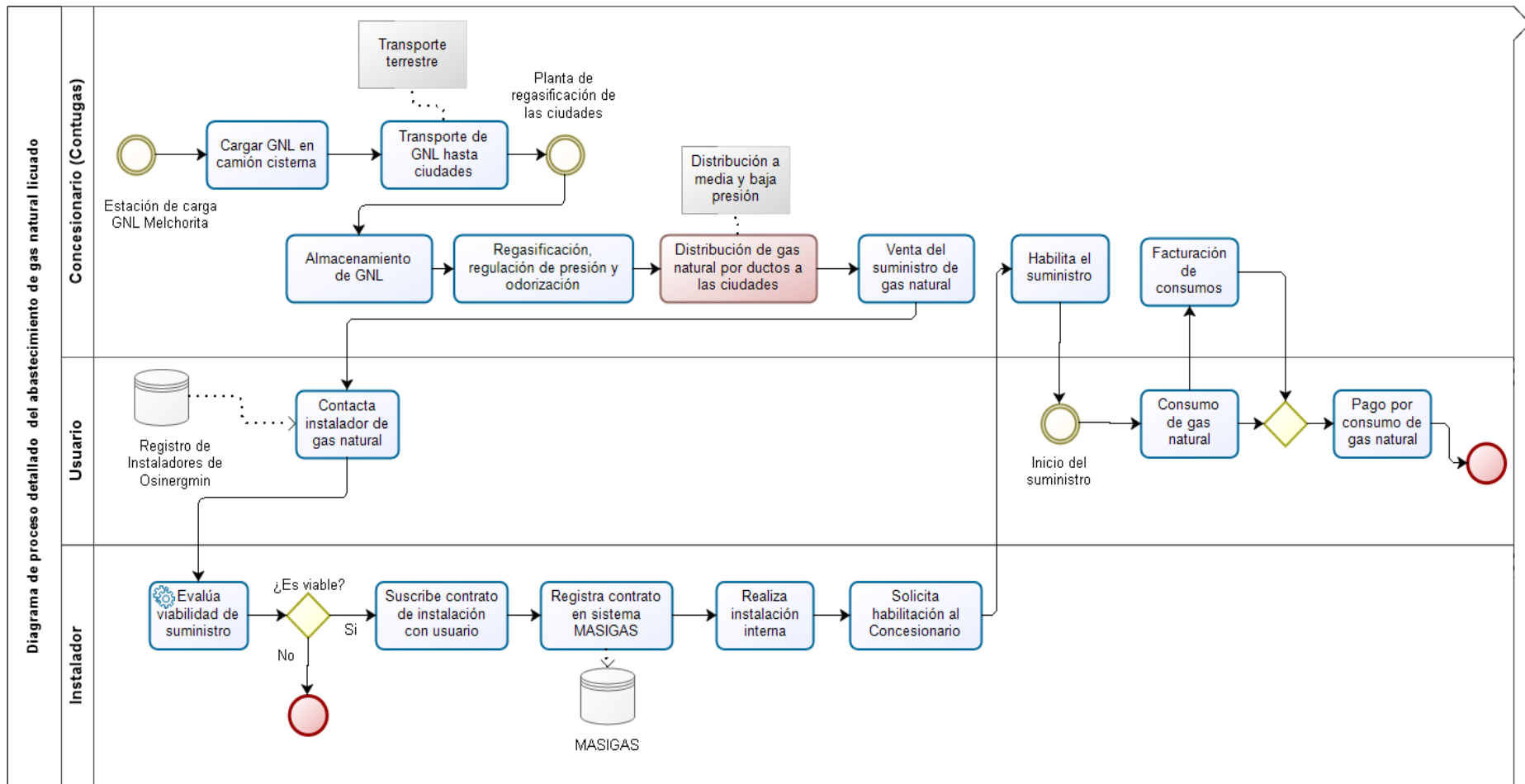


Figura 40. Diagrama de procesos detallado de la distribución de GNL a las concesiones Norte y Sur Oeste.

Elaboración propia.

e. Diagrama del proceso de abastecimiento de GNC de la ESS el óvalo a la EESS Finlandia

En la Figura 41 se muestra el modelamiento del proceso de abastecimiento de GNC desde la EESS el Óvalo a la EESS Finlandia en Ica (proceso As-Is o proceso actual).

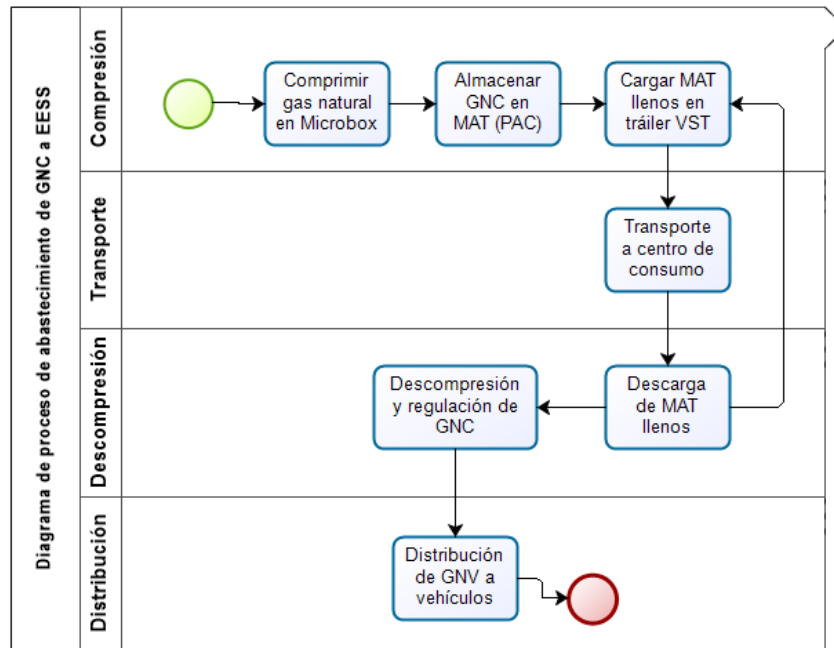


Figura 41. Diagrama de procesos del abastecimiento de GNC desde la EESS el óvalo a la EESS Finlandia
Elaboración propia a partir de la visita a la EESS el Óvalo.

Según el modelo del proceso antes detallado, en la Tabla 24 se muestra el requerimiento de equipos para el abastecimiento de GNC desde la EESS el óvalo hasta la EESS Finlandia.

Tabla 24. Requerimiento de Equipos para el Abastecimiento de Gas Natural Comprimido

Proceso	Equipos	Cantidad
Estación de Compresión	▪ Compresor	▪ 01
	▪ Plataforma PAC	▪ 02
	▪ Módulos MAT	▪ 02
Transporte	▪ Tráiler VST	▪ 01
	▪ Módulos MAT	▪ 02
Estación de Descompresión	▪ Unidad Reguladora	▪ 01
	▪ Plataforma PAD	▪ 02
	▪ Módulos MAT	▪ 00



Elaboración propia.

f. Diagrama de Operaciones del Proceso

Según Niebel y Freivalds (2009), el Diagrama de Operación del Proceso (DOP) o diagrama del proceso operativo, es una representación gráfica que muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, rangos de tiempo y materiales a usar en un proceso de abastecimiento de gas natural comprimido (GNC).

El DOP muestra detalles generales del proceso solo con observarlo, en la siguiente tabla se describen los símbolos que se emplean para su elaboración.

Tabla 25. Símbolos del Diagrama de Operación del Proceso

Símbolo	Actividad	Contenido
	Operación	Cuando se realizan operaciones
	Inspección	Cuando se realizan verificaciones en el objeto para determinar el cumplimiento de un estándar

Fuente: Tomado de Niebel y Freivalds (2009)

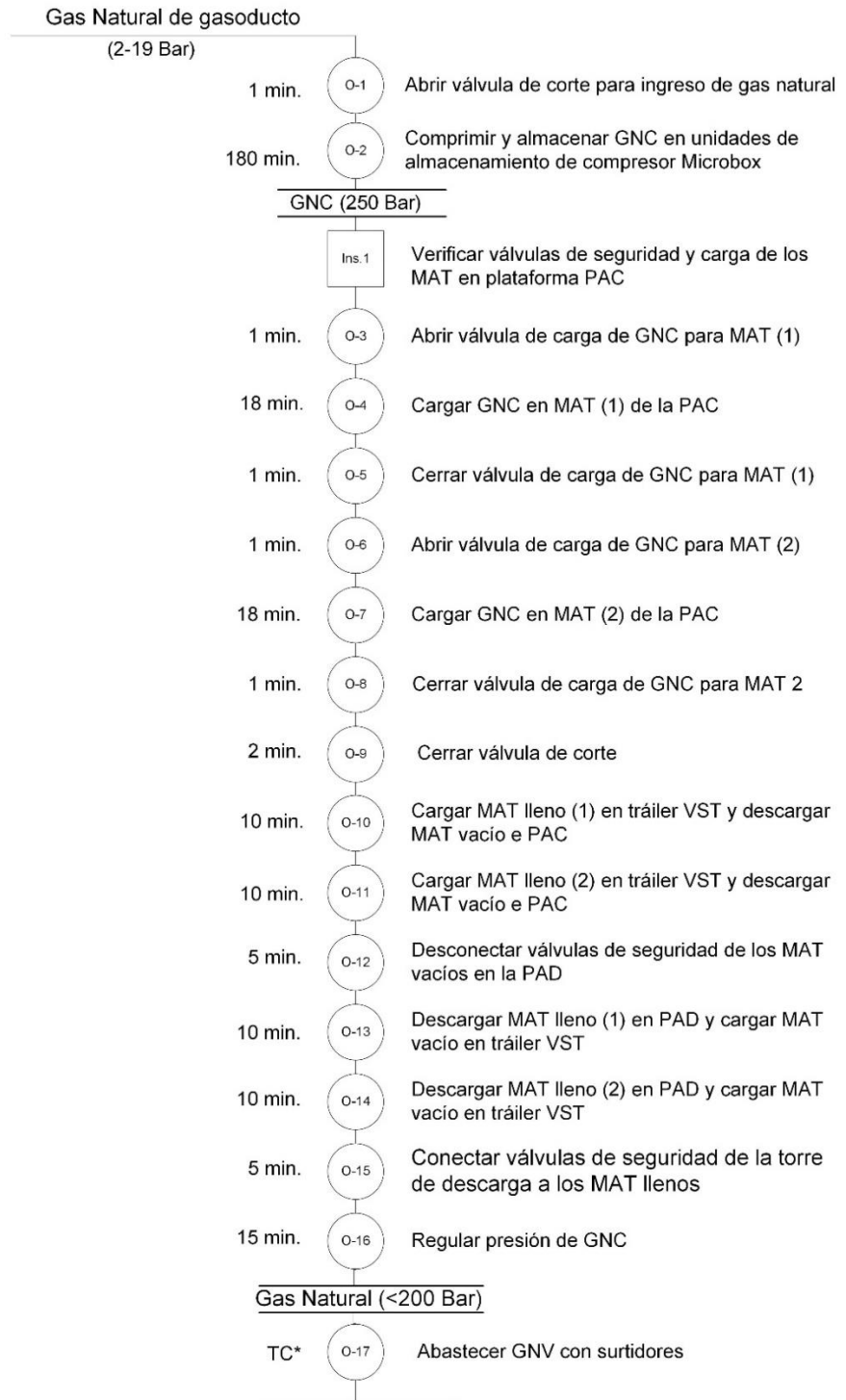
Elaboración propia.

Según el análisis realizado en la justificación técnica (capítulo 1.5.3), en la Figura 42 se muestra el DOP desarrollado sobre el proceso As-Is del abastecimiento de GNC desde la EESS el Óvalo hasta la EESS Finlandia en la ciudad de Ica.

En la figura se observa que se han realizado 17 operaciones, una inspección y que el tiempo aproximado de ejecución de las mismas fue de 288 minutos (min).

DIAGRAMA DE OPERACIÓN DEL PROCESO

Proceso: Abastecimiento de GNC a EESS / Referencia: EESS el Óvalo Ica / Método: AS-IS
Diagrama N° 01 / Dibujado por: K.G.Y.



Resumen:

Evento	Número	Tiempo
Operaciones	17	288 minutos
Inspecciones	01	Trabajo día

(*) TC: Tiempo constante no definido






Figura 42. DOP de abastecimiento de GNC desde la EESS el Óvalo hasta la EESS Finlandia

Elaboración: Propia a partir de la visita realizada a la EESS el Óvalo.

g. Diagrama de flujo del proceso

El diagrama de flujo del proceso es un diagrama que cuenta con mayor detalle que el DOP, para su elaboración considera símbolos adicionales, los cuales se muestran en la Tabla 26.

Tabla 26. Símbolos del Diagrama de Flujo del Proceso

Símbolo	Actividad	Contenido
	Operación	Cuando se realizan operaciones
	Inspección	Cuando se realizan verificaciones
	Transporte	Actividades de movimiento
	Almacenamiento	Cuando se realiza almacenamiento
	Demora o Retraso	Retrasos, esperas

Fuente: Niebel y Freivalds (2009)

Elaboración propia.

En la Figura 43 se muestra el diagrama de flujo del proceso desarrollado sobre el proceso de abastecimiento de GNC desde la EESS el Óvalo hasta la EESS Finlandia, se ha realizado en función a la cantidad mínima de equipos descritas en la Tabla 24.

En la figura se observa que se han realizado 17 operaciones, cuatro transportes, una inspección y dos almacenamientos temporales. Asimismo, el tiempo aproximado de ejecución de las actividades fue de 373 minutos (min) y el recorrido aproximado de 6.1 km.

Los 373 minutos obtenidos es el tiempo del ciclo del proceso desde la compresión hasta la regulación de presión del GNC.

Diagrama de Flujo del Proceso									
Evento	Resumen					Tiempo (min.)	Distancia (m)	Referencia: ESS el Óvalo - Ica	
	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacén			Proceso: Abastecimiento de GNC a EESS	Muestra: Observación
Presente	17	4	1	0	2	373	6,100	Personal: Ope/Cond	Analista: KGY
Mejora							2 veces x semana	Método: AS-IS	Tipo: Proceso
Costo/ahorros									
Descripción de los eventos	Símbolos					Tiempo (min.)	Distancia (m)	Recomendaciones / observaciones	
Abrir válvula de corte para ingreso de gas natural	○	⇒	□	⊐	▽	1		Valvula que permite el acceso del gas natural proveniente del gasoducto hasta el compresor	
Comprimir y almacenar GNC en unidades de almacenamiento de compresor	○	⇒	□	⊐	▽	180		Módulos propios del compresor Microbox	
Verificar válvulas de seguridad y carga de los MAT en plataforma PAC	○	⇒	□	⊐	▽	5		Para llenar GNC desde el compresor hasta los MAT ubicados en la PAC	
Abrir válvula de carga de GNC para MAT (1)	○	⇒	□	⊐	▽	1			
Cargar GNC en MAT (1) de la PAC	○	⇒	□	⊐	▽	18			
Cerrar válvula de carga de GNC para MAT (1)	○	⇒	□	⊐	▽	1			
Abrir válvula de carga de GNC para MAT (2)	○	⇒	□	⊐	▽	1			
Cargar GNC en MAT (2) de la PAC	○	⇒	□	⊐	▽	18			
Cerrar válvula de carga de GNC para MAT 2	○	⇒	□	⊐	▽	1			
Cerrar válvula de corte	○	⇒	□	⊐	▽	2			
Esperar en zona de parqueo de Centro de Compresión	○	⇒	□	⊐	▽			El conductor espera orden de ingreso	
Ingresar Tráiler VST a Centro de Compresión	○	⇒	□	⊐	▽	10	50		
Cargar MAT lleno (1) en tráiler VST y descargar MAT vacío e PAC	○	⇒	□	⊐	▽	10			
Cargar MAT lleno (2) en tráiler VST y descargar MAT vacío e PAC	○	⇒	□	⊐	▽	10			
Transportar MAT llenos al Centro de Descompresión y Regulación	○	⇒	□	⊐	▽	30	3,000		
Esperar en zona de parqueo del Centro de Descompresión y Regulación	○	⇒	□	⊐	▽			El conductor espera orden de ingreso	
Ingresar Tráiler VST a Centro de Descompresión y Regulación	○	⇒	□	⊐	▽	10	50		
Desconectar válvulas de seguridad de los MAT vacíos en la PAD	○	⇒	□	⊐	▽	5			
Descargar MAT lleno (1) en PAD y cargar MAT vacío en tráiler VST	○	⇒	□	⊐	▽	10			
Descargar MAT lleno (2) en PAD y cargar MAT vacío en tráiler VST	○	⇒	□	⊐	▽	10			
Transportar MAT vacíos a Centro de Compresión	○	⇒	□	⊐	▽	30	3,000		
Conectar válvulas de seguridad de la torre de descarga a los MAT llenos	○	⇒	□	⊐	▽	5		Para iniciar la regulación de presión y posterior distribución	
Regular presión de GNC	○	⇒	□	⊐	▽	15			
Abastecer GNV con surtidores	○	⇒	□	⊐	▽	ND		Es el inicio de la distribución de gas natural a los usuarios finales (vehículos)	

Figura 43. Diagrama de flujo del proceso de abastecimiento de GNC desde la EESS el Óvalo hasta la EESS Finlandia

Elaboración propia.

h. Diagrama de procesos gráfico del abastecimiento de GNC

En la Figura 44 se muestra el esquema del proceso del abastecimiento de GNC de forma gráfica.

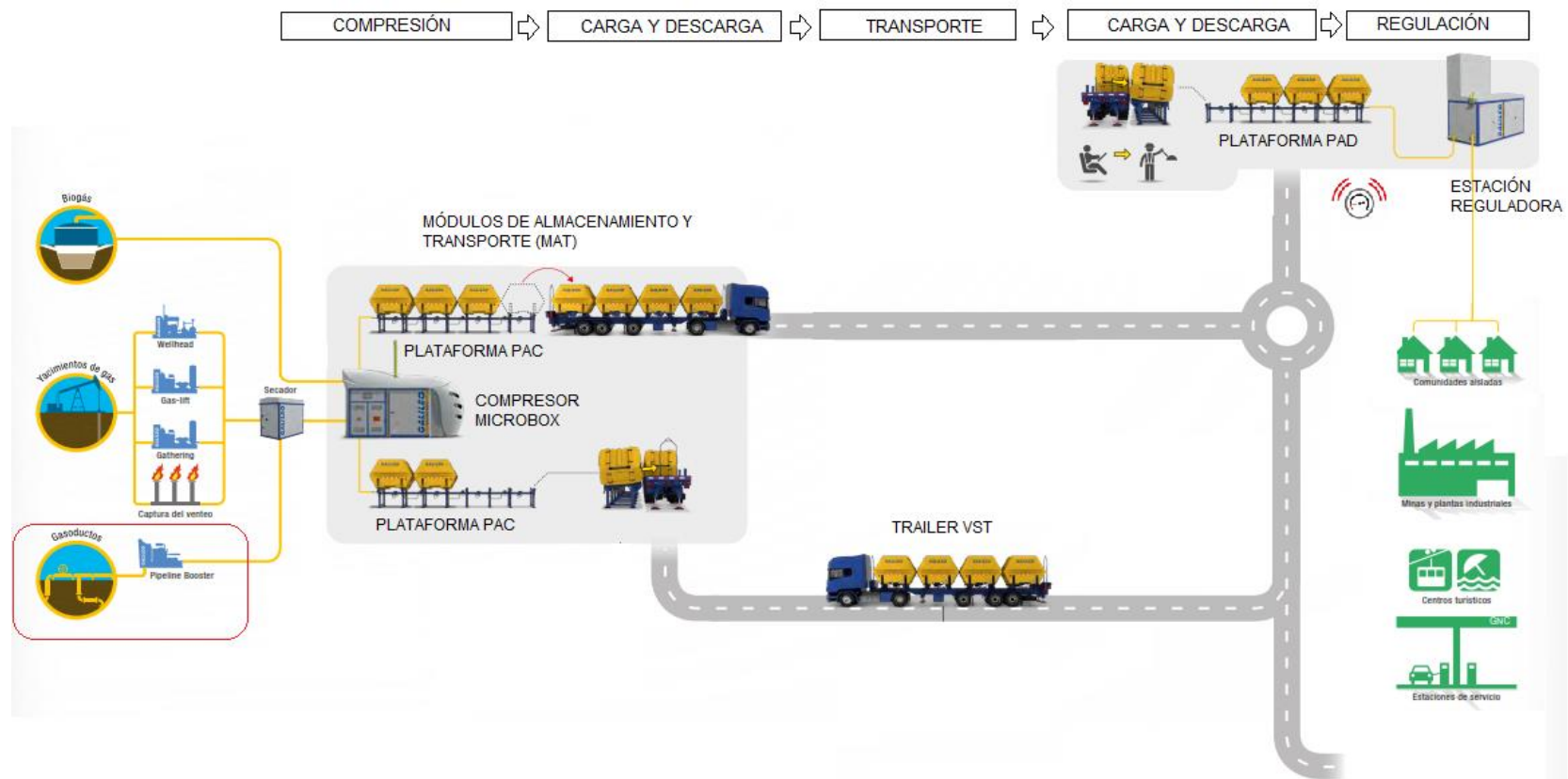


Figura 44. Esquema gráfico del abastecimiento de GNC

Fuente: Adaptado de Galileo Technologies: <http://www.galileoar.com/es/gasoducto-virtual/compression>

i. Flowsheet de equipos

En base a la descripción de los componentes del sistema GNC del capítulo 2.2.10., en la Figura 45 se presenta el flowsheet propuesto de equipos que formarán parte del proceso de abastecimiento de GNC a la provincia de Palpa.

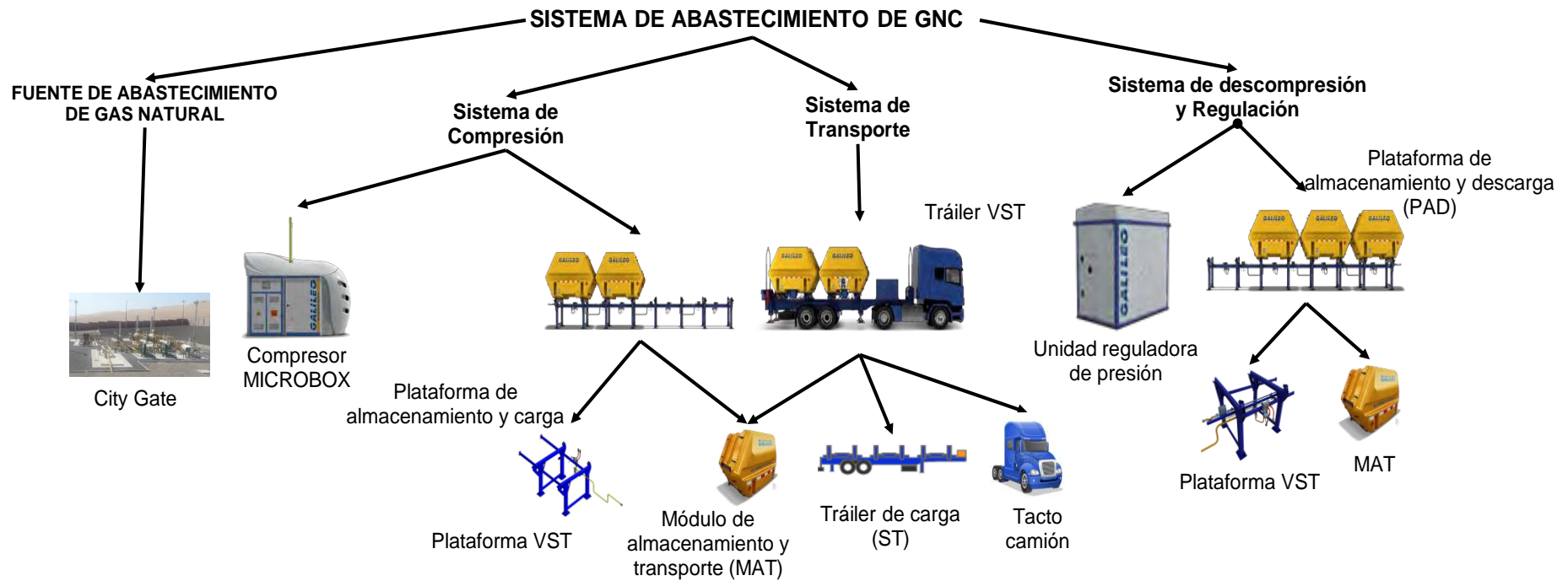


Figura 45. Flowsheet de equipos de sistema de abastecimiento de GNC

Fuente: Adaptado de Galileo Technologies: <http://www.galileoar.com/es/gasoducto-virtual/compresion>
Elaboración propia.

j. Criterios para la factibilidad del abastecimiento de GNC

Los términos básicos considerados para el desarrollo del estudio de factibilidad son los siguientes:

▪ El lugar para abastecer gas natural a Palpa

Se ha identificado que existen dos alternativas para abastecer gas natural a la provincia de Palpa, la primera, desde el city gate de Ica; y la segunda, desde el city gate de Nazca.

▪ La tecnología para abastecer gas natural a Palpa

El gas natural se transporta en forma comprimida (GNC) a través de camiones en contenedores modulares (MAT) y se entrega a clientes o centros de consumo ubicados lejos de las redes físicas. Este sistema es también conocido como gasoducto virtual y para distancias menores a 600 Km (ver Figura 11) es factible el GNC.

▪ La viabilidad técnica

Está en función a la demanda potencial de consumo de gas natural de la provincia de Palpa, con este dato se determina: la cantidad de módulos MAT para las plataformas PAC y PAD, la cantidad de Tráiler, la cantidad de compresores para la estación de compresión y la cantidad de ciclos (viajes) que se realizará para satisfacer la demanda calculada.

▪ La viabilidad económica

Está en función al valor estimado de la inversión (capex) y el de operación y mantenimiento del gasoducto virtual (Opex), y al consumo total de gas natural de los potenciales usuarios residenciales del departamento de Ica y palpa desde el año 2020 hasta el año 2041.

2.3 Glosario de términos

- **Bar:** Unidad de medida de presión, de acuerdo al sistema métrico de unidades; referido siempre a presión manométrica.
- **City gate:** Según Osinergmin, es una estación que opera como un sistema para la regulación y medición de presión de gas natural antes de su distribución por redes en las ciudades. Comúnmente conocida como *estación de regulación de puerta de ciudad*.
- **Contrato BOOT:** Siglas correspondientes a: build (construir), operate (operar), own (poseer) y transfer (transferir). Es una modalidad contractual mediante la cual una empresa privada se compromete a construir, operar, ser propietario y al término del contrato transferir los activos al estado.
Debido a la magnitud de las inversiones, este tipo de contratos se suele suscribir por periodos largos de tiempo, 20 a 30 años.
- **DGH:** Dirección General de Hidrocarburos del MINEM
- **EC:** Estación de compresión de gas natural, conformado por un compresor que comprime gas natural hasta 250 Bar.
- **EDR.** Estación de descompresión y regulación, conformado por una unidad reguladora que reduce la presión del GNC desde 250 a 4 Bar.
- **Estación de Servicio (EESS):** bien inmueble donde se vende al público gas natural vehicular (GNV) para uso automotor a través de dispensadores.
- **Gas Natural Comprimido (GN):** gas natural que ha sido comprimido hasta una presión de 250 Bar.
- **Gas natural vehicular (GNV):** es la denominación que asume el GNC cuando se distribuye a las EESS para uso vehicular.
- **Gasocentro Virtual:** Son estaciones de venta al público de gas natural comprimido, cuya materia prima es el GNV, el cual ha sido transportado desde una planta de compresión de gas natural en módulos contenedores o de almacenamiento a través de camiones o semirremolques; esta modalidad es conocida como gasoductos virtuales.
- **MAT:** Módulo de almacenamiento y transporte, es una carcasa hexagonal que contiene cilindros donde se almacena el GNC; son transportados en los Tráiler VST.
- **MINEM:** Ministerio de Energía y Minas.

- **PAC:** Plataforma de almacenamiento y carga, están ubicadas en la EC y es donde se hace el intercambio de MAT llenos por vacíos.
- **PAD:** Plataforma de almacenamiento y descarga, es similar a la PAC a diferencia que está ubicada en la EDR, en este caso se intercambian los MAT vacíos por los llenos.
- **Puesta en operación comercial:** Fecha en la cual el Concesionario ha cumplido con todas las pruebas de funcionamiento y seguridad, y está en capacidad de prestar el servicio de distribución de gas natural.
- **ST:** son sistemas mecánicos instaladora en los sistemas VST, permiten el intercambio seguro de MAT en la EC y EDR
- **VST:** es la carrocería del tracto camión, y es donde se ubican los MAT para ser transportados; pueden albergar desde 2 hasta 8 MATs.

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

En el presente capítulo se desarrolló el planteamiento de la hipótesis del estudio, la cual se ha dividido en hipótesis general e hipótesis específicas. Asimismo, se presentan las variables y sus definiciones conceptuales y operacionales.

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

- a. Es factible el abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa.

3.1.2. Hipótesis específicas

- i. Técnicamente es factible el abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa.
- ii. Económicamente es factible el abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa.

3.2. Variables

- a. Variable dependiente: Abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa
- b. Variable independiente: Estudio de factibilidad

En la Tabla 27 se presenta la matriz de operacionalización de las variables.

De igual manera, la relación entre los problemas, objetivos, hipótesis y variables se ha desarrollado en la matriz de consistencia, la cual se muestra en el Anexo 3.

3.2.1. Definición conceptual de las variables

a. Abastecimiento de GNC a la provincia de Palpa

Según Osinergmin, el abastecimiento de gas natural consiste en poner a disposición de una población o centro de consumo (mercado) el energético, a través de algún medio de

transporte: (i) red de ductos, (ii) gas natural comprimido (GNC) o (iii) a través de gas natural licuado (GNL); siendo estos últimos medios alternativos denominados gasoductos virtuales.

Asimismo, define que son necesarias actividades de comercialización por parte de las empresas Concesionarias para hacer efectivo el servicio de distribución de gas natural a los consumidores finales, en este caso: consumidores residenciales.

b. Estudio de Factibilidad

Según Osinergmin, es el análisis económico y técnico de una inversión, el cual se toma como una herramienta que se utiliza para guiar la toma de decisiones en la evaluación de un proyecto, de esta manera se podrá decidir si se procede o no a la implementación.

3.2.2. Operacionalización de las variables

a. Abastecimiento de GNC a la provincia de Palpa

Para el desarrollo del estudio se ha considerado el abastecimiento de gas natural a la provincia de Palpa a través de la modalidad de gas natural comprimido (GNC); mediante el cual se podrá abastecer de gas natural inicialmente al distrito de Palpa.

b. Estudio de factibilidad

Segmentado en factibilidad técnica y económica:

i. Factibilidad Técnica

La factibilidad técnica es una evaluación que demuestra que el negocio puede ponerse en marcha y mantenerse, mostrando evidencias de que se ha planeado cuidadosamente, contemplando los problemas que involucra y mantenerlo en funcionamiento. Para ello se deben tener en consideración algunos aspectos como:

- Correcto funcionamiento del sistema
- Genere beneficio a los usuarios o consumidores

- Se pueda atender demandas futuras
- Debe permitir integrarse con proyectos similares

La GART de Osinergmin en su *informe técnico 019-2014-GART* estableció que para determinar la viabilidad técnica de abastecer GNC se debe verificar que: (i) existe tecnología disponible en el mercado, (ii) existe una matriz de abastecimiento (city gate) disponible, (iii) la demanda poblacional traducida en unidades energéticas es significativa y (iv) existe interés por parte de la población, entre otros.

La tecnología de GNC existe y está disponible en el mercado nacional, existen dos fuentes de abastecimiento de gas natural, existe demanda potencial de consumo de gas natural de la provincia de Palpa, y el interés de la población se demostró con los resultados de la *encuesta sobre el uso de energía en los hogares de la provincia de Palpa* (ver Anexo 4).

Con estos datos se calculó: la cantidad de módulos de MAT para las plataformas PAC y PAD, la cantidad de camiones, la cantidad de compresores para la estación de compresión y la cantidad de ciclos (viajes) que se realizarán para satisfacer la demanda potencial.

ii. Factibilidad Económica

Está relacionado al valor estimado de la inversión (capex) y el de operación y mantenimiento del gasoducto virtual (Opex).

Haciendo uso del valor presente neto se calculó el valor presente neto de capex y opex como numerador, y el consumo total como denominador; el resultado obtenido es la nueva tarifa que pagarían los usuarios residenciales del departamento de Ica, incluyendo a la provincia de Palpa.

La factibilidad económica sintetiza numéricamente todos los aspectos desarrollados en el proyecto, mediante la elaboración de una lista de todos los ingresos y egresos de fondos que se espera que produzca el proyecto y ordenarlos en forma cronológica. El

horizonte de planeamiento es el lapso durante el cual el proyecto tendrá vigencia y para el cual se construye el flujo de fondos.

En este contexto, la GART de Osinergmin en su *informe técnico 019-2014-GART* estableció que para determinar la viabilidad económica de abastecer gas natural comprimido se utilizará el valor presente neto (VPN), el cual representa el cálculo de todos los ingresos menos los egresos actualizados a una tasa de mercado y por un periodo equivalente al tiempo restante de termino de vigencia del contrato de concesión.

Si el VPN resulta negativo, se concluye que el proyecto no es económicamente viable, y que se pueden emplear propuestas para obtener viabilidad positiva. Por el contrato si el VPN resulta positivo, se concluye que el proyecto es económicamente viable.

El VPN se calcula según la siguiente ecuación:

$$VPN = \sum_{t=1}^n \left[\frac{\text{Ingresos } t - \text{Ainv } t - \text{OyM } t}{(1 + r)^t} \right]$$

Donde:

- VPN: Valor Presente Neto del proyecto evaluado.
- Ingresos t: Ingresos resultantes para el periodo t.
- Ainv t: Anualidad de las inversiones en el periodo t.
- OyM t: Costos de operación y mantenimiento en el periodo t, Para abastecer gas natural al centro de consumo analizado.
- r: Tasa de actualización, generalmente 12%.

Sin embargo, por tratarse de un proyecto de impacto social, se consideran adicionalmente las siguientes tasas: Tasa Riesgo país = 2%, y Costo de Oportunidad = 2%

Con ello la tasa de actualización $r=16\%$

- n: Tiempo en años, restante del periodo de la concesión.

Tabla 27. Matriz de Operacionalización de las Variables

Variable	Definición nominal	Dimensión	Definición Operacional	Indicadores
Estudio de factibilidad	Es el análisis económico y técnico de una inversión, el cual se toma como una herramienta que se utiliza para guiar la toma de decisiones en la evaluación de un proyecto, de esta manera se podrá decidir si se procede o no a la implementación.	Técnica	Para determinar la viabilidad técnica de abastecer GNC se debe verificar que: (i) existe tecnología disponible en el mercado, (ii) existe una matriz de abastecimiento (city gate) disponible, (iii) la demanda poblacional traducida en unidades energéticas es significativa y (iv) existe interés por parte de la población.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Demanda de gas natural (Si/No) ▪ Existencia de matriz de abastecimiento (si/no) ▪ Disponibilidad tecnológica (Si/No) ▪ Interés de la población (Si/No)
		Económica	Para determinar la viabilidad económica de abastecer gas natural comprimido se utilizará el valor presente neto (VPN), el cual representa el cálculo de todos los ingresos menos los egresos actualizados a una tasa de mercado y por un periodo equivalente al tiempo restante de termino de vigencia del contrato de concesión.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ VPN ▪ TIR ▪ Tarifa de gas natural
Abastecimiento de GNC	El abastecimiento de GNC consiste en poner a disposición de una población o centro de consumo el energético, a través de algún medio de transporte: (i) red de ductos, (ii) gas natural comprimido (GNC) o (iii) a través de gas natural licuado (GNL). Siendo necesarias actividades de comercialización por parte de las Concesionarias para hacer efectivo el servicio de distribución de gas natural.	Abastecimiento o mediante GNC	Para el desarrollo del estudio se ha considerado el abastecimiento de gas natural a la provincia de Palpa a través de gas natural comprimido (GNC).	

Elaboración propia.

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se presenta el diseño metodológico adoptado para la realización del estudio de factibilidad para el abastecimiento de GNC a la provincia de Palpa.

4.1. Tipo y diseño de investigación

Conforme al estudio de Hernández, Fernández y Baptista (2014) para el desarrollo la presente tesis se ha empleado el tipo de investigación no experimental de corte transversal o transeccional, debido a que no se manipulan deliberadamente las variables y en su lugar se observan los fenómenos en su contexto natural; y se realizan en un determinado momento.

4.2. Diseño de la investigación

El diseño de una investigación se refiere al plan o estrategia concebida de una manera práctica y concreta para responder a las preguntas de la investigación.

En la Tabla 28 se presentan los tipos de diseños no experimentales establecidos por Hernández et al. (2014):

Tabla 28. Tipos de Diseño de Investigación no Experimental

Tipo de investigación	Diseño	Sub clasificación
Investigación no experimentales o ex post facto	Diseños transeccionales o trasversal	1.1. Exploratorios
		1.2. Descriptivos
		1.3. Correlacionales o causales

Fuente: Tomado de González et al. (2011)

Elaboración propia.

El diseño empleado en la presente tesis es el diseño no experimental descriptivo, debido a que permite analizar la situación de la población en un único momento y en base a ello determinar si es factible el abastecimiento de GNC a la provincia de Palpa.

4.3. Enfoque de la investigación

Para el desarrollo de la presente tesis se ha empleado el enfoque de investigación cuantitativo, debido a que dicho enfoque es secuencial y probatorio, y que cada etapa precede a la siguiente (Hernández et al., 2014).

4.4. Población y muestra

4.4.1. Población de estudio

Según González et al. (2011) se distinguen dos tipos de población, la población objetivo y la población accesible. En nuestro caso la población objetivo es toda la población de la provincia de Palpa; y la población accesible es la población que por características técnicas y geográficas puedan tener acceso al suministro de gas natural.

Para efectos del presente estudio, solo se consideró como población objetivo a las viviendas (hogares) del distrito de Palpa. Esto debido a que la instalación de gas natural se realiza en la vivienda.

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la población de Palpa al año 2017 asciende a 12,520 habitantes; tal como se muestra en la Tabla 29.

Tabla 29. Población de Palpa Según INEI (2013-2017)

Distrito / Año	2013	2014	2015	2016	2017
Palpa	7,250	7,223	7,195	7,266	7,336
Llipata	1,491	1,494	1,497	1,512	1,527
Rio Grande	2,401	2,335	2,268	2,290	2,312
Santa Cruz	2,013	1,000	988	998	1,008
Tibillo	353	342	331	334	337
Total, Provincia Palpa	13,508	12,394	12,279	12,400	12,520

Fuente: Obtenido de <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/#> e información estadística del Hospital de apoyo de Palpa

Elaboración propia.

El servicio público de gas natural, debido a sus características técnicas, es similar al servicio público de electricidad, similitud que se refleja en las siguientes características:

- Instalación de un muro de concreto en la fachada de la vivienda en la cual se instalada el medidor de consumo.
- Instalación de tuberías al interior de la vivienda para permitir el paso de cables, en el caso de electricidad; y gas, en el caso de gas natural.

Asimismo, según Ormeño et al. (2012), las viviendas que pueden conectarse al servicio de gas natural, serian aquellas que ya están conectadas al servicio de electricidad, esto debido a que es un servicio con características similares.

El Fondo de Compensación Social Eléctrica (FOSE), creado mediante Ley 27510, está conformado por una base de datos de los usuarios del servicio eléctrico residencial a nivel nacional, con el fin de identificar a los usuarios con consumos menores o iguales a 100 kilo Watts hora (kWh) para realizarles un descuento en la tarifa por los primeros 30 kWh de consumo.

En la Tabla 30 se muestra el registro de usuarios del servicio público de electricidad según el registro FOSE.

Tabla 30. Usuarios Residenciales de Electricidad de Palpa Según FOSE (2013 – 2017)

Distrito / Año	2013	2014	2015	2016	2017
Palpa	2,029	2,104	2,170	2,180	2,186
Llipata	632	658	664	662	662
Rio Grande	561	614	654	657	662
Santa Cruz	476	489	493	500	500
Tibillo	88	88	90	91	91
Total, Provincia Palpa	3,786	3,953	4,071	4,090	4,101

Fuente: Obtenido de la base de datos del registro FOSE

Elaboración propia.

4.4.2. Muestra de estudio

La muestra fue calculada en función al universo de viviendas que son usuarias del servicio público de electricidad en el distrito de Palpa, las cuales según el registro FOSE, en el año 2017 ascendieron a 2,186 viviendas.

Para el cálculo de la muestra se aplicó la teoría de muestro probabilístico aleatorio simple según la siguiente formula:

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

Donde:

N = población = 2,186

P = probabilidad de éxito = 0.5

Q = probabilidad de fracaso = 0.5

Z = nivel de significancia = 1.96; para una confianza de 95%

E = error= 0.1

Con los datos descritos, se obtuvo una muestra de 92 viviendas que usan el servicio de electricidad, a los cuales se le aplicó la encuesta sobre el uso de energía en los hogares de la provincia de Palpa.

$$n = \frac{2,186 \times 0.5 \times 0.5 \times 1.96^2}{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5 + (2,186 - 1) \times 0.1^2} = 92$$

Para efectos de la aplicación de la encuesta se consideró una tasa de no repuesta de 12%, por lo tanto, la encuesta se aplicó a 103 viviendas.

$$n = 92 \times 1.12 = 103$$

4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.5.1. Tipos de técnicas e instrumentos

Hernández et al. (2014) determinaron los siguientes instrumentos de recolección de datos: (i) cuestionarios, (ii) análisis de contenido cuantitativo, (iii) observación, (iv) pruebas estandarizadas e inventarios, (v) datos secundarios, (vi) instrumentos mecánicos o electrónicos e (vii) instrumentos específicos.

Las técnicas e instrumentos empleados en el desarrollo de la tesis fueron: cuestionarios, con preguntas de tipo cerradas; y datos secundarios.

4.5.2. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos

Hernández et al. (2014) definieron la confiabilidad como el grado en que la aplicación repetida de un instrumento arroja resultados similares, y la validez como el grado en que el instrumento realmente mide la variable en estudio. Por tal motivo, el diseño de la encuesta fue validado mediante consulta a expertos.

En el Anexo 5 se muestran dos formatos de validación del instrumento, evaluado y firmado por expertos.

4.5.3. Procesamiento para la recolección de datos

Para la recolección de datos se determinó la variable a medir y en función a ella se diseñaron los instrumentos de medición.

4.5.4. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Se siguió el siguiente procedimiento:

- Seleccionar un programa de análisis. Se seleccionó el programa MS Excel y el programa estadístico SPSS.
- Ejecutar el programa. Se cargó información tabulada en los programas y se realizaron las corridas necesarias.
- Explorar los datos. Se analizó la información obtenida para evaluar las hipótesis planteadas.

CAPÍTULO V: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el capítulo quinto se presentan los resultados de la investigación, los cuales están circunscritos a la evaluación de indicadores de factibilidad técnica y económica.

5.1. Criterios de validación de los resultados

Según lo establecido en la matriz de consistencia, Anexo 3; y la tabla de operacionalización de las variables, Tabla 27; a continuación, en la Tabla 31 se establecieron los criterios de validación para evaluar los resultados.

Tabla 31. Criterios de Validación de los Resultados

Variable	Indicador	Criterio de validación
Factibilidad técnica	(i) Demanda de gas natural	Si la demanda existente y proyectada es significativa para justificar la inversión.
	(ii) Matriz de abastecimiento	Disponibilidad de una fuente abastecimiento de gas natural que se encuentre a una distancia menor a 400 km y que pueda abastecer la demanda proyectada.
	(iii) Disponibilidad tecnológica	Se debe evaluar la alternativa tecnológica que se adapte a las condiciones geográficas de palpa y al proceso propuesto (To-Be)
	(iv) Interés de la población	Se debe demostrar que existe fehaciente interés por parte de la población de Palpa para acceder al suministro de gas natural.
Factibilidad económica	(i) Valor Presente Neto (VPN)	Se debe demostrar un equilibrio entre los ingresos y egresos generados por el proyecto
	(ii) Tasa Interna de Retorno (TIR)	Se debe determinar que sea mayor a la tasa de interés del proyecto
	(iii) Tarifa de gas natural	Se debe evaluar si la tarifa resultante es menor al costo del energético sustituto (GLP)

Elaboración propia.

5.2. Evaluación de la Factibilidad Técnica

Se desarrolló en base a la evaluación de los siguientes indicadores: (i) cálculo de la demanda de gas natural, (ii) determinación de la matriz de abastecimiento, (iii) evaluación de la disponibilidad de tecnología y, (iv) determinación del interés de la población. Con la información resultante se diseñó el sistema de abastecimiento de GNC a la provincia de Palpa.

5.2.1. Cálculo de la demanda de consumo de GN

El cálculo de la demanda de gas natural se realizó en función del plazo restante de concesión, desde inicios del 2020 hasta el 2041, considerando las siguientes proyecciones: (i) proyección de usuarios residenciales del departamento de Ica, en función al número de usuarios residenciales conectados al suministro de gas natural al 30 de julio de 2017 y, (ii) proyección de los potenciales usuarios residenciales de gas natural del distrito de Palpa, en función a la cantidad de usuarios residenciales del servicio público de electricidad del registro FOSE.

a. Proyección de Usuarios residenciales del departamento de Ica

i. Proyección de usuarios residenciales de julio a diciembre de 2017

Según la Tabla 2 del capítulo 1.1, la cantidad de usuarios residenciales conectados al 30 de julio de 2017 ascendió a 42,468 usuarios, con esta información, mediante el método de regresión lineal se realizó la proyección de usuarios residenciales hasta diciembre de 2017 (ver Anexo 7), se obtuvo un valor de 44,319 usuarios, tal como se muestra en la Tabla 32.

Tabla 32. Proyección de Usuarios Residenciales de Ica (julio a diciembre de 2017)

Mes	Usuarios residenciales reales	Usuarios residenciales proyectados
Ene-17	39,747	-
Feb-17	39,923	-
Mar-17	40,473	-
Abr-17	40,899	-
May-17	41,252	-
Jun-17	41,447	-
Jul-17	42,468	-
Ago-17	-	42,603
Set-17	-	43,032
Oct-17	-	43,461
Nov-17	-	43,890
Dic-17	-	44,319

Fuente: Adaptado de “Masificación de uso de gas natural a nivel nacional: Informe de avance mensual, enero a julio 2017” por División de Supervisión Regional de Osinergmin, 2017.

Nota: La cantidad de usuarios residenciales proyectados desde agosto a diciembre de 2017 han sido obtenidos empleando el método de regresión lineal simple, el cual se justifica debido a un coeficiente de correlación (R^2) de 96% entre los valores de enero a julio de 2017.

Elaboración propia.

ii. Proyección de usuarios residenciales de 2018 a 2020

Teniendo como premisa los 44,319 usuarios residenciales de gas natural proyectados a diciembre de 2017 y el compromiso de Contugas para los años 2018, 2019 y 2020 de conectar a un total de 9,975 usuarios residenciales adicionales para cumplir la meta contractual. Se proyectó una ejecución que supera la meta establecida para el 2020, llegando a conectar en total a 54,294 usuarios residenciales, tal como se muestra en la Tabla 33.

Tabla 33. Proyección de Usuarios Residenciales de 2018 a 2020

Metas	Ejecutado		Proyectado			
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Meta contractual anual (A)	31,625	4,200	4,200	4,200	4,200	1,575
Meta contractual acumulada (B)	31,625	35,825	40,025	44,225	48,425	50,000
Meta acumulada (C)	32,754	35,243	44,319	48,519	52,719	54,294

Fuente: Adaptado de “Masificación de uso de gas natural a nivel nacional: Informe de avance mensual, julio 2017” por División de Supervisión Regional de Osinergmin, 2017.

Nota: Los valores obtenidos para los años 2018, 2019 y 2020 han sido obtenidos a partir de la suma de (C, 2017) con (A) para el 2018, 2019 y 2020 respectivamente.

iii. Proyección de la demanda de gas natural en Ica del 2020 a 2041

Con la proyección al 2020 de usuarios residenciales en el departamento de Ica, se realizó el cálculo de la demanda de gas natural (sin incluir a Palpa), considerando un consumo promedio por vivienda de 20 m³/mes y manteniendo constante la cantidad de usuarios. Se calculó un consumo total de 286'672,320 m³ de gas natural durante el periodo especificado (ver Tabla 34).

Tabla 34. Proyección de la Demanda de Gas Natural de Ica desde 2020 a 2041

Variables	2020-2041	Unidad de medida
Usuarios residenciales proyectados (constante)	54,294	viviendas
Consumo de gas natural por vivienda	20	m ³ /vivienda - mes
Demanda de gas natural mensual	1,085,880	m ³ /mes
Meses al año	12	mes/año
Demanda de gas natural anual	13,030,560	m ³ /año
Años restantes de la concesión	22	año/concesión
Demanda total de gas natural total (2020-2041)	286,672,320	m ³ /concesión
	10,124	MMPC/concesión

Nota: 1m³ equivale 35.3146662126613 pies cúbicos (PC)

Elaboración propia.

b. Proyección de usuarios residenciales del distrito de Palpa

Con la información del registro FOSE de los usuarios residenciales del servicio de electricidad desde el año 2013 al 2017 en el distrito de Palpa, empleando el método lineal para crecimiento poblacional, se realizó la proyección de estos usuarios desde el 2018 al 2041 (ver Anexo 8), se obtuvo una proyección de 2,246 usuarios para el 2020, año propuesto para el inicio de las conexiones de usuarios residenciales de gas natural en la provincia de Palpa.

Considerando constante hasta el 2041 los 2,246 usuarios proyectados, considerando un factor de cobertura de 80%, y un consumo promedio por vivienda de 20 m³/mes; se realizó el cálculo proyectado de la demanda total de gas natural de la provincia de Palpa, obteniendo un valor de 9'487,104 m³ de gas natural durante el periodo de 22 años desde el 2020 al 2041 (ver Tabla 35).

Tabla 35. Proyección de la Demanda de Gas Natural de Palpa desde 2020 a 2041

Variabes	2020-2041	Unidad de medida
Usuarios residenciales proyectados (constante)	1,797	viviendas
Consumo de gas natural por vivienda	20	m ³ /vivienda - mes
Demanda de gas natural mensual	35,936	m ³ /mes
Meses al año	12	mes/año
Demanda de gas natural anual	431,232	m ³ /año
Años restantes de la concesión	22	año/concesión
Demanda total de gas natural total (2020-2041)	9,487,104	m ³ /concesión
	335	MMPC/concesión

Nota: 1m³ equivale 35.3146662126613 pies cúbicos (PC)

Elaboración propia.

Para el diseño del sistema de abastecimiento de GNC a la provincia de Palpa se requiere el cálculo de la demanda de consumo diaria de gas natural: con la demanda de gas natural mensual de 35,936 m³ y considerando 30 días/mes, se obtuvo una demanda diaria de 1,198 m³ o su equivalente de 0.042 MMPCD.

Para el cálculo de la demanda de gas natural se consideró un factor de penetración de 80% de acuerdo a las siguientes condiciones:

- Según la encuesta aplicada sobre *uso de energía en la provincia de Palpa*, el 88% de los encuestados cuentan con vivienda de material noble (ver Figura 46), por lo

tanto, según la justificación técnica son los potenciales usuarios del suministro de gas natural en la provincia de Palpa.

- A este 88%, se le debe restar una tasa de negación, la cual según los resultados de la encuesta asciende a un valor de 4% (ver Figura 47).
- Se considera un 4% adicional referido a variables como migración, estacionalidad, característica de la vivienda, entre otros.

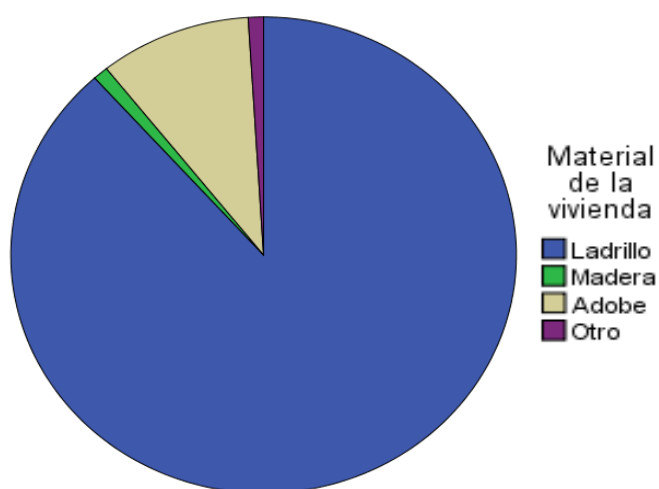


Figura 46. Material de las viviendas de los hogares de la provincia de Palpa

Fuente: Tomado de “Encuesta sobre el uso de energía en los hogares de la provincia de Palpa”
Elaboración propia.

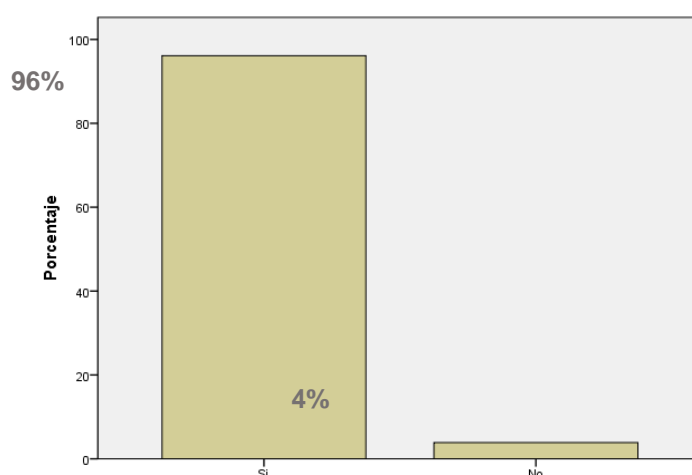


Figura 47. Aceptación de la conversión al uso de gas natural por parte de la población de la provincia de Palpa

Fuente: Tomado de “Encuesta sobre el uso de energía en los hogares de la provincia de Palpa”
Elaboración propia.

▪ **Interés de la población de Palpa para conectarse al uso de gas natural.**

Según información de la Figura 47 se demostró que existe interés por parte de la población de palpa para conectarse al suministro de gas natural, ya que el 96% de los encuestados aceptaron la conversión al gas natural en cuanto se inicien las instalaciones residenciales.

c. Proyección de la demanda de gas natural de Ica y Palpa

Según Contugas, el consumo promedio de gas natural por parte de los usuarios residenciales es 20 m³/mes. Con este dato se proyectó la demanda de consumo de gas natural por el lapso de 22 años, desde el 2020 hasta el 2041, obteniéndose una demanda total de 296'159,424 m³ o 10,456 MMPC de gas natural entre Ica y Palpa (ver Tabla 36).

Tabla 36. Proyección de la Demanda de Gas Natural Considerando Ica y Palpa desde 2020 a 2041

Años	Consumo de gas natural Ica (m3/año)	Consumo de gas natural Palpa (m3/año)	Consumo de gas natural total (m3/año)	Consumo de gas natural total (MMPC/año)
2020	13,030,560	431,232	13,461,792	475.4
2021	13,030,560	431,232	13,461,792	475.4
2022	13,030,560	431,232	13,461,792	475.4
2023	13,030,560	431,232	13,461,792	475.4
2024	13,030,560	431,232	13,461,792	475.4
2025	13,030,560	431,232	13,461,792	475.4
2026	13,030,560	431,232	13,461,792	475.4
2027	13,030,560	431,232	13,461,792	475.4
2028	13,030,560	431,232	13,461,792	475.4
2029	13,030,560	431,232	13,461,792	475.4
2030	13,030,560	431,232	13,461,792	475.4
2031	13,030,560	431,232	13,461,792	475.4
2032	13,030,560	431,232	13,461,792	475.4
2033	13,030,560	431,232	13,461,792	475.4
2034	13,030,560	431,232	13,461,792	475.4
2035	13,030,560	431,232	13,461,792	475.4
2036	13,030,560	431,232	13,461,792	475.4
2037	13,030,560	431,232	13,461,792	475.4
2038	13,030,560	431,232	13,461,792	475.4
2039	13,030,560	431,232	13,461,792	475.4
2040	13,030,560	431,232	13,461,792	475.4
2041	13,030,560	431,232	13,461,792	475.4
Total	286,672,320	9,487,104	296,159,424	10,459

Nota: 1m³ equivale 35.3146662126613 pies cúbicos (PC).
Elaboración propia.

5.2.2. Determinación de la matriz de abastecimiento de GNC

Para determinar el lugar de abastecimiento de GNC a la Estación de descompresión y regulación de la provincia de Palpa (EDR), se consideraron dos alternativas: la primera, desde el city gate de Ica, y la segunda, desde el city gate de nazca. Para seleccionar la alternativa de mayor factibilidad se realizó una simulación de ruta en google maps considerando las coordenadas geográficas de cada fuente de abastecimiento y la EDR de Palpa (ver Tabla 37).

Tabla 37. Coordenadas Geográficas de las Fuentes de Abastecimiento de Gas Natural Comprimido

Estación de Regulación de Presión	Estructura	Coordenadas geográficas	
		Latitud	Longitud
City Gate Ica	City Gate	-14.0772579	-75.796186375
City Gate Nazca	City Gate	-14.8641941	-74.980803350
Estación de descompresión Palpa	EDR propuesta	-14.5374940	-75.185003000

Elaboración propia.

A continuación, en la Tabla 38 se presentan las principales características obtenidas a partir de la simulación de ruta (ver Figuras 49 y 50), las mismas que permitieron seleccionar el lugar de abastecimiento de mayor factibilidad.

Tabla 38. Posibles Fuentes de Abastecimiento de Gas Natural Comprimido a la Provincia de Palpa

Características	Opción 1: City Gate Ica	Opción 2: City Gate Nazca
Características de la ruta:		
▪ Distancia a la EDR de Palpa (Km)	99.4	54.9
▪ Velocidad de transporte promedio (Km/h)	60	60
▪ Tiempo de ruta (Min)	99.60	55.20
▪ Tiempo de ruta (+20% Ica; + 10% Nazca)	119.52	60.72
Características técnicas del city gate		
▪ Presión de salida (Bar)	34.5	19
▪ Capacidad (MMPCD)	32.93	4.32
▪ Capacidad consumida al 2017 (MMPCD)	0.50	0.62
▪ Capacidad consumida proyectada al 2020 (MMPCD)	0.04	0.09

Elaboración propia en google maps.

Con los resultados obtenidos, se determinó que el lugar de abastecimiento de mayor factibilidad es el city Gate de Nazca ya que representa menor tiempo de transporte hasta la provincia de Palpa y, por ende, menores costos de operación.

Las condiciones de la ruta desde el city gate de Ica a la EDR de Palpa son menos favorables en cuanto a condiciones de traslado, por ello el tiempo de ruta se incrementa en 20%:

- Cantidad de semáforos: 10 semáforos desde Ica comparado con cuatro semáforos desde Nazca, lo cual incrementa el tiempo de transporte en 20%.
- Cantidad de distritos a atravesar: siete distritos desde Ica comparado con tres desde Nazca.
- Accidentabilidad: presencia de curvas pronunciadas desde Ica comparado con línea recta desde Nazca.
- Conectividad: Desde Ica se pierde la conectividad celular por un lapso de 20 min en el distrito de Santa Cruz, lo cual genera riesgos en el monitoreo de los vehículos.

Asimismo, se ha considerado que la EDR de Palpa se instale en un local de la Municipalidad Provincial de Palpa ubicado en la Avenida Garcilazo de la Vega s/n. tal como se muestra en la Figura 48.



Figura 48. Ubicación de centro de descompresión de Palpa

Nota: El Plano de distribución de la EDR de Palpa se ha plasmado en el Anexo 9.
Elaboración propia en Google maps.

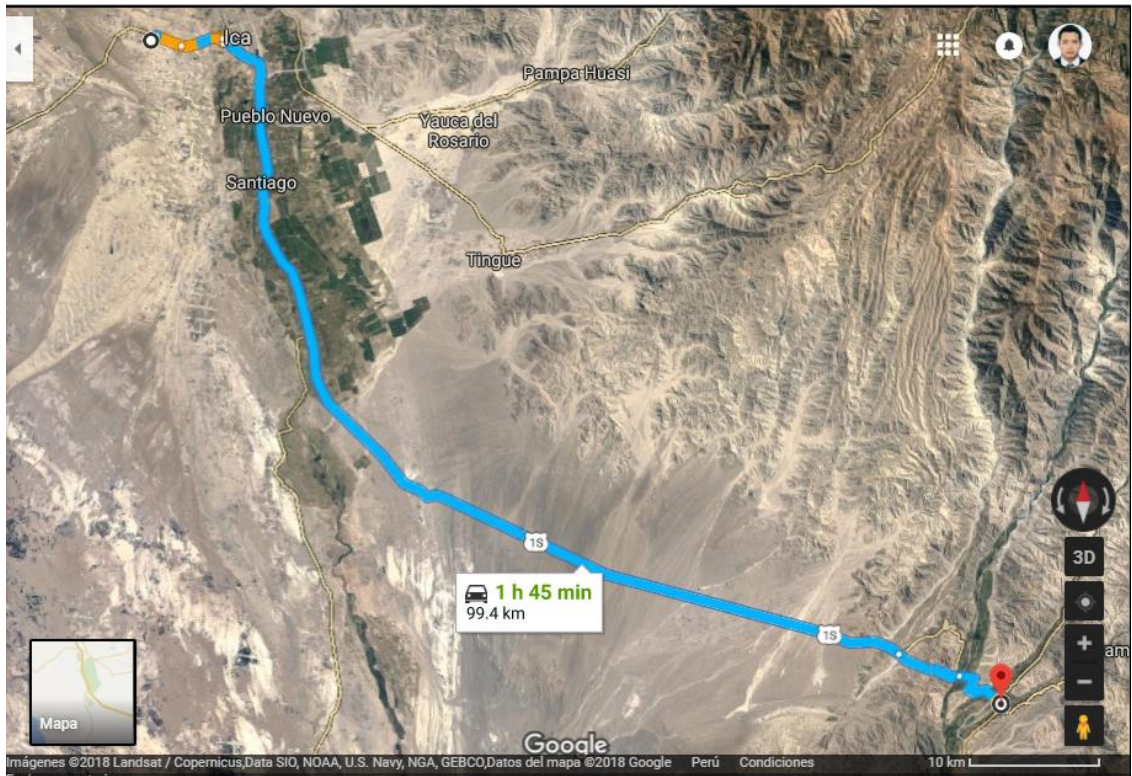


Figura 49. Simulación del abastecimiento de GNC a la EDR desde el city gate de Ica
Elaboración propia en Google maps.

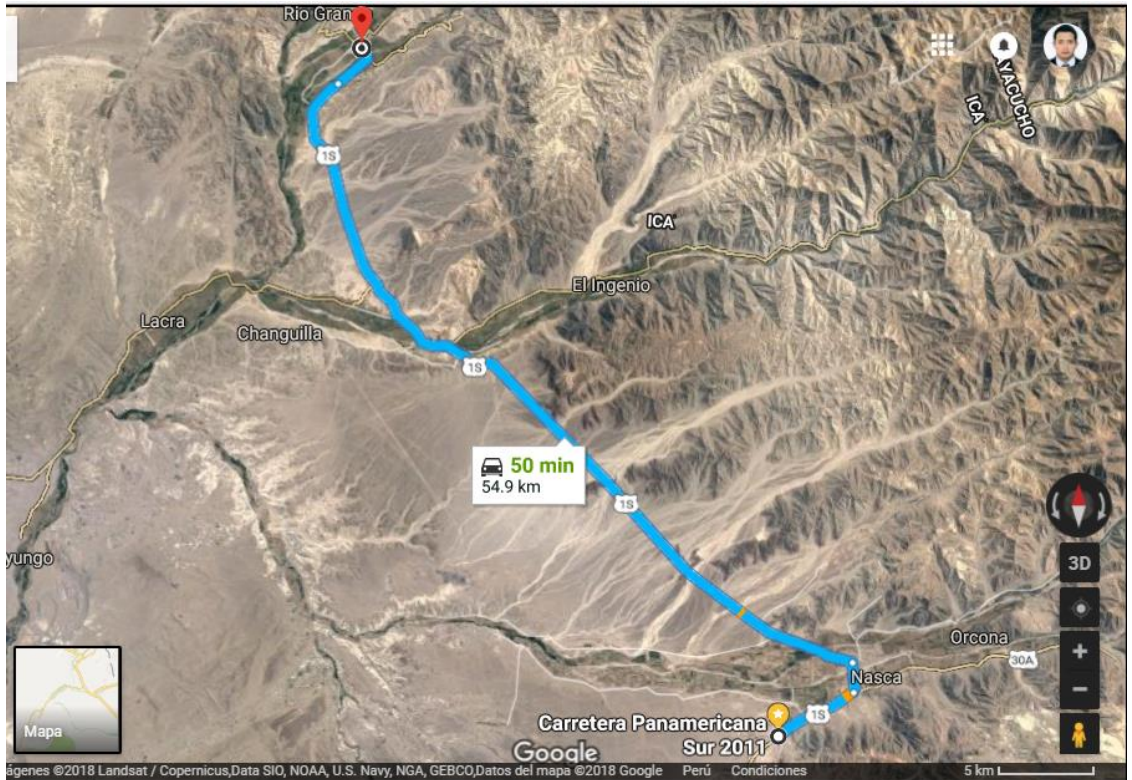


Figura 50. Simulación del abastecimiento de GNC a la EDR desde el city gate de Nazca
Elaboración propia en Google maps.

5.2.3. Evaluación de la disponibilidad de Tecnología

Las cinco provincias de Palpa son alejadas entre sí, dos de ellas incluso divididas por las cuencas hídricas del Río Grande y Viscas; en este contexto, la tecnología modular presenta ventajas operacionales en cuanto a la tecnología tubular, las mismas que se detallan a continuación en la Tabla 39.

Tabla 39. Variables Comparativas de Tecnologías de Gasoductos Virtuales

Variable de competencia	Tecnología modular	Tecnología tubular
Fuente de gas	Gasoductos, plantas de tratamiento, plantas de GNC, etc.	Gasoductos, plantas de tratamiento, plantas de GNC, etc.
Abastecimiento	Residencias e industrias	Industrias
Nodos de abastecimiento	De uno a varios nodos (escalabilidad)	Mayormente de nodo a nodo
Tipos de consumidores	Pequeños a grandes consumidores	Grandes consumidores

Elaboración propia.

Con información de la Tabla 39 y lo antes descrito en el capítulo 2.2.10, se concluyó adoptar la tecnología modular como la tecnología técnicamente viable para el abastecimiento de gas natural comprimido desde el city gate de nazca hasta la EDR de la provincia de Palpa (ver Figura 51).

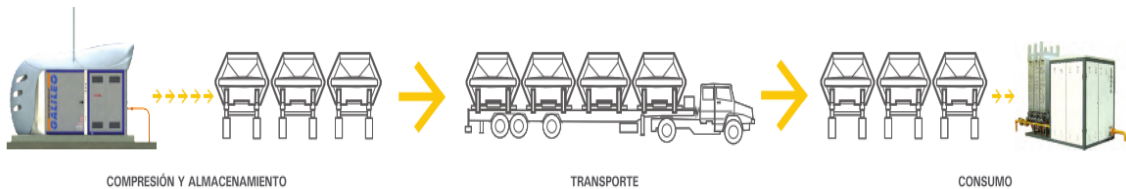


Figura 51. Tecnología modular para el abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa

Fuente: Tomado de <https://www.galileoar.com/compresores-gnc-gnv/microbox/>

5.2.4. Diseño del sistema de abastecimiento de GNC

a. Diagrama de Operaciones del Proceso de abastecimiento de GNC a la provincia de Palpa

Para realizar el diseño del sistema de abastecimiento de GNC, fue necesario desarrollar la secuencia de procesos que permiten el abastecimiento de GNC.

En la Figura 52 se muestra el diagrama de procesos (To-Be) del abastecimiento de GNC a la provincia de Palpa.

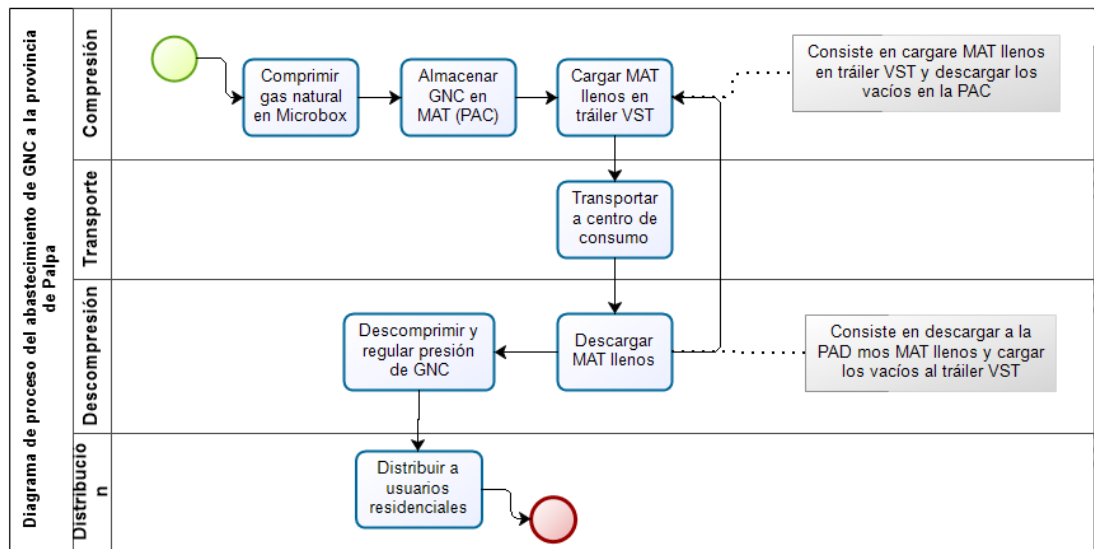


Figura 52. Diagrama de procesos del abastecimiento de GNC a la provincia de Palpa.

Elaboración propia.

Asimismo, en la Figura 53 se muestra el diagrama de procesos detallado del abastecimiento de GNC incluyendo los procesos de consumo y facturación.

De la figura se concluyó que el proceso de abastecimiento de gas natural mediante GNC es similar a los procesos de abastecimiento de gas natural por ductos o mediante GNL, únicamente los procesos propios de cada modalidad generan la diferencia en el abastecimiento de gas natural.

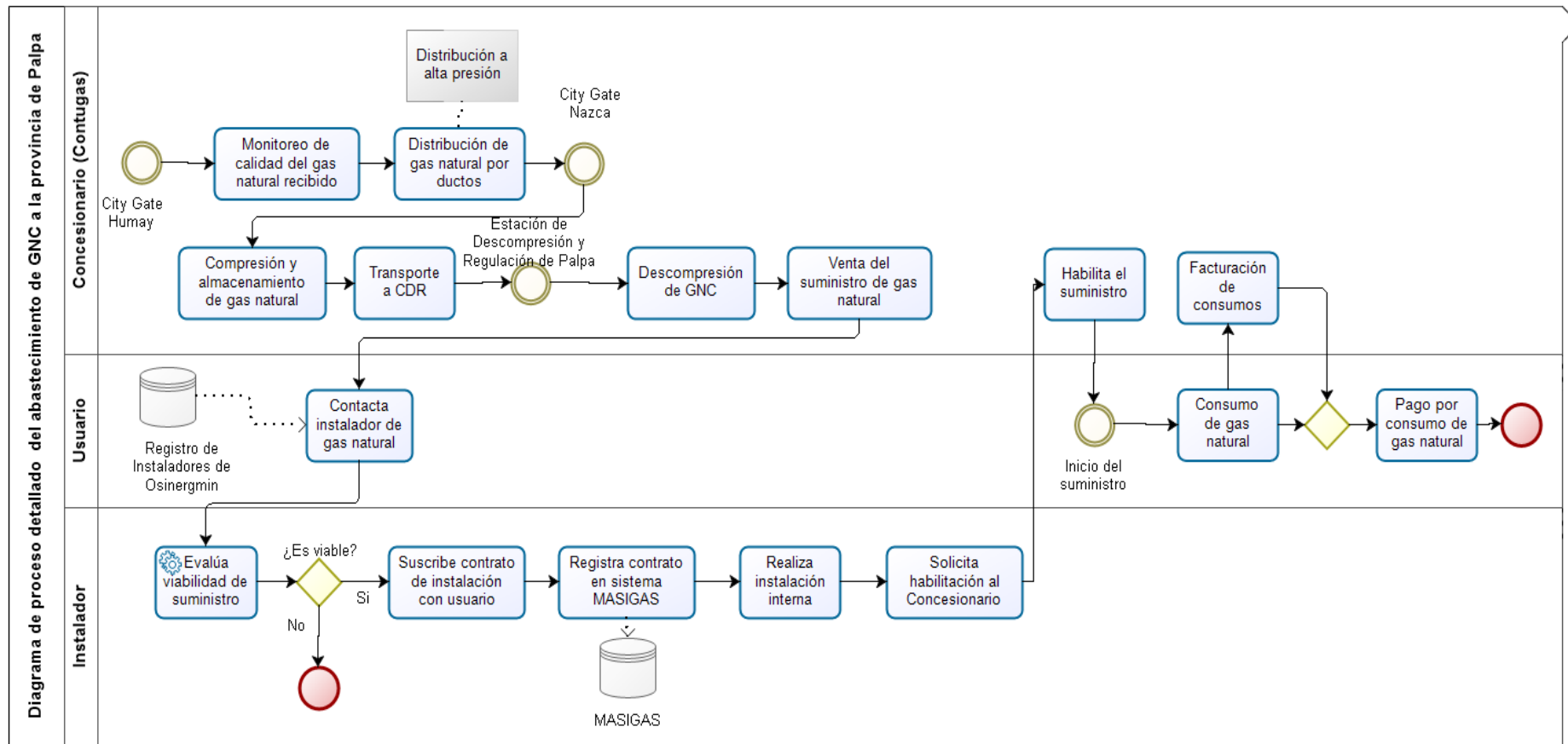


Figura 53. Diagrama de procesos detallado del abastecimiento de GNC a la provincia de Palpa

Elaboración propia.

Por otro lado, el diseño del sistema de abastecimiento de GNC está basado en la determinación de los componentes necesarios a instalar para satisfacer la demanda calculada de gas natural de Palpa equivalente a $1,198 \text{ m}^3/\text{día}$.

Los componentes son los siguientes:

- Compresor Microbox
- Plataformas PAC
- Módulos MAT
- Tráiler VST
- Plataformas PAD
- Regulador de presión

b. Diagrama de consumos y recargas de GNC en función al tiempo

La GART de Osinergmin en su informe *Sistemas de transporte y distribución en el Perú* (2015), informa que los camiones GNC pueden transportar hasta cuatro módulos MAT con una capacidad de $1,500 \text{ m}^3$ cada uno. Asimismo, según Galileo se tiene que la capacidad de descarga de cada módulo es al 70%, es decir la capacidad descargada será de $1,200 \text{ m}^3$ por módulo.

Con estos datos se tiene que un módulo MAT abastece la demanda diaria de $1,198 \text{ m}^3/\text{día}$. Considerando tres MAT en operación en la estación de descompresión y regulación (EDR) de Palpa, y dos MAT en el tráiler VST para carga en el City Gate de Nazca (EC); se obtuvo una capacidad de abastecimiento de $2,400 \text{ m}^3$ de gas natural por viaje.

Con la demanda diaria de $1,198 \text{ m}^3/\text{día}$, se calculó que un viaje abastece para dos días, es decir, la recarga de los módulos MAT se realizaría antes de finalizar el segundo día de consumo, tal como se muestra en la Figura 54.

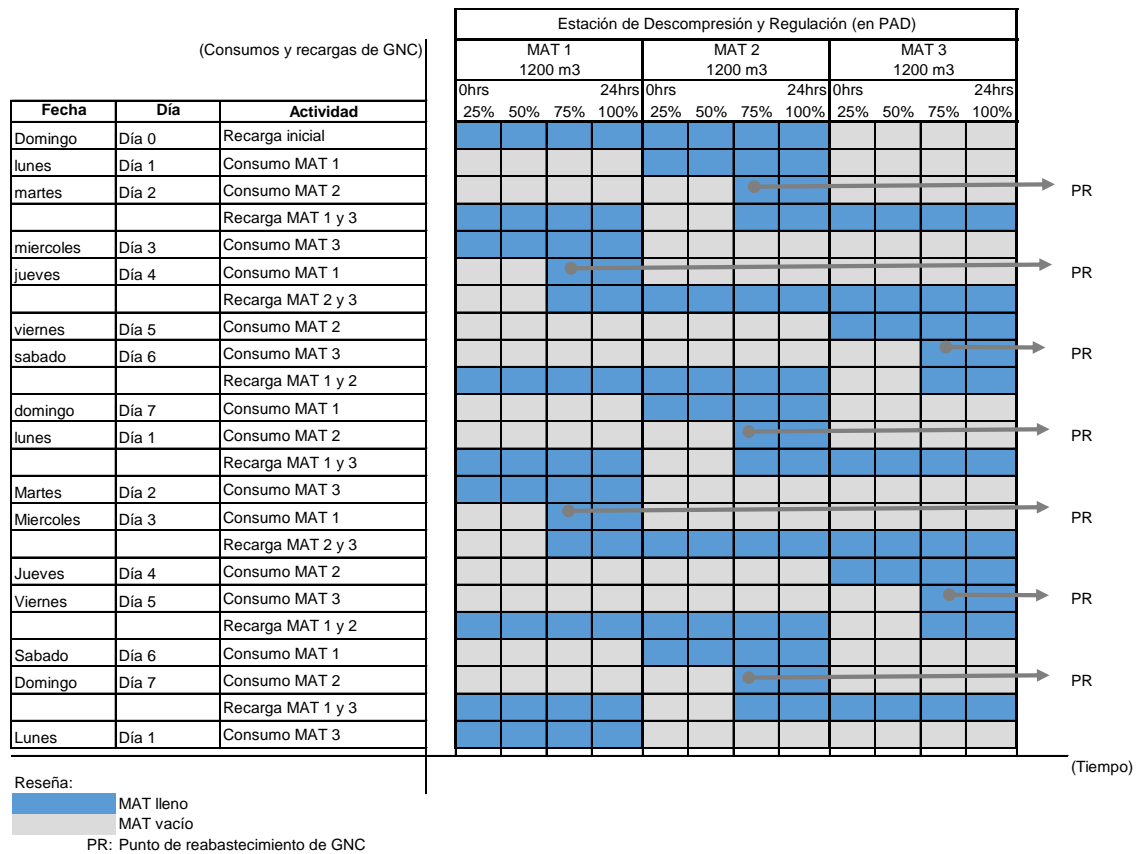


Figura 54. Diagrama de consumos y recargas de GNC en función al tiempo
Elaboración propia.

c. Diagrama de Operaciones y Flujo del Proceso de abastecimiento de GNC a la provincia de Palpa

El tiempo de abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa desde el city gate de Nazca se ha obtenido en función a las actividades desarrolladas en las Figuras 54, 55 y 56), y se ha calculado en 385.2 min o su equivalente de 6.4 Hr.

A continuación, se describen las principales actividades que generan mayor tiempo durante el proceso de abastecimiento de GNC:

- Compresión en módulos de almacenamiento del compresor: 143.8 min

Considerando los datos de las Tablas 13 y 14, se tiene que, a una presión de succión de 19 Bar, el compresor carga los módulos MAT a una razón de 1,252 m³/h, con lo cual se obtiene un tiempo de compresión de 143.8 min. (para ambos módulos MAT).

- Almacenar GNC en MAT del Tráiler VST: 40 min

El GNC en los módulos del compresor, se almacenan directamente en los MAT ubicados en el Tráiler VST. Según Galileo, se considera 20 min por cada MAT.

- Tiempo de ruta o transporte de MAT llenos: 60.7 min

Es el tiempo que demora el Tráiler en trasladarse desde la EC hasta la EDR, según lo mostrado en la Tabla 38, asciende a 60.7 min.

- Tiempo de carga y descarga de MAT: 20 min

Es el tiempo que demora el operador en realizar el intercambio de MAT llenos por vacíos en la EDR con ayuda de la plataforma ST, según Galileo, se considera 10 min por cada MAT.

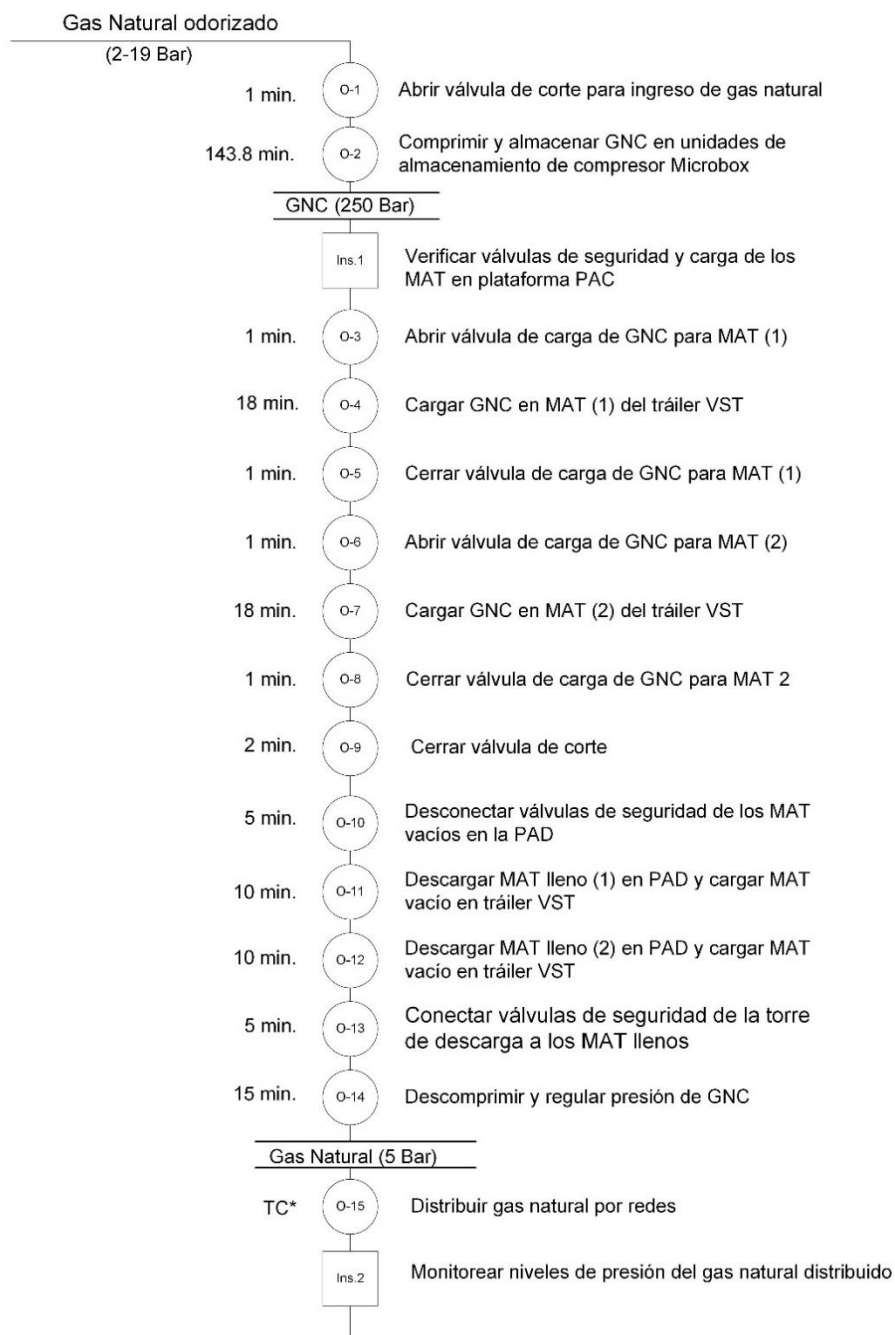
Con lo antes descrito, en la Tabla 40 se detallan los componentes del sistema GNC para abastecer gas natural a la provincia de Palpa:

Tabla 40. Componentes del Sistema de Abastecimiento de Gas Natural Comprimido

Componente	Cantidad
Compresor	1
Plataformas PAC	2
Módulos MAT	5
Tráiler VST	1
Plataformas PAD	2
Estación de regulación	1
Elaboración propia.	

DIAGRAMA DE OPERACIÓN DEL PROCESO

Proceso: Abastecimiento de GNC a Palpa / Referencia: City Gate Nazca – EDR Palpa / Método: To Be
Diagrama N° 02 / Dibujado por: K.G.Y.



Resumen:

Evento	Número	Tiempo
Operaciones	15	231.8 minutos
Inspecciones	02	Trabajo día

(*) TC: Tiempo constante no definido

Figura 55. DOP cuantificado del abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa (Proceso To-Be)

Elaboración propia.

Diagrama de Flujo del Proceso									
Evento	Resumen					Tiempo (min.)	Distancia (m)	Referencia: Simulación del Abastecimiento de GNC a la provincia de Palpa	
	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacén			Proceso: Abastecimiento de GNC a Palpa	Muestra: Observación
Presente	15	4	2	0	2	373	61,000	Personal: Ope/Cond	Analista: KGY
Mejora						378.8	110,000	Método: TO-BE	Tipo: Proceso
Costo/ahorros									
Descripción de los eventos	Símbolos					Tiempo (min.)	Distancia (m)	Recomendaciones / observaciones	
Abrir válvula de corte para ingreso de gas natural	○	⇨	□	D	▽	1		Valvula que permite el acceso del gas natural proveniente del city gate al compresor	
Comprimir y almacenar GNC en unidades de almacenamiento de compresor	○	⇨	□	D	▽	144		Módulos propios del compresor Microbox	
Esperar tráiler VST en zona de parqueo de Centro de Compresión	○	⇨	□	D	▽			El conductor espera orden de ingreso	
Ingresar Tráiler VST a Centro de Compresión	○	⇨	□	D	▽	10	100		
Verificar válvulas de seguridad y carga de los MAT en plataforma PAC	○	⇨	□	D	▽	5		Para llenar GNC desde el compresor hasta los MAT ubicados en el tráiler VST	
Abrir válvula de carga de GNC para MAT (1)	○	⇨	□	D	▽	1			
Cargar GNC en MAT (1) de la PAC	○	⇨	□	D	▽	18			
Cerrar válvula de carga de GNC para MAT (1)	○	⇨	□	D	▽	1			
Abrir válvula de carga de GNC para MAT (2)	○	⇨	□	D	▽	1			
Cargar GNC en MAT (2) de la PAC	○	⇨	□	D	▽	18			
Cerrar válvula de carga de GNC para MAT 2	○	⇨	□	D	▽	1			
Cerrar válvula de corte	○	⇨	□	D	▽	2			
Transportar MAT llenos al Centro de Descompresión y Regulación	○	⇨	□	D	▽	61	54,900		
Esperar en zona de parqueo del Centro de Descompresión y Regulación	○	⇨	□	D	▽			El conductor espera orden de ingreso	
Ingresar Tráiler VST a Centro de Descompresión y Regulación	○	⇨	□	D	▽	10	100		
Desconectar válvulas de seguridad de los MAT vacíos en la PAD	○	⇨	□	D	▽	5			
Descargar MAT lleno (1) en PAD y cargar MAT vacío en tráiler VST	○	⇨	□	D	▽	10			
Descargar MAT lleno (2) en PAD y cargar MAT vacío en tráiler VST	○	⇨	□	D	▽	10			
Transportar MAT vacíos a Centro de Compresión	○	⇨	□	D	▽	61	54,900		
Conectar válvulas de seguridad de la torre de descarga a los MAT llenos	○	⇨	□	D	▽	5		Para iniciar la regulación de presión y posterior distribución	
Descomprimir y regular presión de gas natural	○	⇨	□	D	▽	15			
Distribuir gas natural por redes	○	⇨	□	D	▽	ND		Es el inicio de la distribución de gas natural a los usuarios finales (viviendas)	
Monitorear niveles de presión de gas natural distribuido	○	⇨	□	D	▽				

Figura 56. Simulación del proceso de abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa

Elaboración propia.

5.3. Evaluación de la Factibilidad Económica

En lo concerniente a factibilidad económica, está basado en: cálculo de la inversión fija y capital de trabajo, cálculo de la tarifa, cálculo del ahorro con respecto al GLP y la aplicación de subsidios necesaria para la conversión al gas natural.

5.3.1. Calculo de la inversión

Para realizar la estimación de costos de los componentes del sistema de abastecimiento de GNC, se recurrió a las siguientes fuentes:

- Empresa peruana de abastecimiento de componentes de GNC quienes facilitaron una cotización con información de costos de: Compresor Microbox, Tráiler de carga para dos MAT, cinco MAT, dos PAC, dos PAD y un regulador de presión; y costos de instalación de dichos componentes.
- Empresa peruana del sector construcción, quienes proporcionaron información referente al costo de infraestructura del centro de descompresión de Palpa.
- Información secundaria del proyecto *Sistema de Abastecimiento de GNC y GNV hacia las ciudades de Abancay, Andahuaylas, Huamanga, Huanta, Huancavelica, Huancayo, Jauja, Cuzco, Juliaca y Puno (10 ciudades altoandinas)* del MINEM.

a. Inversión Fija y capital de trabajo

Se agrupa en inversión tangible e intangible, diferenciación que facilitó el coste del proyecto en la fase pre y operativa.

i. Inversión fija intangible

En este rubro de inversión se han incluido todos los gastos a realizarse en la etapa preoperativa del proyecto, se muestra en la Tabla 41.

Tabla 41. Inversión Fija Intangibles

Rubro	Costo total (US\$)
Inversión Fija Intangible	
Estudios y proyectos de ingeniería	5,000.00
Costos de organización	1,500.00
Costos de entrenamiento de personal	2,000.00
Costos de puesta en marcha	1,000.00
Licencias y permisos	3,000.00
Total, Intangibles	12,500.00

Elaboración propia.

ii. Inversión fija tangible

La inversión tangible son los gastos que se reflejan en bienes claramente identificables, se ha segmentado en sistema GNC, terrenos y redes externas; se detallan a continuación en la Tabla 42.

Tabla 42. Inversión Fija Tangible

Rubro	Cantidad	Costo unitario (US\$)	Costo total (US\$)
Sistema GNC			1,291,000.00
Estación de Compresión (EC)			390,000.00
Compresor Microbox	1	290,000.00	290,000.00
Terreno para EC (City Gate Nazca)	1	0.00	0.00
Infraestructura e instalación de EC	1	40,000.00	40,000.00
Conexión a gasoducto de EC	1	50,000.00	50,000.00
Plataforma de almacenamiento y carga (PAC)	2	5,000.00	10,000.00
Transporte			715,000.00
Módulos de almacenamiento y transporte (MAT)	5	95,000.00	475,000.00
Tráiler de transporte VST para dos MAT	1	90,000.00	90,000.00
Tracto camión	1	150,000.00	150,000.00
Estación de Descompresión y Regulación de Palpa (EDR)			186,000.00
Plataforma de almacenamiento y descarga (PAD)	2	5,000.00	10,000.00
Planta de regulación de presión (PRP)	1	75,000.00	75,000.00
Terreno para EDR (Municipalidad de Palpa)	1	1,000.00	1,000.00
Infraestructura e instalación de PRP	1	100,000.00	100,000.00
Redes externas			718,800.00
Costo de redes externas (1,797 viviendas x 10 m red)	17,970	40.00	718,800.00
Total, Tangibles			2,009,800.00

Elaboración propia.

- Sistema GNC

Se ha desarrollado en función a los componentes descritos en la Tabla 40, además se han considerado los costos incurridos en instalaciones y adaptaciones (ver Tabla 42).

- Terreno

La EC será instalada en el City Gate de Nazca, por lo tanto, el costo del terreno se ha considerado US\$0.00. El terreno para la ubicación de la EDR de Palpa será asumido por el municipio de la provincia de Palpa, por lo tanto, tiene un costo de US\$0.00. Sin embargo, para el desarrollo del proyecto se consideró la suma de US\$ 1,000 para los trámites y registros necesarios (ver Tabla 42).

- Redes externas

Según la metodología propuesta por Ormeño et al. (2012), el costo por metro de tubería de polietileno es de US\$40, el cual incluye materiales, mano de obra, equipos y maquinarias; y que por vivienda corresponden 10 m de tubería de polietileno (ver Figura 57). Asimismo, con la demanda de 1,797 viviendas se obtuvo en total 17,970 m de polietileno a un costo de US\$40, lo que genera un costo total en redes de US\$ 718,800 dólares americanos (ver Tabla 42).

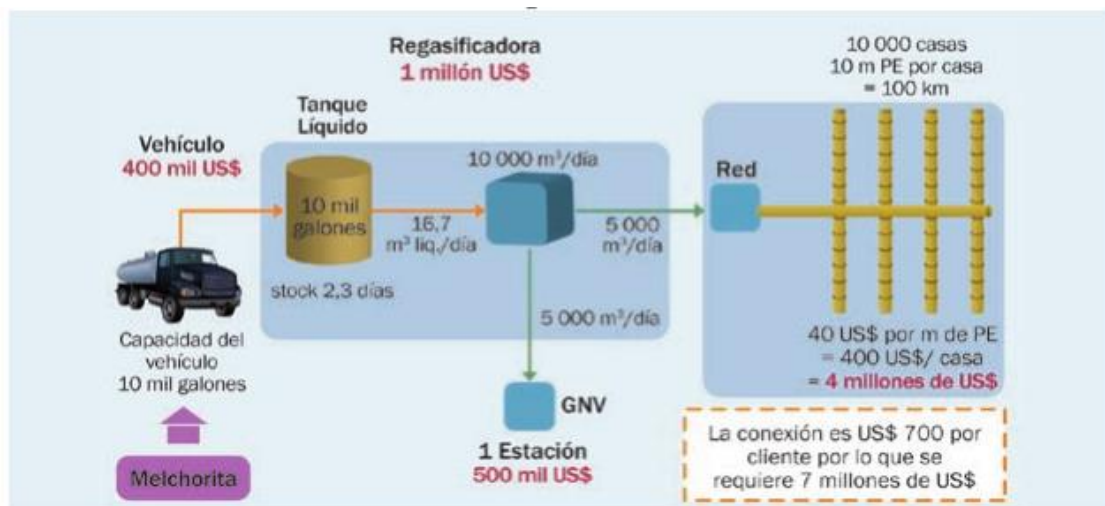


Figura 57. Método para el cálculo del costo de redes

Fuente: Obtenido de “Masificación del Gas Natural: hoja de ruta para acelerar su desarrollo” por Ormeño et al., 2012.

iii. Capital del trabajo.

Está conformada por los recursos económicos necesarios para el inicio real del proyecto en su etapa operativa, contempla el pago de servicios, de personal, implementos y todo lo requerido para la puesta en marcha del proyecto (ver Tabla 43).

Tabla 43. Capital de Trabajo

Rubro	Costo total (US\$)
Capital de trabajo: 2% inversión tangible	40,196.00
Imprevistos (5% capital de trabajo)	25,009.80
Total, capital de trabajo	42,205.80

Elaboración propia.

iv. Inversión fija y capital de trabajo del proyecto

En base a los cálculos precedentes, en la Tabla 44 se presenta el resumen de la inversión total del proyecto.

Tabla 44. Inversión Fija y Capital de Trabajo del Sistema Abastecimiento de Gas Natural Comprimido

Rubro	Costo total (US\$)	Costo total (S/.)
Inversión Fija Intangible	12,500.00	40,637.50
Inversión Fija Tangible	2,009,800.00	6,533,859.80
Capital de Trabajo	42,205.80	137,211.06
Total, Inversión	2,064,505.80	6,711,708.36

Nota: El tipo de cambio para la conversión de la inversión a soles es TC=3.251, el cual es el cambio aprobado por Osinergmin y Contugas en el periodo tarifario de junio 2018.
Elaboración propia.

b. Costos de operación y mantenimiento

i. Costos de operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento GNC

En la Tabla 45 se presentan los costos referidos a operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de GNC a la provincia de Palpa.

Tabla 45. Costos de Operación y Mantenimiento del Sistema de Abastecimiento de Gas Natural Comprimido

Concepto	Cantidad	Costo unitario (US\$)	Costo total (US\$)	Costo total (S/.)
Estación de Compresión (EC)			110,000.00	357,610.00
Costo de OyM de compresor	1	10,000.00	10,000.00	32,510.00
Costo anual de electricidad de compresor	1	100,000.00	100,000.00	325,100.00
Transporte			58,500.00	190,183.50
Costo de OyM de MAT	5	500.00	2,500.00	8,127.50
Operación, seguros y mantenimiento de tracto	1	50,000.00	50,000.00	162,550.00
Costo de OyM de tráiler VST	1	2,000.00	2,000.00	6,502.00
Costo de OyM de PAC y PAD	4	1,000.00	4,000.00	13,004.00
Estación de Descompresión (ED)			10,000.00	32,510.00
Costo de OyM de ERP	1	10,000.00	10,000.00	32,510.00
Total, de costos anuales de OyM			178,500.00	580,303.50

Nota: El tipo de cambio para la conversión de la inversión a soles es TC=3.251, el cual es el cambio aprobado por Osinergmin y Contugas en el periodo tarifario de junio 2018.

Elaboración propia.

ii. Costos de personal del sistema de abastecimiento GNC

En cuanto a personal encargado de trabajar en el sistema de abastecimiento de GNC, se ha dimensionado cinco trabajadores: un conductor profesional para operar el Tráiler de transporte de GNC, un personal de seguridad para vigilar las instalaciones y facilitar el acceso del tráiler, un ingeniero supervisor para operar el sistema de GNC y controlar los parámetros de funcionamiento y seguridad, un administrador y una secretaria quienes se encargarán de la parte comercial (ver Tabla 46).

Tabla 46. Costos de Personal del Sistema de Abastecimiento de Gas Natural Comprimido

Concepto	Chofer	Seguridad	Superviso r	Administrado r	secretaria	Total (S/.)
Cantidad de personas	1	1	1	1	1	
Remuneración	3,000.00	1,500.00	4,500.00	3,000.00	1,500.00	13,500.00
CTS POR MES	291.67	145.83	437.50	291.67	145.83	1,312.50
GRATIFICACIONES	500.00	250.00	750.00	500.00	250.00	2,250.00
BONIFICACIÓN (9%)	45.00	22.50	67.50	45.00	22.50	202.50
VACACIONES	250.00	125.00	375.00	250.00	125.00	1,125.00
ESSALUD (9%)	270.00	135.00	405.00	270.00	135.00	1,215.00
SCTR (1%)	30.00	15.00	45.00	30.00	15.00	135.00
Sub total costo de personal mensual	4,386.67	2,193.33	6,580.00	4,386.67	2,193.33	19,740.00
						236,880.0
Total costos personal anual (S/.)	52,640.00	26,320.00	78,960.00	52,640.00	26,320.00	0
Total costos personal anual (US\$)	16,191.94	8,095.97	24,287.91	16,191.94	8,095.97	72,863.73

Elaboración propia.

Asimismo, se han considerado las siguientes premisas que no se han incluido como parte del costo de personal:

- El personal para la instalación de la acometida y tubería de conexión: no se considera como parte del costo del proyecto ya que es un costo que asume el Usuario que se conecta al gas natural, es regulado por Osinergmin y realizado únicamente por personal de Contugas, quien dispone de dicha mano de obra y su costo ha sido reconocido en la tarifa vigente.
- El personal para el mantenimiento de las redes: el mantenimiento de redes se realiza cada quinquenio y está a cargo de Contugas, quien también dispone de mano de obra y su costo ya ha sido reconocido en la tarifa actual.
- En efecto, según el informe: regulación *de tarifas de transporte y distribución* de la GART de Osinergmin (2015), los cargos por inspección, supervisión, habilitación para consumidores residenciales están incluidos en la tarifa vigente. Por este motivo se pretende que este proyecto sea incluido en la tarifa actual para que los usuarios de Palpa asuman aquellos costos ya reconocidos.
- El personal para la instalación de redes en las viviendas (instalación interna): es un costo de libre mercado que asume el Usuario de gas natural, los instaladores pertenecen a empresas autorizadas por Osinergmin.
Para realizar una instalación interna a un usuario nuevo, el instalador y el usuario firman un contrato donde, entre otros, se especifica que el instalador ofrece una garantía de tres años por la calidad y operatividad de la instalación.
- Asimismo, dicha instalación interna debe ser habilitada por personal de Contugas, es decir, Contugas certifica que una instalación interna está operativa al 100%. Por tales motivos no se consideran costos de mantenimiento hasta antes de la revisión quinquenal.

iii. Gastos de operación del sistema de abastecimiento GNC

Los gastos de operación están referidos a los servicios que se requieren para la operación de las instalaciones del sistema de abastecimiento de GNC y a la vestimenta de los trabajadores (ver Tabla 47).

Tabla 47. Gastos de Operación del Sistema de Abastecimiento GNC

Gastos de Operación	Costo Mensual (S/.)	Costo Anual (S/.)	Costo Anual (US\$)
Servicio de energía eléctrica	254	3,051	938
Servicio de agua potable	119	1,424	438
Servicio de telefonía fija e internet	102	1,220	375
Servicio de telefonía móvil	297	3,559	1,095
Servicio de mensajería (service) – lectura medidores	169	2,034	626
servicio de limpieza (service)	254	3,051	938
Vestimenta e Implementos de seguridad	375	4,500	1,384
Gastos varios	200	2,400	738
Total, gastos de operación	1,770	21,239	6,533

Elaboración propia.

5.3.2. Cálculo de la tarifa

Para realizar el cálculo de la tarifa, se empleó la fórmula financiera correspondiente al Factor de Actualización Simple (FAS_n^i), la cual se representa gráficamente acorde a la Figura 58.

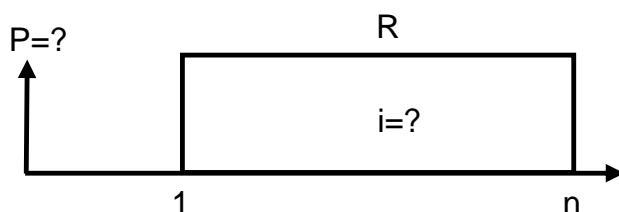


Figura 58. Diagrama del factor de actualización simple (FAS)

Elaboración propia.

Matemáticamente se representa de la siguiente manera (ver Figura 59):

$$P = R \times FAS_n^i = R \times \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i \times (1+i)^n} \right)$$

Figura 59. Fórmula matemática del factor de actualización simple (FAS)

Elaboración propia.

Donde:

P = Valor presente que se desea obtener

R = Valor equivalente de la serie desde el periodo 1 hasta el periodo n.

i = Tasa de interés, en porcentaje.

n = Periodo de aplicación, en años.

En la Tabla 48 se presentan los datos para el cálculo de la tarifa.

Tabla 48. Datos para el Cálculo de la Tarifa

Variable	u.m.	Sub Total	Total
Inversión Inicial	US\$		2,064,506
Inversión Fija Intangible	US\$	12,500.00	
Inversión Fija Tangible	US\$	2,009,800.00	
Capital de Trabajo	US\$	42,205.80	
Costos anuales	US\$/año		257,897
OyM sistema GNC	US\$/año	178,500	
Costos de personal	US\$/año	72,864	
Gastos de operación	US\$/año	6,533	
Consumo de gas natural	m ³ /año		13,461,792
Periodo de concesión	Años		22
Tasa de interés	%		16
Tipo de Cambio (Anexo 10)	S. / US\$		3.251

Elaboración propia.

En función al diagrama del factor de actualización simple (FAS), en la Figura 60 se muestra el cálculo de la tarifa de gas natural.

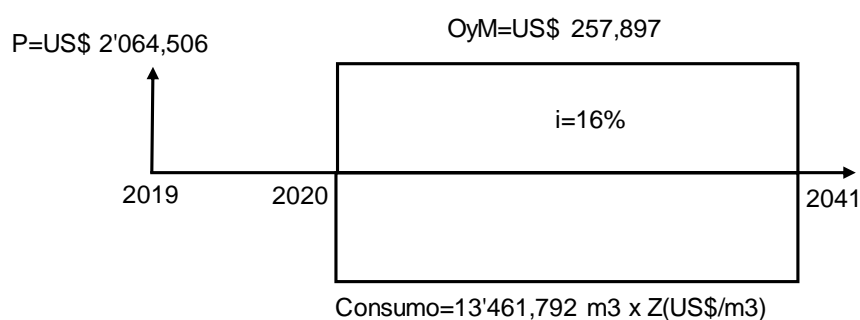


Figura 60. Cálculo de la tarifa de gas natural para usuarios residenciales

Elaboración propia.

Cuando el VPN = 0

$$2'064,506 + 257,897 \times \left(\frac{(1 + 0.16)^{22} - 1}{0.16 \times (1 + 0.16)^{22}} \right) \\ = 13'461,792 \times \left(\frac{(1 + 0.16)^{22} - 1}{0.16 \times (1 + 0.16)^{22}} \right) \times Z$$

$$2'064,506.80 + 1'550,301.84 = 80'923,226.60 \times Z$$

$$3'614,807.64 = 80'923,226.60 \times Z$$

$$0.0447 = Z \text{ (US\$ /m}^3\text{)}$$

$$0.1452 = Z \text{ (S/. /m}^3\text{)}$$

Es preciso indicar que la tarifa calculada (0.1452 S/. /m³) debe afectarse por un 12% de utilidad para Contugas, con lo cual se obtuvo una tarifa:

$$Z' = 0.1626 \text{ S/. /m}^3.$$

La GART de Osinergmin en su informe *Aplicación de la Tarifa única de distribución de gas natural (2015)*, define que la composición del precio final de gas natural (PGN) está compuesto por: Precio del Gas Natural en boca de pozo (PGBP), Costo del servicio de transporte (CST) y el costo del servicio de distribución (CSD).

$$PGN = PGBP + CST + CSD$$

- PGBP: El precio del gas natural en boca de pozo es el valor que se le paga a Camisea por el gas natural extraído de sus yacimientos.
- CST: El costo del servicio de transporte, es el valor que se le paga a la empresa Transportadora de Gas del Perú (TGP) por el transporte de gas natural por ductos desde Camisea hasta el city gate de Humay.
- CSD: El costo del servicio de distribución, es el valor que se le paga a Contugas por el servicio de distribución y comercialización del gas natural.

En la Tabla 49 se muestra el resumen del pliego tarifario de un usuario residencial de Contugas (ver Anexo 10). Con estos datos, se calculó el valor actual que pagan mensualmente los usuarios residenciales del servicio de gas natural del departamento de Ica (ver Tabla 50), el cual asciende a S/. 24.00/mes (sin incluir IGV).

Tabla 49. Costos Unitarios del Gas Natural Comercializado en Ica

Variable	u.m.	Costo unitario
Precio del gas natural (PS)	S/. / GJ	3.92181930
Tarifa del servicio de Transporte		
Costo del transporte principal (TTR)	S// sm3	0.13518399
Aporte al FISE (FISE)	S// sm3	0.00629810
Tarifa regulada de seguridad (TRS)	S// sm3	0.00000000
Tarifa del servicio de Distribución		
Margen de distribución variable	S// sm3	0.71679348
Margen de comercialización variable	S// sm3	0.10628657
Margen de distribución fijo	S// mes	1.48765760
Margen de comercialización fijo	S// mes	0.22171820

Fuente: Adaptado de “Pliego Tarifario por el servicio de gas natural a junio 2018“, Contugas 2018. Obtenido de: <http://www.contugas.com.pe/clientes/tarifas>

Nota: Se precisa que según información de Osinermin y Contugas, los costos unitarios descritos están afectados por un 12% de utilidad.

Elaboración propia.

Por otro lado, para la realización de la simulación de cálculos se ha tenido como premisa lo siguiente:

- Según estadística de Osinermin y Contugas, el consumo promedio de gas natural es de 20m³/mes.
- Según Osinermin, el poder calorífico del gas natural es de 0.03983919 GJ/m³.
- Con lo cual se obtiene una energía facturada promedio de 0.79678380 GJ/mes.

Tabla 50. Valor Actual del Servicio de Gas Natural en Ica

Variable de costo	u.m.	Costo unitario	Costo total
Consumo de gas natural	sm3/mes	20	
Poder calorífico del gas natural	GJ/sm3	0.03983919	
Energía facturada	GJ	0.79678380	
Precio del gas natural			3.12
Costo del gas natural	S// GJ	3.92181930	3.12
Tarifa del servicio de Transporte			2.70
Costo del transporte principal	S// sm3	0.13518399	2.70
Tarifa del servicio de Distribución			18.17
Margen de distribución variable	S// sm3	0.71679348	14.34
Margen de comercialización variable	S// sm3	0.10628657	2.13
Margen de distribución fijo	S// mes	1.48765760	1.49
Margen de comercialización fijo	S// mes	0.22171820	0.22
Valor del periodo (sin IGV)	S// mes		24.00
Precio del periodo (con IGV)	S// mes		28.32

Elaboración propia.

Con la tarifa calculada: $Z' = 0.1626 \text{ S/. / m}^3$, se calculó el valor futuro que pagarán todos los usuarios residenciales del departamento de Ica, incluyendo los potenciales Usuarios de Palpa, esto implica socializar los costos (ver Tabla 51), lo que originó un incremento de 13.6% en el costo de facturación mensual.

Tabla 51. Valor Futuro del Servicio de Gas Natural Considerando el Sistema GNC

Variable de costo	u.m.	valor unitario	costo total
Consumo de gas natural	sm3/mes	20	
Poder calorífico del gas natural	GJ/sm3	0.03983919	
Energía facturada	GJ	0.79678380	
Precio del gas natural			3.12
Costo del gas natural	S/ / GJ	3.92181930	3.12
Tarifa del servicio de Transporte			2.70
Costo del transporte principal	S/ / sm3	0.13518399	2.70
Tarifa del servicio de Distribución			21.42
Margen de distribución variable	S/ / sm3	0.71679348	14.34
Margen de comercialización variable	S/ / sm3	0.10628657	2.13
Margen de distribución fijo	S/ / mes	1.48765760	1.49
Margen de comercialización fijo	S/ / mes	0.22171820	0.22
Margen de Distribución GNC	S/ / sm3	0.16264735	3.25
Valor del periodo (sin IGV)	S/ / mes		27.25
Precio del periodo (con IGV)	S/ / mes		32.16

Elaboración propia.

De la tabla anterior se ha obtenido que el Margen de Distribución GNC, el cual recargará a la facturación mensual un valor de S/. 3.25/mes, con lo cual se ha obtenido una facturación mensual futura de S/. 27.25/mes (sin incluir IGV).

5.3.3. Estados financieros del proyecto

Con la nueva tarifa calculada, se formularon los estados financieros del proyecto, con el fin de evaluar si es rentable económicamente para Contugas. Se emplearon los datos de la Tabla 52 y se detallan a continuación.

Tabla 52. Datos para la Elaboración de los Estados Financieros

Variables	Valor	u.m.
Número de Viviendas en Ica	54,294	Usuarios
Número de Viviendas en Palpa	1,797	Usuarios
Valor del gas natural sin IGV (tarifa calculada)	27.25	S/. /mes
Meses al año	12	mes
Costo de gas, transporte y distribución sin IGV (sin utilidad)	23.98	S/. /mes

Elaboración propia.

a. Estado de ganancias y pérdidas proyectado

Se ha desarrollado en la Tabla 53 y 54 en función a los siguientes presupuestos proyectados sin IGV (ver desde Tablas A11.1 hasta A11.9 del Anexo 11):

- Presupuesto de ventas desde el 2020 al 2041: Se ha calculado en función a la tarifa (Z') y a los usuarios residenciales proyectados para Ica y Palpa,
- Presupuesto de inversiones, costos y gastos: En función a la Inversión total del proyecto en el 2019, costo, transporte y distribución de gas natural; costos de planilla, costos de OyM, y los gastos de operación del sistema GNC.
- Depreciaciones de los activos fijos: Se ha desarrollado en función a los componentes fijos del sistema GNC como EC, PAC, PAD, Tráiler VST, tracto camión, MAT y EDR.
- Amortización de los activos intangibles: Desarrollado en función a los activos intangibles del proyecto, los cuales se amortizan al 100%.
- Financiamiento del proyecto: El cuadro de financiamiento se ha desarrollado a un plazo de 5 años con una tasa de interés de 15% anual a rebatir. Se precisa que el monto a financiar equivale al 50% de la inversión total del proyecto que equivale a S/. 3,355,854 Soles.
- Liquidación del IGV del proyecto: Finalmente, se realizó la liquidación del IGV obteniéndose un saldo a pagar de S/. 33,750,131 Soles.

Tabla 53. Estado de Ganancias y Pérdidas del Proyecto (1)

Detalle	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ventas Palpa	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672
Ventas Ica	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731
(-) Costo de gas, transporte y distribución Palpa	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151
(-) Costo de gas, transporte y distribución Ica	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044
Utilidad Bruta	2,201,208	2,201,208	2,201,208	2,201,208	2,201,208	2,201,208	2,201,208	2,201,208	2,201,208	2,201,208	2,201,208
(-) Gastos de Operación:	1,501,626	1,501,626	1,501,626	1,501,626	1,501,626	1,501,626	1,501,626	1,501,626	1,501,626	1,501,626	1,501,626
Depreciación de Activos fijos	622,567	622,567	622,567	622,567	622,567	622,567	622,567	622,567	622,567	622,567	622,567
Amortización de Activos Intangibles	40,638	40,638	40,638	40,638	40,638	40,638	40,638	40,638	40,638	40,638	40,638
Costo de planilla de personal operativo	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880
Costo de OyM sistema GNC	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304
Servicio de energía eléctrica	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051
Servicio de agua potable	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424
Servicio de telefonía fija e internet	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220
Servicio de telefonía móvil	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559
Servicio de mensajería (service)	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034
servicio de limpieza (service)	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051
Vestimenta e Implementos de seguridad	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500
Gastos varios	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
Utilidad Operativa	699,582	699,582	699,582	699,582	699,582	699,582	699,582	699,582	699,582	699,582	699,582
(-) Gastos Financieros	503,378	402,703	302,027	201,351	100,676						
Utilidad antes de Impuestos	196,204	296,879	397,555	498,231	598,906	699,582	699,582	699,582	699,582	699,582	699,582
(-) Impuesto a las ganancias (29.5%)	57,880	87,579	117,279	146,978	176,677	206,377	206,377	206,377	206,377	206,377	206,377
Utilidad Neta	138,324	209,300	280,276	351,253	422,229	493,205	493,205	493,205	493,205	493,205	493,205

Elaboración propia.

Tabla 54. Estado de Ganancias y Pérdidas del Proyecto (2)

Detalle	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
Ventas Palpa	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672
Ventas Ica	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731
(-) Costo de gas, transporte y distribución Palpa	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151
(-) Costo de gas, transporte y distribución Ica	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044
Utilidad Bruta	2,201,208	2,201,208	2,201,208	2,201,208	2,201,208	2,201,208	2,201,208	2,201,208	2,201,208	2,201,208	2,201,208
(-) Gastos de Operación:	1,501,626	1,501,626	1,501,626	1,501,626	1,501,626	1,501,626	1,501,626	1,501,626	1,501,626	1,501,626	1,501,626
Depreciación de Activos fijos	622,567	622,567	622,567	622,567	622,567	622,567	622,567	622,567	622,567	622,567	622,567
Amortización de Activos Intangibles	40,638	40,638	40,638	40,638	40,638	40,638	40,638	40,638	40,638	40,638	40,638
Costo de planilla de personal operativo	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880
Costo de OyM sistema GNC	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304
Servicio de energía eléctrica	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051
Servicio de agua potable	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424
Servicio de telefonía fija e internet	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220
Servicio de telefonía móvil	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559
Servicio de mensajería (service)	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034
servicio de limpieza (service)	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051
Vestimenta e Implementos de seguridad	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500
Gastos varios	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
Utilidad Operativa	699,582	699,582	699,582	699,582	699,582	699,582	699,582	699,582	699,582	699,582	699,582
(-) Gastos Financieros											
Utilidad antes de Impuestos	699,582	699,582	699,582	699,582	699,582	699,582	699,582	699,582	699,582	699,582	699,582
(-) Impuesto a las ganancias (29.5%)	206,377	206,377	206,377	206,377	206,377	206,377	206,377	206,377	206,377	206,377	206,377
Utilidad Neta	493,205	493,205	493,205	493,205	493,205	493,205	493,205	493,205	493,205	493,205	493,205

Elaboración propia.

b. Flujo de caja proyectado

Se ha desarrollado en las Tablas 55 y 56.

Tabla 55. Flujo de Caja Económico y Financiero del Proyecto (1)

Años	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
INGRESOS	0	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216
EGRESOS:												
ACTIVOS FIJOS	7,709,955											
ACTIVOS INTANGIBLES	47,952											
CAPITAL DE TRABAJO	161,909											
Costo de gas, transporte y distribución Palpa		610,238	610,238	610,238	610,238	610,238	610,238	610,238	610,238	610,238	610,238	610,238
Costo de gas, transporte y distribución Ica		18,437,552	18,437,552	18,437,552	18,437,552	18,437,552	18,437,552	18,437,552	18,437,552	18,437,552	18,437,552	18,437,552
Costo de planilla de personal operativo		236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880
Costo de OyM sistema GNC		684,758	684,758	684,758	684,758	684,758	684,758	684,758	684,758	684,758	684,758	684,758
Servicio de energía eléctrica		3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
Servicio de agua potable		1,680	1,680	1,680	1,680	1,680	1,680	1,680	1,680	1,680	1,680	1,680
Servicio de telefonía fija e internet		1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440
Servicio de telefonía móvil		4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200
Servicio de mensajería (service)		2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
servicio de limpieza (service)		3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
Vestimenta e Implementos de seguridad		5,310	5,310	5,310	5,310	5,310	5,310	5,310	5,310	5,310	5,310	5,310
Gastos varios		2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
Total egresos	7,919,816	19,994,058	19,994,058	19,994,058	19,994,058	19,994,058	19,994,058	19,994,058	19,994,058	19,994,058	19,994,058	19,994,058
Flujo de Caja Económico	-7,919,816	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158
Financiamiento	3,355,854											
Amortización de deuda		671,171	671,171	671,171	671,171	671,171	671,171					
Pago de intereses		503,378	402,703	302,027	201,351	100,676						
Flujo de Caja Financiero	-4,563,962	476,609	577,284	677,960	778,636	879,311	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158
Saldo inicial		161,909	638,518	1,215,802	1,893,762	2,672,398	3,551,709	5,202,867	6,854,025	8,505,183	10,156,340	11,807,498
Saldo final	0	638,518	1,215,802	1,893,762	2,672,398	3,551,709	5,202,867	6,854,025	8,505,183	10,156,340	11,807,498	13,458,656

Elaboración propia.

Tabla 56. Flujo de Caja Económico y Financiero del Proyecto (2)

Años	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
INGRESOS	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216
EGRESOS:											
ACTIVOS FIJOS											
ACTIVOS INTANGIBLES											
CAPITAL DE TRABAJO											
Costo de gas, transporte y distribución Palpa	610,238	610,238	610,238	610,238	610,238	610,238	610,238	610,238	610,238	610,238	610,238
Costo de gas, transporte y distribución Ica	18,437,552	18,437,552	18,437,552	18,437,552	18,437,552	18,437,552	18,437,552	18,437,552	18,437,552	18,437,552	18,437,552
Costo de planilla de personal operativo	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880
Costo de OyM sistema GNC	684,758	684,758	684,758	684,758	684,758	684,758	684,758	684,758	684,758	684,758	684,758
Servicio de energía eléctrica	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
Servicio de agua potable	1,680	1,680	1,680	1,680	1,680	1,680	1,680	1,680	1,680	1,680	1,680
Servicio de telefonía fija e internet	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440
Servicio de telefonía móvil	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200
Servicio de mensajería (service)	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
servicio de limpieza (service)	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
Vestimenta e Implementos de seguridad	5,310	5,310	5,310	5,310	5,310	5,310	5,310	5,310	5,310	5,310	5,310
Gastos varios	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
Total egresos	19,994,058	19,994,058	19,994,058	19,994,058	19,994,058	19,994,058	19,994,058	19,994,058	19,994,058	19,994,058	19,994,058
Flujo de Caja Económico	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158
Financiamiento											
Amortización de deuda											
Pago de intereses											
Flujo de Caja Financiero	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158	1,651,158
Saldo inicial	13,458,656	15,109,814	16,760,971	18,412,129	20,063,287	21,714,445	23,365,602	25,016,760	26,667,918	28,319,076	29,970,233
Saldo final	15,109,814	16,760,971	18,412,129	20,063,287	21,714,445	23,365,602	25,016,760	26,667,918	28,319,076	29,970,233	31,621,391

Elaboración propia.

Con la información de los flujos de caja económico y financieros de las Tablas 55 y 56 se realizó el cálculo de los indicadores financieros VAN y TIR económico y financiero respectivamente (ver Tabla 57).

La tasa de interés que se ha empleado para el cálculo de la tarifa es 16%.

Tabla 57. Cálculo de VAN y TIR Económico y Financiero

Indicador Financiero	u.m.	Valor	Validación
VAN Económico (VANE)	S/.	2,005,832.49	VANE>0
TIR Económico (TIRE)	%	20.5	TIRE>16%
VAN Financiero (VANF)	S/.	2,078,222.72	VANF>0
TIR Financiero (TIRF)	%	21.8	TIRF>16%

Elaboración propia.

Con la información obtenida de la Tabla 57 se concluye lo siguiente:

- Debido a que el Valor Actual Neto tanto económico como financiero equivalen a S/2'005,832.49 y S/2'078,222.72 respectivamente (valores positivos), se concluye que el proyecto justifica la inversión, por lo tanto, es viable económicamente.
- Debido a que la Tasa Interna de Retorno tanto económica como financiera equivalen a 20.5% y 21.8% respectivamente, se determina que el proyecto de inversión debe ser aceptado.

5.3.4. Análisis competitivo del GN con el GLP

Para comparar los costos entre el gas natural y el gas licuado de petróleo, es necesario trasladar las unidades de consumo a unidades energéticas, en base al poder calorífico (PC) del gas natural y el GLP. El procedimiento consistió en hallar el equivalente energético en GLP de los 20 m³/mes de gas natural de consumo, tal como se muestra en la Tabla 58.

Tabla 58. Equivalencia Energética y de Precios entre el GN y el GLP

Situación con GLP			Situación con gas natural		
Variable	Valor	u.m.	Variable	Valor	u.m.
Poder Calorífico	0.0529	GJ/kg	Poder calorífico	0.0398	GJ/m ³
Consumo	1.5	Balones/mes	Consumo	20	m ³ /mes
	15	Kg/mes			
Consumo energético	0.7930	GJ/mes	Consumo energético	0.7968	GJ/mes
Valor del GLP	30.34	S/. /kg			
Precio sin IGV	45.51	Soles/mes	Precio sin IGV	27.25	Soles/mes

Elaboración propia.

Considerando que el balón de GLP de mayor uso es el de 10 Kg (según la encuesta aplicada el 98% de los encuestados usa balón de 10 Kg, tal como se muestra en la Tabla 59, se obtuvo que el equivalente a 20 m³/mes de gas natural es 1.5 balones de GLP por mes.

Tabla 59. Capacidad de Balones de GLP Usado por los Pobladores Encuestados

Capacidad de balón de GLP (Kg)	Valor (%)
10 kg	98,1
15 kg	1,9
Total	100,0

Fuente: Tomado de Encuesta sobre el uso de energía en los hogares de Palpa
Elaboración propia.

Se realizó un análisis de sensibilidad con las variables de consumo y costo (sin IGV) de GLP y gas natural, según el siguiente proceso:

- Según información de precios del balón de GLP de 10 kg en la ciudad de Ica del aplicativo *Facilito* de Osinergmin, se calculó un valor promedio del GLP de S/. 30.34 (S/. 37.0 con IGV).
- Para el consumo establecido de 20 m³/mes de gas natural, se calculó un valor de S/. 27.25 por mes.
- El consumo establecido de 20 m³/mes de gas natural equivale a 1.5 balones de GLP de 10 kg al mes, es decir, equivale a 15 kg GLP / mes. El monto calculado según el valor del GLP fue de S/. 45.51 por mes.
- A partir de la equivalencia, se realizó simulaciones variando el consumo de gas natural obteniendo el equivalente en consumo y costo de GLP, tal como se muestra en la Tabla 60.

Como resultado se obtuvo que el GLP resulta menor competitivo con respecto al gas natural, debido a que el costo mensual usando gas natural es de S/. 27.25 mientras que usando GLP es de S/. 45.51, es decir, un 67% adicional por mes.

Tabla 60. Análisis de Sensibilidad del Consumo y Costo de GN y GLP

Consumo de GLP (Kg/mes)	Costo de GLP (S/. /mes)	Consumo gas natural (m3/mes)	Costo de GN (S/. /mes)
9.00	27.31	12.00	17.04
11.00	33.37	14.00	19.59
12.00	36.41	16.00	22.14
14.00	42.48	18.00	24.70
15.00	45.51	20.00	27.25
17.00	51.58	22.00	29.81
18.00	54.61	24.00	32.36
20.00	60.68	26.00	34.92
21.00	63.71	28.00	37.47
23.00	69.78	30.00	40.02

Elaboración propia.

De igual manera, en la Tabla 61 se realizó la conversión del consumo de GLP y gas natural en unidades energéticas equivalentes (GJ/mes) y se mantuvieron los costos. Se evidenció que los consumos en unidades energéticas son similares pero los precios varían considerablemente en el GLP a medida que se incrementa su consumo.

Tabla 61. Análisis de Sensibilidad del Consumo y Costo de GN y GLP en Unidades Energéticas

Consumo de GLP (GJ/mes)	Costo de GLP (S/. /mes)	Consumo GN (GJ/mes)	Costo de GN (S/. /mes)
0.4758	27.31	0.4781	17.04
0.5815	33.37	0.5577	19.59
0.6344	36.41	0.6374	22.14
0.7401	42.48	0.7171	24.70
0.7930	45.51	0.7968	27.25
0.8987	51.58	0.8765	29.81
0.9516	54.61	0.9561	32.36
1.0573	60.68	1.0358	34.92
1.1102	63.714	1.1155	37.47
1.2159	69.782	1.1952	40.02

Elaboración propia.

Asimismo, según se observa en la Figura 61 se evidencia que, aunque los consumos de GN y GLP permanecen similares, el costo del GLP presenta mayor crecimiento que el del GN.

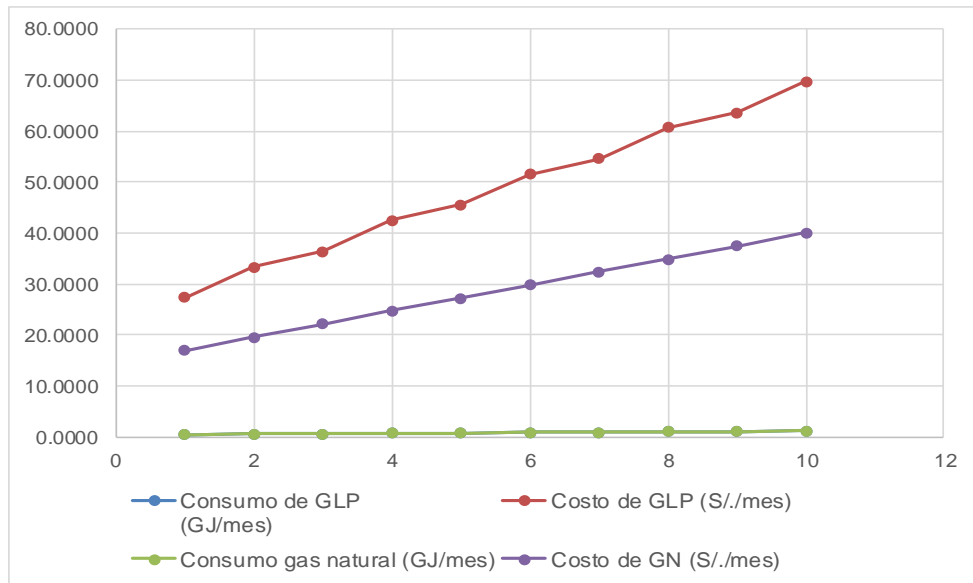


Figura 61. Análisis de sensibilidad del costo y consumo de GN y GLP

Elaboración propia.

En las Figuras 62 y 63 se evidencia que la curva de costo del GLP presenta mayor pendiente y constante con respecto a la del GN; esto explica el incremento mayor de su costo, aunque su consumo en unidades energéticas sea similar al del GN.

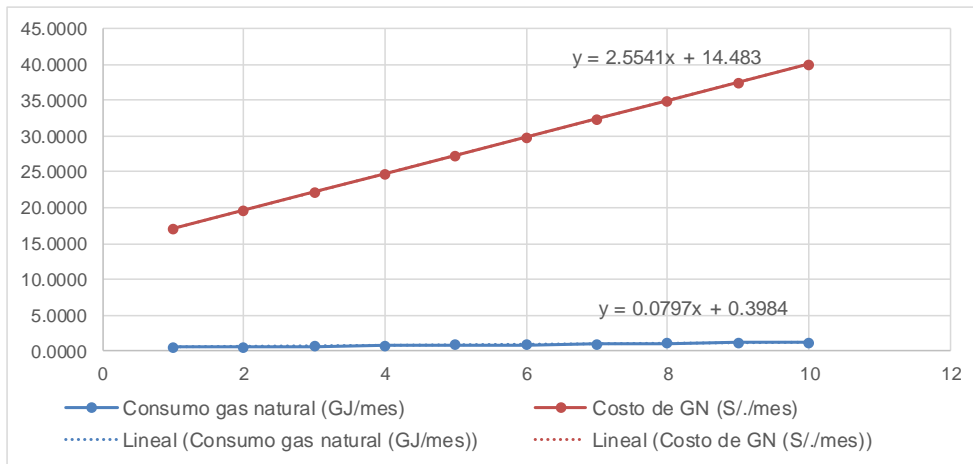


Figura 62. Curvas de consumo y costo de GN

Elaboración propia.

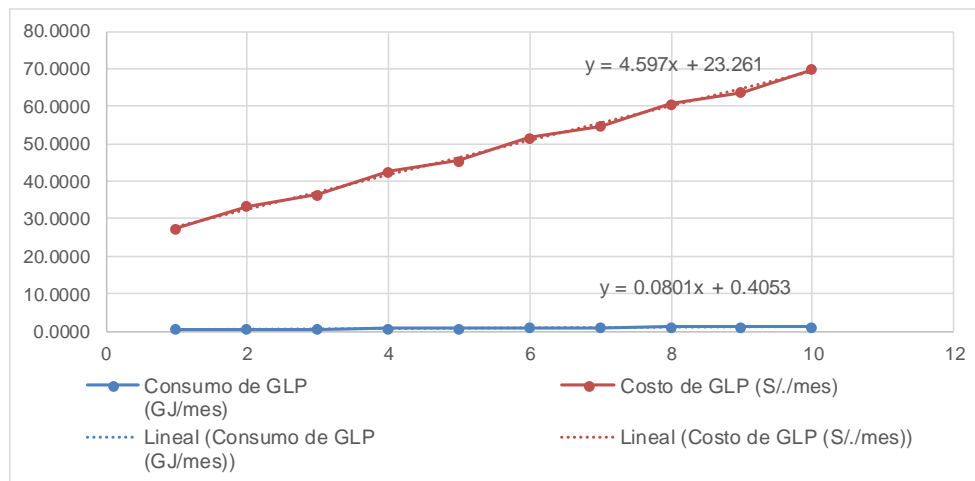


Figura 63. Curvas de consumo y costo de GLP

Elaboración: Propia

5.3.5. Aplicación de subsidios

Los costos de inversión, operación y mantenimiento serán asumidos por todos los usuarios residenciales del sistema de distribución de gas natural por red de ductos del departamento de Ica. Sin embargo, los costos de instalación del suministro: Instalación interna, derecho de conexión y acometida; deberán ser financiados por el Fondo de Inclusión Social Energético (FISE) a través de su programa *BonoGas*.

El *BonoGas* tiene como objetivo que más familias peruanas puedan acceder al servicio de gas natural en su hogar a través de un financiamiento para la instalación interna con un punto de conexión (cocina), es aplicable en Lima, Callao e Ica.

Según el pliego tarifario vigente de Contugas (Anexo 10), se tienen los siguientes costos para el derecho de conexión y acometida:

- Derecho de conexión = S/. 154.89 soles (Sin IGV)
- Acometida = S/. 402.87 soles (Sin IGV)

Asimismo, según información de la página web del FISE, el costo de una instalación interna es como sigue:

- Instalación interna empotrada = S/. 904.96 soles (Sin IGV)
- Instalación interna a la vista = S/. 821.73 soles (Sin IGV)

El financiamiento que ofrece el FISE cubre el derecho de conexión, la acometida e instalación interna y está en función a los estratos de la población: estrato bajo, medio bajo y medio; teniendo el compromiso de devolución de 0%, 25% y 50% respectivamente.

El endeudamiento de los usuarios residenciales de Palpa con el FISE sería como se presenta en la Tabla 62.

Tabla 62. Financiamiento FISE a los Potenciales Usuarios Residenciales de Palpa

Estrato	Financiamiento FISE (%)	Devolución del Usuario (%)	Cuota máxima (S/. /mes)
Medio	100	50	7.4
Medio Bajo	100	25	3.8
Bajo	100	0	0.0

Fuente: Tomado de <http://www.fise.gob.pe/programa-nuevos-suministros-gnr-financiamiento.html>

Nota: El periodo de endeudamiento es de 10 años o 120 cuotas

Elaboración propia.

El costo que pagarían mensualmente los usuarios residenciales sería:

- Nivel medio = S/. 27.25 + S/. 7.4 = S/. 34.65 soles (sin IGV).
- Nivel medio bajo = S/. 27.25 + S/. 3.8 = S/. 31.05 soles (sin IGV).
- Nivel bajo = S/. 27.25 + S/. 0.0 = S/. 27.25 soles (sin IGV).

Incluso con el recargo mayor (nivel medio) el costo de gas natural de S/. 34.65/mes es menor que los S/. 45.51/mes de GLP.

5.4. Validación de los resultados

En función a los criterios de validación de los resultados establecidos en la Tabla 31, en la Tabla 63 se presenta un resumen con la comprobación de los criterios de validación de los resultados.

Tabla 63. Comprobación de los Criterios de Validación de los Resultados

Variable	Indicador	Criterio de validación
Factibilidad técnica	i. Demanda de gas natural	Se calculó una demanda significativa de 296,159,424 m ³ que justifica la implementación del proyecto.
	ii. Matriz de abastecimiento	Se estableció como matriz de abastecimiento el city gate de Nazca.
	iii. Disponibilidad tecnológica	Se determinó el uso de tecnología modular por sus ventajas en reducción de costos operativos, escalabilidad y sistema modular.
	iv. Interés de la población	Se demostró mediante la aplicación de la encuesta, donde se obtuvo 96% de aceptación.
Factibilidad económica	i. Valor Presente Neto (VPN)	Se obtuvo VPNE= S/. 2'005,832.49 > 0 Se obtuvo VPF= S/. 2'078,222.72 > 0
	ii. Tasa Interna de Retorno (TIR)	TIRE = 20.5% > 16% TIRF = 21.8% > 16%
	iii. Tarifa de gas natural	La tarifa de gas natural calculada de S/. 0.1626/m ³ solo incrementa un 13.6% la tarifa actual que pagan los usuarios del Ica por el servicio de gas natural. Aun con este incremento, la nueva tarifa apenas representa el 60% del valor que se paga por el GLP.

Elaboración propia.

Se demuestra que se ha comprobado la factibilidad técnica y económica para el abastecimiento de gas natural a través de GNC a la provincia de Palpa.

5.5. Staff del sistema de abastecimiento de GNC

El staff del sistema de abastecimiento de GNC a la provincia de Palpa, se sumará al staff de Contugas y dependerá jerárquicamente de la Sub Gerencia de Operaciones y operaciones comerciales, tal como se muestra en la Figura 64.

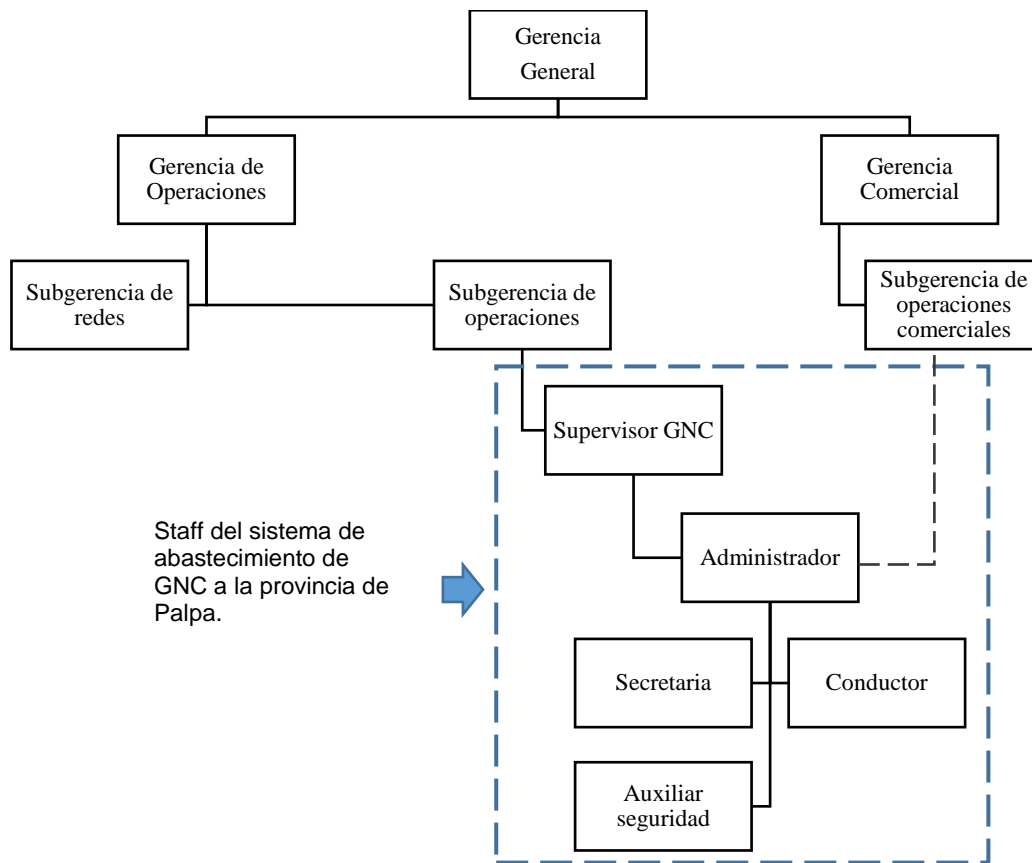


Figura 64. Staff del sistema de abastecimiento de GNC a la provincia de Palpa

Fuente. Adaptado de “Informe de gestión sostenible 2017” por Contugas, 2017
Elaboración: Propia

En la Tabla 64 se presenta los tres niveles de personal que intervienen en el proyecto de abastecimiento de GNC a la provincia de Palpa: nivel interno y externo. Asimismo, en el Anexo 12 se muestra el Manual de Organización y Funciones (MOF) del Staff del sistema de abastecimiento de GNC.

Tabla 64. Staff del Sistema de Abastecimiento de Gas Natural Comprimido a la Provincia de Palpa

Staff CONTUGAS	Staff Proyecto GNC	Staff Externo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gerente de Operaciones <ul style="list-style-type: none"> ▪ Subgerente de redes ▪ Subgerente de operaciones ▪ Gerente Comercial <ul style="list-style-type: none"> ▪ Subgerente de operaciones comerciales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Supervisor GNC ▪ Administrador ▪ Secretaria ▪ Conductor ▪ Secretaria ▪ Seguridad 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instaladores IG1, IG2, IG3 ▪ Obreros para tendido de redes ▪ Obreros para instalación interna

Elaboración propia.

5.6. Condiciones que faciliten el proyecto

Para que el proyecto se ejecute es necesaria la participación de los diversos stakeholders a fin de realizar gestiones que permitan iniciar las actividades pre operativas y operativas en el año 2019.

- a.** Para el caso de la implementación del sistema de transporte de GNC en la provincia de palpa se tiene que generar una adenda al contrato de concesión, la misma debe permitir incluir a palpa el periodo tarifario vigente con el fin que todos los usuarios del sistema asuman los costos de implementación del sistema GNC.
- b.** Los costos de inversión, operación y mantenimiento y otros que se originen por el abastecimiento de gas natural comprimido a Palpa, deben socializarse en una nueva tarifa para todos los usuarios residenciales del departamento de Ica, incluyendo a Palpa.
- c.** Para que el costo de las instalaciones internas, derecho de conexión y acometida sean financiadas por el programa *BonoGas* del FISE, se requiere que el INEI genere planos estratificados (medio, medio bajo y bajo) de palpa por nivel de manzana.
- d.** La estación de compresión debe instalarse en el city gate de nazca para aprovechar su infraestructura y reducir costos para el proyecto.
- e.** Se requiere que la municipalidad provincial de Palpa done para el proyecto, el terreno para la instalación de la estación de descompresión.
- f.** Los encargados de liderar este proyecto tienen que ser el MINEM, Contugas, y la municipalidad de Palpa, a fin de generar compromiso para el desarrollo del proyecto.
- g.** Contugas debe obtener la calificación de Agente Habilitado de GNC, es decir, estar inscrito en el Registro de Hidrocarburos de Osinergmin, esto le permitirá realizar actividades de comercialización de GNC.

- h.** En cuanto a los instaladores de gas natural, en caso de déficit de instaladores IG1, en Ica existen cuatro centros de capacitación inscritos y autorizados por Osinergmin para la formación de instaladores IG1, IG2 e IG3, tal como se muestra en la Tabla 65.

Tabla 65. Centros de Capacitación para Formación de IG1, IG2 e IG3 en Ica

Ítem	Razón Social	Nombre Comercial
1	Capacitación especializada de profesionales en ingeniería, construcción y consultoría SAC	CEPIC consultoría SAC
2	Instituto Bensa ingeniería consultoría y proyectos SAC	Instituto Bensa SAC
3	Salva Gas auto SAC	Salva Gas auto SAC
4	Instalación de gas industrial y domiciliaria MZ SAC	INSTAGAS MZ SAC





Fuente: Adaptado de http://www.osinergmin.gob.pe/empresas/gas_natural/comunicaciones-de-interes/sistema-masigas

Elaboración propia.

Según información proporcionada vía telefónica por la empresa CEPIC consultoría SAC, el curso de formación de IG1 e IG2 tiene una duración de cuatro meses y un costo aproximado de S/. 1,600.00 soles, y que se realizan 3 cursos al año con una cantidad de vacantes de 30 personas.

- Considerando la mitad de vacantes ocupadas por IG1, se tendrían 45 instaladores IG1 formados al año por empresa capacitante; en total se tendrían 180 IG1 formados como mínimo al año en el departamento de Ica.
 - Esta cantidad se adiciona a los 111 instaladores IG1 inscritos en el registro de Instaladores de Osinergmin en Ica.
 - Asimismo, se consideran Instaladores IG1 de Lima quienes a través de empresas instaladoras realizan servicios en el departamento de Ica.
- i.** Fortalecimiento de la cultura de gas natural: Contugas, en coordinación con la Municipalidad de Palpa deben generar actividades para el fortalecimiento de una cultura de gas natural, explicando sus beneficios económicos, ambientales y de seguridad, tal como se muestra en la Tabla 66.

Tabla 66. Fortalecimiento de una Cultura Sobre el Uso de Gas Natural

Beneficios del gas natural			
			
ECONÓMICO	ECOAMIGABLE	CONTINUO	SEGURO
<ul style="list-style-type: none"> - Menor precio respecto a otros combustibles (ahorro hasta 70%). - El pago se realiza por el consumo realizado y posterior a este. 	<ul style="list-style-type: none"> - No requiere de procesos de transformación para su uso. - Amigable con el ambiente. - No emite partículas que afectan la salud. - No contiene azufre ni plomo. 	<ul style="list-style-type: none"> - El abastecimiento continuo: disponible las 24 horas de todos los días de la semana. - Se distribuye a través de tuberías, como el agua. 	<ul style="list-style-type: none"> - Muy liviano y tiende a disiparse. - El sistema de distribución es monitoreado los 365 días del año. - Atención de emergencia las 24 horas al día. - Cumple con altos estándares de calidad en base a normas nacionales e internacionales. - Es menos tóxico.

Elaboración propia.

5.7. Cronograma de implementación del proyecto

El cronograma de implementación del proyecto iniciará en el 2018 con la etapa preoperativa, es decir, las gestiones, modificaciones contractuales y normativas; la etapa operativa se pretende inicie en enero del 2019 para lograr que las primeras conexiones residenciales se den en el 2020, tal como se muestra en la Tabla 67.

Tabla 67. Diagrama de Gantt del Proyecto de Abastecimiento de Gas Natural Comprimido a la Provincia de Palpa

Actividad	Responsable	2018		2019				2020				2041		
		T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T3	T4	
Etapa Pre Operativa		■	■	■											
Firma de la adenda del contrato de concesión de Ica	MINEM, Contugas														
Evaluación de la factibilidad del nuevo esquema tarifario	MINEM, Contugas, Osinergmin	■	■												
Cotización y compra del sistema GNC	Contugas	■	■	■											
Construcción, instalación y pruebas del sistema GNC	Contugas			■	■										
Etapa operativa															
Inicio de venta del servicio en Palpa	Contugas, Empresas instaladoras				■										
Construcción de las redes en Palpa	Contugas, Empresas instaladoras, Municipalidad de Palpa				■	■	■								
Conexiones residenciales	Contugas, Empresas instaladoras, Osinergmin							■	■	■	■	■	■	■	■

Nota: La participación de la Municipalidad de Palpa se sustenta en la dación oportuna de permisos para la construcción de redes en calles y avenidas. Las empresas instaladoras son quienes realizan las instalaciones internas en las viviendas de los usuarios y Osinergmin participa supervisando las habilitaciones de las instalaciones internas en funcionamiento (suministro).

Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Conclusión principal

Se concluye que es factible el abastecimiento de gas natural comprimido (GNC) a la provincia de Palpa.

Conclusiones específicas

- a) Se concluye que es factible técnicamente el abastecimiento de GNC a la provincia de Palpa desde el City Gate de Nazca, debido a las siguientes afirmaciones:
 - La fuente de abastecimiento optima es el City gate de Nazca ya que dispone de capacidad de atención y menor tiempo de abastecimiento de 6.4 horas.
 - La demanda calculada de 296,159,424 m³ justifica la inversión y permite obtener indicadores financieros positivos.
 - El 96% de la población de palpa encuestada tiene interés en el uso de gas natural.
 - El sistema GNC es el de mayor viabilidad para el abastecimiento de gas natural ya que entre la fuente de abastecimiento y de consumo existe una distancia menor a 60 Km.

- b) Se concluye que es factible económicamente el abastecimiento de GNC a la provincia de Palpa desde el City Gate de Nazca.
 - El Valor Presente Neto económico y financiero arrojaron valores positivos: S/. 2'005,832.49 y S/. 2'078,222.72 respectivamente.
 - La Tasa Interna de Retorno económica y financiera supera el valor de la tasa de interés del proyecto (16%) con valores equivalente a 20.5% y 21.8% respectivamente.
 - La tarifa calculada solo representa un incremento de 13.6% con respecto a la tarifa actual.

RECOMENDACIONES

Recomendación principal

Para que se haga realidad la implementación del sistema de abastecimiento de gas natural comprimido (GNC) a la provincia de palpa se requiere de la firma de una adenda al contrato de concesión, la misma que permitirá incluir a Palpa en el periodo tarifario vigente con el fin que todos los usuarios del departamento de Ica asuman los costos de instalación del sistema GNC.

Recomendaciones específicas

- a) Los costos de inversión, operación y mantenimiento y otros que se originen por el abastecimiento de gas natural comprimido a Palpa, deben socializarse en una nueva tarifa para todos los usuarios residenciales del departamento de Ica.
- b) Para que el costo de las instalaciones internas, derecho de conexión y acometida sean financiadas por el programa *BonoGas* del FISE, se requiere que el INEI genere planos estratificados de palpa por nivel de manzana.
- c) Se recomienda que la estación de compresión se instale en el city gate de nazca con el fin de aprovechar su infraestructura y reducir costos de inversión
- d) Se requiere que la municipalidad provincial de Palpa y Contugas firmen un convenio de cooperación a fin de que Palpa sea quien done para el proyecto, el terreno para la instalación de la estación de descompresión.
- e) Los encargados de liderar este proyecto tienen que ser el MINEM, Contugas, y la Municipalidad de Palpa, a fin de generar compromiso para el desarrollo del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Promoción de la Inversión Privada (2008). Contrato BOOT: Concesión del sistema de distribución de gas natural por red de ductos en el departamento de Ica. Recuperado de [http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Hidrocarburos/Legislacion/Contratos%20y%20Convenios%20DGH%20\(Actualizado%20oct.%202010\)/Contrato%20-%20Gasoducto%20Regin%20Ica%20-%20Suscrito.pdf](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Hidrocarburos/Legislacion/Contratos%20y%20Convenios%20DGH%20(Actualizado%20oct.%202010)/Contrato%20-%20Gasoducto%20Regin%20Ica%20-%20Suscrito.pdf)
- Contugas (2012). Reporte de progreso 2012. Recuperado de <file:///C:/Users/hp/Downloads/Reporte%20de%20Progreso%202012.pdf>
- Cortijo M. (2011). Evaluación de la factibilidad técnica y económica de la instalación de un gasocentro virtual de gas natural vehicular en la ciudad de huacho (Tesis de grado), Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Recuperado de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1476>
- Decreto Supremo 042-99-EM. Aprueban el Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos. Presidencia de la República del Perú (1999).
- Decreto Supremo 064-2010-EM. Aprueban la Política Energética Nacional del Perú 2010-2040. Presidencia de la República del Perú (2010).
- Decreto Supremo 057-2008-EM. Aprueban el Reglamento de comercialización de Gas Natural Comprimido (GNC) y Gas Natural Licuefactado (GNL). Presidencia de la República del Perú (2008). Recuperado de http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/PlantillaMarcoLegalBusqueda/Decreto%20Supremo%20N%C2%BA%20057-2008-EM.pdf
- Dirección General Parlamentaria, Oficina de Gestión de la Información y Estadística (2016). Carpeta Georeferencial Región Ica Perú. Recuperado de

<http://www.congreso.gob.pe/Docs/DGP/GestionInformacionEstadistica/files/files/2016/1.trimestre.11.ica.pdf>

González, Oseda, Ramírez y Gave (2011, mayo). *¿Cómo aprender y enseñar investigación científica?* Lima, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica.

Hernández, Fernández y Baptista (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta ed.). México: Mc Graw Hill.

Ingeniería y comercialización sustentable de la energía, minería, telecomunicaciones e informática SAC - INCOMSENTI SAC (2014). Apoyo para la determinación de los costos de las instalaciones internas para concesiones de distribución (Informe N° 2), Lima, Perú.

Ley 25962. Ley Orgánica del Sector Energía y Minería. Presidente de la República del Perú (1992)

Ley 26221. Ley Orgánica que norma las actividades de Hidrocarburos. Congreso de la República del Perú (1993).

Ley 27133. Ley de promoción del desarrollo de la industria del gas natural. Congreso de la República del Perú (1999).

Ley 29496. 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. Congreso de la República del Perú (2010).

Ley 29706. Ley de Facilitación de Conexiones Domiciliarias del Servicio Público de Distribución de Gas Natural. Congreso de la República del Perú (2011).

López M. (2011). Evaluación técnico-económica de las alternativas tecnológicas de transporte de gas natural. La revista del Gas Natural de Osinergmin. Recuperado de

http://larevistadelgasnatural.osinerg.gob.pe/articulos_recientes/files/archivos/29.pdf

Marañón M. (2015). Desarrollo del uso residencial del gas natural en las zonas periféricas de Lima mediante el GNC, con el apoyo del Fondo de Inclusión Social Energético (FISE), los gastos de promoción y otros fondos del estado, como contribución a la masificación del gas natural (Tesis de maestría), Universidad ESAN, Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.esan.edu.pe/handle/esan/5276>

Municipalidad Provincial de Palpa (2017). Historia de Palpa. Recuperado de <http://www.munipalpa.gob.pe/resena.php>

Niebel B. y Freivalds A. (2009). Técnicas para la solución de problemas. En *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo* (12va ed., pp. 17-56). México: Mc Graw Hill.

Norma Técnica Peruana 111031. Gas Natural Seco: Estación de compresión, módulos contenedores o de almacenamiento, y estación de descarga para el gas natural comprimido (GNC).

Organismo Peruano de Consumidores y Usuarios (2017, junio 8). Precio del GLP bajó en 23% pero precio del balón de gas sigue subiendo. *Diario RPP noticias*. Recuperado de <http://rpp.pe/economia/economia/precio-de-glp-bajo-en-23-pero-precio-del-balon-de-gas-sigue-subiendo-noticia-1056360>

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, División de Supervisión Regional (2017). Masificación del uso de gas natural a nivel nacional: informe de avance mensual a julio de 2017. Recuperado de http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/gas_natural/Documentos/Publicaciones/Informes/Masificacion-GN-informe-julio-2017.pdf

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, Gerencia Adjunta de Regulación tarifaria (2015). El gas natural y sus diferencias con el GLP. Recuperado de

http://srvgart07.osinerg.gob.pe/WebDGN/Contenido/PAGINA%20WEB/folletos/Folleto14_el_gas_natural_y_sus_diferencias_con_el_GLP.pdf

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, Gerencia Adjunta de Regulación tarifaria (2015). Sistemas de transporte y distribución en el Perú. Recuperado de

http://srvgart07.osinerg.gob.pe/WebDGN/Contenido/PAGINA%20WEB/folletos/Folleto13_sistemas_de_transporte_y_distribucion_en_el_peru.pdf

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, Gerencia Adjunta de Regulación tarifaria (2015). Aplicación de la tarifa única de distribución. Recuperado de

http://srvgart07.osinerg.gob.pe/WebDGN/Contenido/PAGINA%20WEB/folletos/Folleto10_aplicacion_de_la_tarifa_unica_de_distribucion.pdf

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, Gerencia Adjunta de Regulación tarifaria (2014). Informe técnico 019-2014-GART: Procedimiento para el abastecimiento mediante GNC o GNL a determinadas áreas las concesiones de distribución de gas natural por red de ductos. Recuperado de <http://www2.osinerg.gob.pe/Resoluciones/pdf/2014/Informe-No.0019-2014-GART.pdf>

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, Gerencia de Políticas y Análisis Económico (2015). Encuesta Residencial de Uso y Consumo de Energía: ERCUE 2014-2015. Recuperado de http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/ERCUE/Reporte-ERCUE-2014-2015.pdf

Ormeño V., Espinoza L., Palacios C., Castillo M., Barreda V. y Echegaray O. (2012). *Masificación del Gas Natural en el Perú: hoja de ruta para acelerar su desarrollo*. Lima, Perú: Teps Group.

Ormeño V., Révolo M., Espinoza L., Palacios C., Moleros M., Echegaray O., Montoya R., Sánchez J., Pando R., Estrella Andrés., Núñez M., y Pahuacho E. (2014).

Masificación del Gas Natural en el Perú: Experiencia y Perspectiva. Lima, Perú: Teps Group.

Ramos J. (2016, mayo 27). MINEM decidirá cómo se va a abastecer de gas natural a Palpa. *Diario Correo Ica*. Recuperado de <http://diariocorreo.pe/edicion/ica/minem-decidiria-como-se-va-a-abastecer-de-gas-natural-a-palpa-675329/>

Resolución Ministerial 203-2013-MEM-DM. Aprueban el Plan de Acceso Universal a la Energía 2013 – 2022. Ministerio de Energía y Minas (2013).

Resolución Suprema 046-2008-EM. Otorgan a la sociedad Concesionaria Transportadora de Gas de Internacional del Perú S.A.C. la concesión del sistema de distribución de gas natural por red de ductos en el departamento de Ica. Ministerio de Energía y Minas (2008).

Resolución Ministerial 203-2013-MEM-DM. Aprueban el Plan de Acceso Universal a la Energía 2013 – 2022. Ministerio de Energía y Minas (2013).

Resolución Suprema 046-2008-EM. Otorgan a la sociedad Concesionaria Transportadora de Gas de Internacional del Perú S.A.C. la concesión del sistema de distribución de gas natural por red de ductos en el departamento de Ica. Ministerio de Energía y Minas (2008).

Talavera H. (2015). Propuesta de acceso a la energía para pobladores aledaños al gasoducto de transporte de gas natural de Camisea – Perú (Tesis de maestría), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6516>

Tamayo J., Salvador J., Vásquez A. y García R. (2014). *La Industria del Gas Natural en el Perú: a diez años del Proyecto Camisea (2da ed.)*. Lima, Perú: Ideas integradas.

Uyasaba L. (2011). Estudio de factibilidad técnica y económica para el suministro de gas natural comprimido domiciliario en el municipio de San Gil, Santander (Tesis de grado), Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

ANEXOS

Anexo 1: Concesiones de distribución de GN en el Perú



Anexo 2: Sistema de distribución de GN por red de ductos de Ica



Anexo 3: Matriz de Consistencia

Matriz de Consistencia del Estudio de Factibilidad

Título: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL ABASTECIMIENTO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO A LA PROVINCIA DE PALPA					
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HPÓTESIS	VARIABLES		INDICADORES
General	General	General	V. Independiente	V. Dependiente	Indicadores V.I
¿Es factible el abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa?	Determinar la factibilidad del abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa	Es factible el abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa	Estudio de Factibilidad	Abastecimiento de gas natural comprimido a la Provincia de Palpa	
Específicos	Específicos	Específicos			
¿Técnicamente es factible el abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa?	Evaluar la factibilidad técnica del abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa	Técnicamente es factible el abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa	Factibilidad Técnica		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Demanda de gas natural (Si/No) ▪ Existencia de matriz de abastecimiento (si/no) ▪ Disponibilidad tecnológica (Si/No) ▪ Interés de la población (Si/No)
¿Económicamente es factible el abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa?	Evaluar la factibilidad económica del abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa	Económicamente es factible el abastecimiento de gas natural comprimido a la provincia de Palpa	Factibilidad Económica		<ul style="list-style-type: none"> ▪ VPN ▪ TIR ▪ Tarifa de gas natural

Elaboración propia.

Anexo 4: Encuesta sobre el uso de energía en los hogares de Palpa



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL ABASTECIMIENTO DE GAS NATURAL A LA PROVINCIA DE PALPA

ENCUESTA SOBRE EL USO DE ENERGÍA EN LOS HOGARES DE LA PROVINCIA DE PALPA

SECCIÓN I. DATOS GENERALES

1.- UBICACIÓN DE LA VIVIENDA

Departamento Provincia Distrito
 Dirección

2.- DATOS DEL INFORMANTE

	Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombres
a. Nombre completo	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. Número de DNI	<input type="text"/>		
c. Relación	i. Propietario	<input type="checkbox"/>	Padre / Madre
	ii. Inquilino	<input type="checkbox"/>	Hijo / Hija
			Otro (especifique) <input type="text"/>

3.- DATOS Y CARACTERÍSTICAS DEL HOGAR Y LA VIVIENDA

a. N° de personas que viven permanentemente en la vivienda

1	2	3	4	5	+
---	---	---	---	---	---

b. N° de cocinas usadas para cocinar (por hogar)

1	2	3	4	5	+
---	---	---	---	---	---

c. N° de pisos de la vivienda

1	2	3	5	5	+
---	---	---	---	---	---

d. Material de la vivienda Ladrillo Madera Adobe Otro

4.- ENERGÍA USADA EN EL HOGAR

	IL	CO	RE	TE	CA
a. Electricidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Gas Licuado de Petróleo (Balón GLP)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Leña	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Gas Natural (GN)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Otro (especifique) <input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

IL: Iluminar; CO: Cocinar; RE: Refrigerar; CA: Calefacción (Calentar en invierno y/o enfriar en verano); TE: Terma

SECCIÓN II. CONOCIMIENTO Y USO DE ELECTRICIDAD

1.- ¿APROXIMADAMENTE HACE CUÁNTO TIEMPO USA ELECTRICIDAD?

Aprox. años

2.- ¿APROXIMADAMENTE CUÁNTO PAGA EN SU RECIBO DE ELECTRICIDAD?

En promedio Nuevos soles

3.- ¿SU MEDIDOR ESTA INSTALADO EN?

Murete Pared

SECCIÓN III. CONOCIMIENTO Y USO DEL GLP PARA COCINAR

1.- ¿APROXIMADAMENTE HACE CUÁNTO TIEMPO USA GLP PARA COCINAR? - marque solo una alternativa

a. [1,3] años

b. [3,5] años

c. [5,10] años

d. >10 años

3.- ¿QUÉ CAPACIDAD DE BALÓN DE GLP COMPRA USUALMENTE? - marque solo una alternativa

b. Balón de 5Kg

c. Balón de 10Kg

d. Balón de 15Kg

4.- EN PROMEDIO, ¿CADA CUÁNTO TIEMPO COMPRA UN BALÓN DE GLP?

Cada días

5.- EN PROMEDIO, ¿CUÁNTO PAGA POR UN BALÓN DE GLP?

En promedio Nuevos soles

Encuesta sobre el uso de energía en los hogares de la provincia de Palpa (1)

Elaboración propia.

6.- ¿QUÉ TIPO DE REGULADOR USA? - marque una sola alternativa

a. Regulador de perilla giratoria

b. Regulador de palanca roja

c. Otro

7.- ¿QUÉ COLOR DE MANGUERA USA? - marque una sola alternativa

a. Color amarillo o anaranjado

b. Otro color

8.- ¿HA TENIDO ALGUNO DE LOS SIGUIENTES PROBLEMAS CON EL GLP? - marque una o mas alternativas

a. Fugas de GLP por el Balón Si No

b. Fugas de GLP por la válvula Si No

c. Fugas de GLP por el regulador Si No


d. Fugas de GLP por la manguera Si No

e. Fugas por la cocina (hornilla) Si No

f. Voladura de válvula Si No

g. Explosión de cilindro Si No

h. Ninguno



SECCIÓN IV. CONOCIMIENTO DE GAS NATURAL (GN)

1.- ¿CONOCE O HA OIDO HABLAR DEL GAS NATURAL?

a. Si Explique: _____

b. No

Explicar: El Gas Natural es un combustible gaseoso que, entre otros, se usa en el hogar en reemplazo del GLP y la electricidad. Se le denomina suministro de Gas Natural.

2.- ¿CONOCE A LA EMPRESA CONTUGAS?

a. Si Explique: _____

b. No

Explicar: Contugas es la empresa que distribuye gas natural en el departamento de Ica.

3.- ¿SABE UD. QUE PALPA ES LA ÚNICA PROVINCIA DEL DEPARTAMENTO DE ICA QUE NO CUENTA CON GAS NATURAL?

a. Si

b. No

Explicar: Desde el año 2015, las ciudades de Pisco, Chincha, Ica, Nazca y Marcona cuentan con el suministro de gas natural.

4.- ¿SABE UD. QUE EL GAS NATURAL SE USA...? - marque una o mas

a. Para cocinar Si No

b. Para la terna Si No

c. Para calefactar (enfriar en verano o calentar en invierno) Si No

d. Para refrigerar alimentos y/o bebidas Si No

Explicar: El Gas Natural puede ser usado en el hogar, comercios e industrias. En el hogar se usa para cocinar, para la terna y para la calefacción de la vivienda. Requiere la instalación de tuberías en la vivienda, al igual que la electricidad.

5.- ¿CONOCE ALGUNO DE LOS BENEFICIOS DEL SUMINISTRO DE GAS NATURAL? - marque una o mas

a. El GN se distribuye en las ciudades por redes subterráneas Si No

b. El GN se distribuye en la vivienda a través de tuberías Si No

c. Es GN esta disponible las 24 horas del día en la vivienda (suministro continuo) Si No

d. Su cocina a GLP también puede usar GN Si No

e. Se paga a fin de mes, luego de consumirlo, igual a la electricidad Si No

f. Su precio es regulado por Osinergmin Si No

g. El GN es el combustible más económico que otros como el GLP Si No

h. Es un combustible no tóxico y menos dañino que el GLP Si No

6.- ¿ESTA DE ACUERDO EN QUE SE EJECUTE UN PROYECTO QUE PERMITA A PALPA CONTAR CON GAS NATURAL?

a. Si

b. No

7.- ¿EN CASO PALPA CUENTE CON GAS NATURAL, ACEPTARÍA LA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS EN SU VIVIENDA PARA EL USO DE GAS NATURAL?

a. Si

b. No

Lima _____ de octubre del 2017

Encuesta sobre el uso de energía en los hogares de la provincia de Palpa (2)

Elaboración propia.

Anexo 5: Validación de instrumento por expertos

TABLA DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO POR EXPERTOS

INSTRUMENTO: "ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL ABASTECIMIENTO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO A LA PROVINCIA DE PALPA".

Autor del instrumento: Kevin Jair García Yarihuamán

Sección: Tesis de Grado para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Indicador	Criterios	Deficiente				Regular				Buena				Muy Buena				Excelente			
		0 - 20				21 - 40				41 - 60				61 - 80				81 - 100			
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado																				x
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables																				x
3. Actualidad	Adecuado al momento actual																				x
4. Organización	Esta organizado en forma lógica																				x
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad																				x
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los aspectos que se quieren medir																			x	
7. Consistencia	Se observa concisión en la formulación del instrumento																				x
8. Coherencia	Entre las variables y los indicadores																				x
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																				x
10. Pertinencia	Adecuado para mediar los objetivos planteados																				x

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Recomendable

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 96


Firma del experto Informante
DNI N° 10459225

Nombre del evaluador (a): JOHNNY GONZALES AMBIA

Cargo o institución donde labora: ESPECIALISTA ECONÓMICO EN FISE-OSINERGMIN

Teléfono de contacto: 973837028

Lugar y fecha: LIMA, octubre del 2017

Validación de instrumento por expertos (1)

TABLA DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO POR EXPERTOS

INSTRUMENTO: "ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL ABASTECIMIENTO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO A LA PROVINCIA DE PALPA".

Autor del instrumento: Kevin Jair García Yarihuamán

Sección: Tesis de Grado para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Indicador	Criterios	Deficiente				Regular				Buena				Muy Buena				Excelente			
		0 -20				21- 40				41 -60				61 -80				81 - 100			
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado																			x	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables																				x
3. Actualidad	Adecuado al momento actual																				x
4. Organización	Esta organizado en forma lógica																		x		
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad																				x
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los aspectos que se quieren medir																		x		
7. Consistencia	Se observa concisión en la formulación del instrumento																				x
8. Coherencia	Entre las variables y los indicadores																				x
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																				x
10. Pertinencia	Adecuado para mediar los objetivos planteados																				x

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: _____

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 95


 Firma del experto Informante
 DNI N° 46377148

Nombre del evaluador (a): CORINA MANRIQUE VILLEGAS

Cargo o institución donde labora: COMUNICADORA SOCIAL EN MORENO & PEREZ ASOCIADOS

Teléfono de contacto: 950047672

Lugar y fecha: LIMA, octubre del 2017

Validación de instrumento por expertos (2)

Anexo 6: Registro de datos de la encuesta en el software SPSS

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	Genero	Númérico	8	0	Genero del entrevistado	{1, Femenin...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
2	Relación	Númérico	8	0	Relación del encuestado con la vivienda	{1, Propietar...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
3	Personas	Númérico	8	0	Nº de personas que viven permanentemente en la vivienda	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
4	Cocinas	Númérico	8	0	Nº de cocinas usadas para cocinar	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
5	Pisos	Númérico	8	0	Nº de pisos de la vivienda	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
6	Material	Númérico	8	0	Material de la vivienda	{1, Ladrillo}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
7	Energia	Númérico	8	0	Energia usada en el hogar	{1, electricid...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
8	T.electricidad	Númérico	8	0	Tiempo aproximado de uso de electricidad	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
9	P.electricidad	Númérico	8	1	Pago en recibo de electricidad	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
10	Inst.Medidor	Númérico	8	0	Medidor Instalado en	{1, Murete}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
11	GLP.cocina	Númérico	8	0	Tiempo aproximado de uso de GLP para cocinar	{1, 1-3 años...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
12	Capacida...	Númérico	8	0	Capacida de Balón de GLP	{1, 5 Kg}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
13	T.compra	Númérico	8	0	Tiempo de compra del balón de GLP	{1, 15-29 di...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
14	Pago GLP	Númérico	8	1	Pago por balón de GLP	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
15	T.Regulador	Númérico	8	0	Tipo de regulador que usa	{1, Penlla gi...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
16	C.Manguera	Númérico	8	0	Color de Manguera que usa	{1, amarillo...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
17	Problemas...	Númérico	8	0	Ha tenido problemas con el GLP	{1, Fuga por...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
18	Conocmien...	Númérico	8	0	Conoce o ha Oido hablar del GN	{1, Si}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
19	Conoce CO...	Númérico	8	0	Conoce la empresa CONTUGAS	{1, Si}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
20	Palpa NO G...	Númérico	8	0	Sabe Usted que Palpa es la unica provincia del departamento de L...	{1, Si}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
21	Deacuerdo...	Númérico	8	0	Esta de acuerdo que se ejecute un proyecto que permita a Palpa ...	{1, Si}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
22	Aceptaria.In...	Númérico	8	0	Aceptaría la instalación de tuberías en su vivienda para el uso de GN	{1, Si}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
23											
24											
25											

Registro de datos de la encuesta en el software SPSS (1)

Elaboración propia.

	Genero	Relación	Personas	Cocinas	Pisos	Material	Energia	T.electricidad	P.electricidad	Inst.Medidor	GLP.cocina	Capacidad G LP	T.compra	Pago GLP	T.Regulador	C.Mt
1	1	1	6	2	1	1	6	40	130,0	2	4	2	3	38,0	2	
2	1	1	8	1	2	1	6	17	70,0	2	4	2	2	37,0	1	
3	1	1	15	1	2	1	7	10	50,0	2	1	2	2	34,0	3	
4	1	1	3	1	1	1	7	16	120,0	2	4	2	2	33,0	2	
5	1	1	11	1	1	1	7	10	30,0	1	4	2	1	30,0	1	
6	1	1	3	1	2	1	6	20	80,0	2	4	2	2	30,0	2	
7	2	1	4	1	1	1	6	13	50,0	1	4	2	2	33,0	2	
8	1	1	3	1	1	1	6	18	27,0	1	4	2	1	33,0	2	
9	1	1	5	1	1	1	6	20	33,0	1	4	2	1	42,0	2	
10	1	2	4	1	1	1	6	20	50,0	2	4	2	1	33,0	3	
11	2	2	3	1	1	1	6	2	90,0	2	4	2	2	33,0	1	
12	1	1	3	1	2	1	6	20	80,0	2	4	2	1	36,0	3	
13	1	1	7	2	2	1	6	23	150,0	2	4	3	1	33,0	3	
14	1	1	3	1	1	1	6	20	67,0	2	4	2	2	38,0	2	
15	1	1	3	1	1	3	6	30	130,0	2	4	2	1	38,0	3	
16	1	1	5	1	2	1	6	40	100,0	2	4	2	2	37,0	3	
17	1	1	2	1	1	1	7	30	25,0	2	4	2	2	38,0	2	
18	1	1	3	1	1	1	7	35	106,0	2	4	2	1	38,0	2	
19	2	1	2	1	1	1	6	20	120,0	2	4	2	2	38,0	2	
20	2	1	2	1	1	1	6	20	130,0	1	3	2	1	37,0	2	
21	1	1	5	2	1	1	6	45	100,0	2	4	2	2	37,0	3	
22	1	1	4	1	1	1	6	30	120,0	1	4	2	1	38,0	3	

Registro de datos de la encuesta en el software SPSS (2)

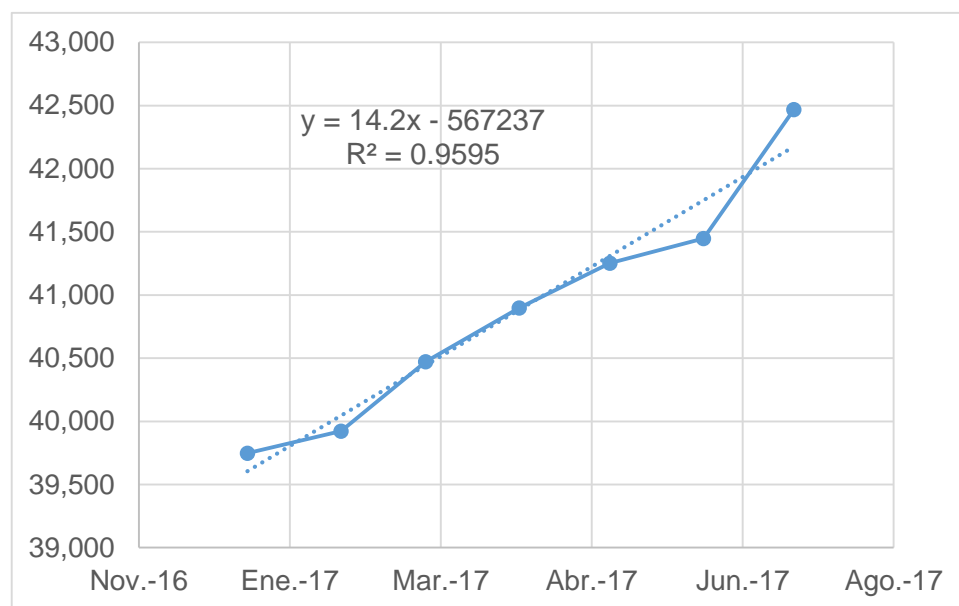
Elaboración propia.

Anexo 7: Proyección de usuarios residenciales de Ica (Jul-dic 2017)

Proyección de Usuarios Residenciales del Departamento de Ica (Julio a diciembre de 2017)

Mes	(X) Periodo	(Y) Usuarios residenciales reales	(Y') Usuarios residenciales proyectados	(XY)	(X^2)	(X)	(Y)
Ene-17	1	39,747		39,747	1		
Feb-17	2	39,923		79,846	4		
Mar-17	3	40,473		121,419	9		
Abr-17	4	40,899		163,596	16		
May-17	5	41,252		206,260	25		
Jun-17	6	41,447		248,682	36		
Jul-17	7	42,468		297,276	49		
Ago-17	8		42,603	SUMA	1,156,826	140	286,209
Set-17	9		43,032	PROMEDIO	165,261	20	41,077
Oct-17	10		43,461	N =	7		
Nov-17	11		43,890	b =	429		
Dic-17	12		44,319	a =	39,171		Y = a + bX

Nota: El método empleado para la proyección es el de regresión lineal
Elaboración propia.



Línea de tendencia del número de usuarios residenciales de enero a julio 2017

Nota: Debido a que el coeficiente de correlación es 0.96 se concluyó que es fiable la proyección usando el método de regresión lineal.

Elaboración propia.

Anexo 8: Proyección de usuarios FOSE del distrito de Palpa

Proyección de Usuarios FOSE del Distrito de Palpa

Año	Viviendas	k	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
2013	2,029	39	2,225	2,265	2,304	2,343	2,382	2,422	2,461	2,500	2,539	2,579	2,618	2,657	2,696	2,736	2,775	2,814	2,853	2,893	2,932	2,971	3,010	3,050	3,089	3,128
2014	2,104	27	2,213	2,241	2,268	2,295	2,323	2,350	2,377	2,405	2,432	2,459	2,487	2,514	2,541	2,569	2,596	2,623	2,651	2,678	2,705	2,733	2,760	2,787	2,815	2,842
2015	2,170	8	2,194	2,202	2,210	2,218	2,226	2,234	2,242	2,250	2,258	2,266	2,274	2,282	2,290	2,298	2,306	2,314	2,322	2,330	2,338	2,346	2,354	2,362	2,370	2,378
2016	2,180	6	2,192	2,198	2,204	2,210	2,216	2,222	2,228	2,234	2,240	2,246	2,252	2,258	2,264	2,270	2,276	2,282	2,288	2,294	2,300	2,306	2,312	2,318	2,324	2,330
2017	2,186																									
Población Proyectada (PF)			2,206	2,226	2,246	2,267	2,287	2,307	2,327	2,347	2,367	2,387	2,408	2,428	2,448	2,468	2,488	2,508	2,528	2,549	2,569	2,589	2,609	2,629	2,649	2,670

Nota: Se ha empleado método lineal para cálculo de crecimiento poblacional

Donde:

K = Factor de crecimiento

$K = (Puc - Pci) / (Auc - Aci)$

Puc = Población del último censo = 2,186

Pci = Población del censo analizado = {2,029; 2,014; 2,170; 2,180}

Auc = Año del último censo = 2017

Aci = Año del censo analizado = {2013; 2014; 2015; 2016}

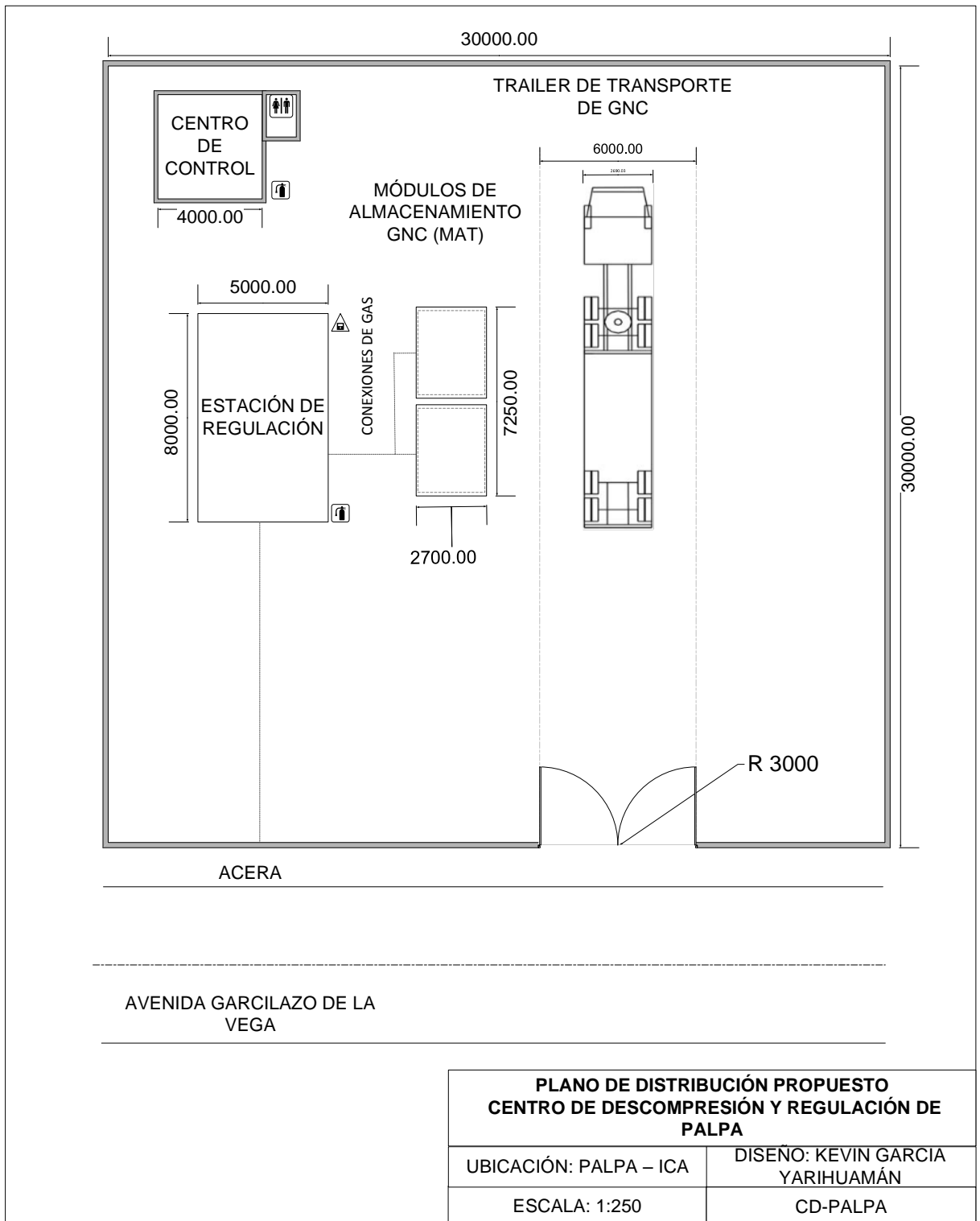
PF = Población Estimada en el año i

$PF = Puc + K(Af - Auc)$

Af = Año del censo proyectado = {2018; 2019; 2020; ...; 2044}

Elaboración propia.

Anexo 9: Plano de distribución del CDR de Palpa



Plano de distribución de la Estación de Descompresión y Regulación de Palpa

Elaboración propia.

Anexo 10: Tarifas aprobadas al mes de marzo de 2018

con gas Pliegos aplicables por el servicio del gas natural desde el 01 de Marzo 2018 en el departamento de Ica

1. Pliego Tarifario del Servicio de Distribución de Gas Natural

CATEGORÍA	RANGO DE OSSUMOS		SUMINISTRO	TRANSPORTE			DISTRIBUCIÓN GAS NATURAL				
	DESDE	HASTA	Precio Medio del Gas Natural	Conto Medio del Transporte del Gas Natural			MARGEN COMERCIAL (3)		MARGEN DISTRIBUCIÓN (3)		
	Sm ³ /mes	Sm ³ /mes	PS (1)	TTR (2)	Recargos		FJO	VARIABLE	FJO	VARIABLE	
A	Residenciales	0	200	0.0954231 x TC							
B	Comercio y Pequeña Industria	301	19,000	0.06317597 x TC							
C	GNV	19,001	370,000	0.06317597 x TC							
D	Gran Industria	370,001	4,000,000	0.06317597 x TC	0.12473297 x TC						
E	Generador Eléctrico	4,000,001	30,000,000	0.06317597 x TC		0.0019423 x TC	0.0000000 x TC	0.0680 x TC	0.0142157 x TC	0.4324 x TC	0.0943130 x TC
	Eléctrico Menor			0.0954231 x TC				0.0343 x TC	0.0075376 x TC	0.2291 x TC	0.0501248 x TC
	Independiente			0.11371828 x TC				0.0343 x TC	0.0075376 x TC	0.2291 x TC	0.0501248 x TC

Factores de Actualización del Pliego Tarifario (PPI, IAC, IPE e IPM), Precio del gas natural y Tarifa de Transporte (4)									
Factores de Actualización Distribución	Valor Unidades	Vigencia	Precio del gas natural	Valor (US\$/MMBTU)	Vigencia	Factores de Actualización del Transporte	Valor Unidades	Vigencia	
Factor IPE	190.8	de mayo 2017 a abril 2018	Residenciales y Eléctrico Menor	1.3182	De enero a Diciembre 2018	Actualización por PPI	197.2	De Marzo 2017 a Febrero 2018	
Factor IAC	243.8		B.C y D	1.6477		Actualización por FDA	0.95817		
Factor IPM	105.898271		E	1.6477					
Factor PPI	197.8		(*) Conversión de US\$/Sm ³ a US\$/GJ, dividir entre 0.0404529 GJ/Sm ³						

Los importes descritos no incluyen el KVV

TC = 3.251

TC1 = 3.249

(1) Tarifa de Suministro de Gas Natural definida al contrato sobre el precio de gas natural para las regiones.

(2) Tarifa del Servicio de Transporte. No incluye el cargo por el Fondo de Inclusión Social Energético (FISE), ni el Sistema Integrado-Ductos de Seguridad y Gasoducto Sur Peruano (SIS) los cuales serán añadidos en la facturación respectiva. Se aplica a partir del día 08 de Febrero luego de coordinado con TGP.

(3) Tarifa del Servicio de Distribución. Para los Consumidores de Categoría A y B, los componentes fijos de ambos márgenes, están expresados en \$./mes. Considerar a partir del 01 de Noviembre aplica el Factor de Incentivo FL2, establecido desde Octubre 2017.

(4) De acuerdo a lo referido en la Resolución RCD N° 054-2016-OSCD

(5) Recargo FISE vigente desde el 10 de Junio de 2012, según Ley N° 29852 y Reglamento Aprobado D.S. N°021-2012-EM

(6) Recargo TRS: Suspendido a partir del 27 de enero 2017 por Resolución N° 011-2017-OSCD

Última actualización de la Tarifa de Distribución, Octubre de 2017

2. Cargos máximos de Corte, Reconexión, Acometida para Consumidores menores o iguales a 300 sm³/mes, Inspección, Supervisión, Habilitación y Derecho de Conexión del servicio de distribución

2.1 Cargos máximos de Corte y Reconexión del servicio de gas natural por red de ductos en el departamento de Ica

Cargos máximos por Corte de servicio (1)				Cargos máximos por Reconexión de servicio (1)			
Ítem	Corte tipo	Categoría	S/.	Ítem	Reconexión tipo	Categoría	S/.
1	Cierre del servicio	I.A	8.13 x TC	1	Reconexión por cierre del servicio	I.A	10.41 x TC
		I.B	8.13 x TC			I.B	10.41 x TC
		I-B Industrial	31.29 x TC			I-B Industrial	42.73 x TC
		III-C-D-E Acero **	56.64 x TC			III-C-D-E Acero **	33.23 x TC
		III-C-D-E Polietileno**	56.64 x TC			III-C-D-E Polietileno**	33.23 x TC
2	Retiro de los componentes de la acometida	II-A	8.69 x TC	2	Reconexión por retiro de componentes de la acometida (*)	II-A	16.69 x TC
		II-B	8.69 x TC			II-B	16.69 x TC
		II-B Industrial	65.37 x TC				
		III-C-D-E Acero **	73.25 x TC				
		III-C-D-E Polietileno**	73.25 x TC				
		III-A	98.07 x TC			III-A	110.69 x TC
3	Corte del servicio	III-B	98.07 x TC	3	Reconexión por corte del servicio	III-B	110.69 x TC
		III-B Polietileno	221.54 x TC			III-B Polietileno	258.42 x TC
		III-B Acero	256.67 x TC			III-B Acero	351.38 x TC
		III-C-D-E Acero **	186.65 x TC			III-C-D-E Acero **	164.51 x TC
		III-C-D-E Polietileno**	139.70 x TC			III-C-D-E Polietileno**	161.20 x TC

La descripción y secuencia de aplicación de las modalidades de corte son las definidas en el artículo 4° de la descripción y secuencia de aplicación de las modalidades de reconexión son las definidas en el artículo 5° de la norma "Condiciones de Aplicación de Corte y Reconexión de Suministros en Concesiones de Distribución de Gas Natural", aprobada mediante Resolución N° 0664-2008-OSCD.

La descripción y secuencia de aplicación de las modalidades de reconexión son las definidas en el artículo 5° de la norma "Condiciones de Aplicación de Corte y Reconexión de Suministros en Concesiones de Distribución de Gas Natural", aprobada mediante Resolución N° 0664-2008-OSCD.

Los importes descritos no incluyen el KVV

TC = 3.251

(1) Los cargos máximos de corte y reconexión han sido fijados según Resolución N° 135-2011-OSCD y N° 177-2011-OSCD

Última actualización 01 de Enero del 2018

(*) Los cargos máximos de componentes de acometida han sido fijados según Resolución N° 096-2016-OSCD

(**) Los cargos C, D y E Acero y Polietileno de Corte y Reconexión han sido fijados según Resolución N° 221-2017-OSCD

Última actualización al 01 de Febrero del 2018

2.2 Derechos de Conexión y Acometida

CARGOS POR DERECHO DE CONEXIÓN		
CATEGORÍA TARIFARIA	GI.6	S/./mm ³ /d
A (*) Residenciales	G1.6	47.38 x TC
	G4	91.21 x TC
	G6	149.26 x TC
B Comercio y Pequeña Industria		36.25 x TC
C GNV		16.01 x TC
D Gran Industria		8.95 x TC
E Generador Eléctrico		5.38 x TC
F Petroquímica		3.66 x TC

CARGOS POR ACOMETIDA		
CATEGORÍA TARIFARIA	GI.6	S/.
A Residenciales	G1.6	123.24 x TC
	G4	141.72 x TC
	G6	221.83 x TC

Factores de Actualización (PPI, IAC, IPE e IPM) (1)		
Factores de Actualización Distribución	Valor Unidades	Vigencia
Factor IPE	190.8	De mayo 2017 a Abril 2018
Factor IAC	243.8	
Factor IPM	105.898271	2018
Factor PPI	197.8	

Los importes descritos no incluyen el KVV

TC = 3.251

(1) De acuerdo a lo referido en la Resolución RCD N° 054-2016-OSCD

Última actualización 01 de Enero del 2018

(*) Para los Consumidores de Categoría Tarifaria A, el cargo por derecho de conexión está expresado en S/.

2.3 Cargos Inspección, Habilitación, Supervisión (IHS)

Cargos máximos por IHS (1)		
Ítem	Consumidores mayores a 300 m ³ /mes	S/.
1	Inspección	128.89 x TC
2	Habilitación	251.52 x TC
3	Supervisión	104.14 x TC

Los importes descritos no incluyen el KVV

TC = 3.251

(1) Los cargos máximos de Inspección, Habilitación, Supervisión y Reconexión por retiro de componentes de acometida han sido fijados según Resolución N° 096-2016-OSCD

Última actualización 01 de Enero del 2018

Tarifas aprobadas al mes de marzo de 2018

Fuente: Tomado de file:///C:/Users/hp/Downloads/Tarifas-01-03-018%20(1).pdf

Anexo 11: Insumos para elaborar el estado de ganancias y pérdidas

Presupuesto de Ventas del Proyecto 2020-2041 (1)

Años	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingresos Ica	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731
Ingresos Palpa	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672
Total Ingresos sin IGV	18,343,403	18,343,403	18,343,403	18,343,403	18,343,403	18,343,403	18,343,403	18,343,403	18,343,403	18,343,403	18,343,403
IGV (18%)	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813
Total Ingresos con IGV	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216

Elaboración propia.

Presupuesto de Ventas del Proyecto 2020-2041 (2)

Años	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
Ingresos Ica	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731	17,755,731
Ingresos Palpa	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672	587,672
Total Ingresos sin IGV	18,343,403	18,343,403	18,343,403	18,343,403	18,343,403	18,343,403	18,343,403	18,343,403	18,343,403	18,343,403	18,343,403
IGV (18%)	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813
Total Ingresos con IGV	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216	21,645,216

Elaboración propia.

Presupuesto de Inversiones, Costos y Gastos del Proyecto (1)

Detalle	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
INVERSIONES												
Activos fijos tangibles	6,533,860											
Activos Intangibles	40,638											
Capital de Trabajo	137,211											
COSTOS Y GASTOS												
Costo de gas, transporte y distribución Palpa		517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151
Costo de gas, transporte y distribución Ica		15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044
Costo de planilla de personal operativo		236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880
Costo de OyM sistema GNC		580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304
Servicio de energía eléctrica		3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051
Servicio de agua potable		1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424
Servicio de telefonía fija e internet		1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220
Servicio de telefonía móvil		3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559
Servicio de mensajería (service)		2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034
servicio de limpieza (service)		3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051
Vestimenta e Implementos de seguridad		4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500
Gastos varios		2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
Total de egresos sin IGV	6,711,708	16,980,617	16,980,617	16,980,617	16,980,617	16,980,617	16,980,617	16,980,617	16,980,617	16,980,617	16,980,617	16,980,617
Total de egresos con IGV	7,919,816	20,037,128	20,037,128	20,037,128	20,037,128	20,037,128	20,037,128	20,037,128	20,037,128	20,037,128	20,037,128	20,037,128

Elaboración propia.

Presupuesto de Inversiones, Costos y Gastos del Proyecto (2)

Detalle	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
INVERSIONES											
Activos fijos tangibles											
Activos Intangibles											
Capital de Trabajo											
COSTOS Y GASTOS											
Costo de gas, transporte y distribución Palpa	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151	517,151
Costo de gas, transporte y distribución Ica	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044	15,625,044
Costo de planilla de personal operativo	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880	236,880
Costo de OyM sistema GNC	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304	580,304
Servicio de energía eléctrica	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051
Servicio de agua potable	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424	1,424
Servicio de telefonía fija e internet	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220
Servicio de telefonía móvil	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559	3,559
Servicio de mensajería (service)	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034	2,034
servicio de limpieza (service)	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051	3,051
Vestimenta e Implementos de seguridad	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500
Gastos varios	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
Total de egresos sin IGV	16,980,617	16,980,617	16,980,617	16,980,617	16,980,617	16,980,617	16,980,617	16,980,617	16,980,617	16,980,617	16,980,617
Total de egresos con IGV	20,037,128	20,037,128	20,037,128	20,037,128	20,037,128	20,037,128	20,037,128	20,037,128	20,037,128	20,037,128	20,037,128

Elaboración propia.

Depreciación de los Activos Fijos del Proyecto

Activo Fijo	Cantidad	Valor unitario (\$)	Importe sin IGV (\$)	Importe sin IGV (S/.)	Depreciación anual (%)	Depreciación anual (S/.)
Compresor Microbox	1	290,000	290,000	942,790	10%	94,279.00
Conexión a gasoducto de EC	1	50,000	50,000	162,550	20%	32,510.00
Plataforma de almacenamiento y carga (PAC)	2	5,000	10,000	32,510	10%	3,251.00
Módulos de almacenamiento y transporte (MAT)	5	95,000	475,000	1,544,225	20%	308,845.00
Tráiler de transporte VST para dos MAT	1	90,000	90,000	292,590	20%	58,518.00
Tracto camión	1	150,000	150,000	487,650	20%	97,530.00
Plataforma de almacenamiento y descarga (PAD)	2	5,000	10,000	32,510	10%	3,251.00
Planta de regulación de presión (PRP)	1	75,000	75,000	243,825	10%	24,382.50
Total de activos fijos depreciables			1,150,000.00	3,738,650.00		622,566.50

Elaboración propia.

Amortización de los Activos Intangibles del Proyecto

Activos intangibles	Importe sin IGV (\$)	Importe sin IGV (S/.)	Amortización anual (%)	Amortización anual (S/.)
Estudios y proyectos de ingeniería	5,000	16,255	100%	16,255.00
Costos de organización	1,500	4,877	100%	4,876.50
Costos de entrenamiento de personal	2,000	6,502	100%	6,502.00
Costos de puesta en marcha	1,000	3,251	100%	3,251.00
Licencias y permisos	3,000	9,753	100%	9,753.00
Total de amortización de intangibles	12,500.00	40,637.50		40,637.50

Elaboración propia.

Financiamiento del Proyecto

Años	Principal (S/.)	Amortización (S/.)	Interés (S/.)	Saldo (S/.)	Pagos (S/.)
2020	3,355,854	671,171	503,378	2,684,683	1,174,549
2021	2,684,683	671,171	402,703	2,013,513	1,073,873
2022	2,013,513	671,171	302,027	1,342,342	973,198
2023	1,342,342	671,171	201,351	671,171	872,522
2024	671,171	671,171	100,676	0	771,846
Totales		3,355,854	1,510,134		4,865,989

Elaboración propia.

Liquidación del IGV del Proyecto (1)

Detalle	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
IGV Ingresos	0	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813
IGV de Costos y Gastos	1,208,108	3,013,441	3,013,441	3,013,441	3,013,441	3,013,441	3,013,441	3,013,441	3,013,441	3,013,441	3,013,441	3,013,441
Liquidación de IGV	-1,208,108	288,372	288,372	288,372	288,372	288,372	288,372	288,372	288,372	288,372	288,372	288,372
Crédito Fiscal del IGV	-1,208,108	-1,208,108	-919,736	-631,364	-342,992	-54,620	233,752	522,124	810,496	1,098,867	1,387,239	1,675,611
Crédito Fiscal acumulado o saldo a pagar	-1,208,108	-919,736	-631,364	-342,992	-54,620	233,752	522,124	810,496	1,098,867	1,387,239	1,675,611	1,963,983

Elaboración propia.

Liquidación del IGV del Proyecto (2)

Detalle	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
IGV Ingresos	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813	3,301,813
IGV de Costos y Gastos	3,013,441	3,013,441	3,013,441	3,013,441	3,013,441	3,013,441	3,013,441	3,013,441	3,013,441	3,013,441	3,013,441
Liquidación de IGV	288,372	288,372	288,372	288,372	288,372	288,372	288,372	288,372	288,372	288,372	288,372
Crédito Fiscal del IGV	1,963,983	2,252,355	2,540,727	2,829,099	3,117,470	3,405,842	3,694,214	3,982,586	4,270,958	4,559,330	4,847,702
Crédito Fiscal acumulado o saldo a pagar	2,252,355	2,540,727	2,829,099	3,117,470	3,405,842	3,694,214	3,982,586	4,270,958	4,559,330	4,847,702	5,136,073

Elaboración propia.

Anexo 12: MOF del staff del sistema de abastecimiento de GNC

Manual de Organización y Funciones del Supervisor del Sistema GNC

Identificación del Puesto	
Unidad Orgánica:	Sub Gerencia de Operaciones
Denominación:	Supervisor del sistema de abastecimiento de GNC
Nombre del puesto:	Supervisor GNC
Dependencia Jerárquica:	Gerencia de Operaciones
Misión del Puesto	
Operar el sistema de abastecimiento GNC acorde a las normas vigentes y a los protocolos de seguridad establecidos	
Funciones del Puesto	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Operar la Estación de Compresión de GNC 2. Operar la Estación de Descompresión y Regulación de GNC 3. Supervisar el funcionamiento correcto de todos los componentes del sistema GNC 4. Programar las actividades de mantenimiento de los componentes GNC 5. Capacitar periódicamente al staff del sistema de abastecimiento GNC 6. Realizar reportes técnicos para la gerencia de operaciones 7. Otros que designe el Sub Gerente de Operaciones 	
Coordinaciones principales del Puesto	
Internas:	Todo el staff del sistema de abastecimiento GNC y de Contugas
Externas:	Staff del city gate de Contugas
Formación académica	
Nivel educativo:	Profesional de ingeniería mecánica, civil, industrial y/o ramas afines.
Grado/situación académica:	Titulado
Estudios requeridos para el puesto:	Gas Natural (mínimo 12 meses)
Se requiere colegiatura:	Si
Se requiere habilitación:	Si
Conocimientos (requiere documentación)	
Conocimientos técnicos:	Operación de sistemas GNC
Ofimática:	OFFIMÁTICA AVANZADO, Modeladores de procesos
Idiomas	Ingles intermedio
Experiencia	
General:	5 años en la industria del gas natural o hidrocarburos
Específica	1 año operando sistemas de GNC
Habilidades o competencias	
Empatía, proactividad, trabajo en equipo, liderazgo	
Otros requisitos	
Licencia de conducir AI	
Elaboración propia.	

Identificación del Puesto	
Unidad Orgánica:	Gerencia de Operaciones
Denominación:	Administrador del sistema de abastecimiento de GNC
Nombre del puesto:	Administrador del sistema GNC
Dependencia Jerárquica:	Sub Gerencia de Operaciones
Misión del Puesto	
Administrar los recursos y obligaciones que se generen durante la operación del sistema de abastecimiento de GNC a la provincia de Palpa.	
Funciones del Puesto	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Administrar los usuarios de gas natural de la provincia de Palpa 2. Administrar los ingresos por consumo de gas natural 3. Administrar las solicitudes de instalación interna, habilitaciones, quejas, reclamos, denuncias tanto de los usuarios como de los instaladores internos. 4. Realizar las facturaciones mensuales a los usuarios por el consumo de gas natural 5. Realizar las planillas del staff del sistema de abastecimiento de GNC 6. Proveer de equipamiento de seguridad al staff del sistema de abastecimiento de GNC 7. coordinar con el supervisor para emitir los reportes de gestión mensuales a la gerencia de operaciones. 8. Otros que designe el Supervisor GNC. 	
Coordinaciones principales del Puesto	
Internas:	Staff del sistema de abastecimiento GNC
Externas:	Staff de Contugas
Formación académica	
Nivel educativo:	Administrador, Ing. Industrial o afín.
Grado/situación académica:	Titulado
Estudios requeridos para el puesto:	Administración de Gas Natural (mínimo 12 meses)
Se requiere colegiatura:	Si
Se requiere habilitación:	Si
Conocimientos (requiere documentación)	
Conocimientos técnicos:	Sistemas virtuales de gas natural (mínimo 1 año)
Ofimática:	OFFIMATICA avanzado
Idiomas	Inglés
Experiencia	
General:	5 años administrando empresas del sector gas natural o hidrocarburos
Específica	1 año en administración de sistemas de GNC
Habilidades o competencias	
Empatía, proactividad, trabajo en equipo, liderazgo	
Otros requisitos	
Licencia de conducir AI	
Elaboración propia.	

Identificación del Puesto	
Unidad Orgánica:	Gerencia de Operaciones
Denominación:	Secretaria del sistema de abastecimiento de GNC
Nombre del puesto:	Secretaria del sistema GNC
Dependencia Jerárquica:	Sub Gerencia de Operaciones
Misión del Puesto	
Soportar operativamente al Administrador del sistema de abastecimiento GNC a la provincia de Palpa.	
Funciones del Puesto	
Asistir operativamente al administrador y al supervisor GNC.	
Coordinaciones principales del Puesto	
Internas:	Staff del sistema de abastecimiento GNC
Externas:	Staff de Contugas
Formación académica	
Nivel educativo:	Secretaria Ejecutiva
Grado/situación académica:	Titulada
Estudios requeridos para el puesto:	Administración de Gas Natural (mínimo 12 meses)
Se requiere colegiatura:	No
Se requiere habilitación:	No
Conocimientos (requiere documentación)	
Conocimientos técnicos:	Sistemas virtuales de gas natural (mínimo 3 meses)
Ofimática:	OFFIMATICA avanzado
Idiomas	Ingles básico
Experiencia	
General:	5 años administrando empresas del sector gas natural o hidrocarburos
Específica	1 año en administración de sistemas de GNC
Habilidades o competencias	
Trabajo en equipo, proactividad, orden y limpieza.	
Otros requisitos	
Ninguno	

Elaboración propia.

Identificación del Puesto	
Unidad Orgánica:	Gerencia de Operaciones
Denominación:	Conductor del sistema de abastecimiento GNC
Nombre del puesto:	Conductor de Tráiler GNC
Dependencia Jerárquica:	Sub Gerencia de Operaciones
Misión del Puesto	
Conducir y trasladar el tráiler VST desde la EC hasta la EDR según los procedimientos de seguridad establecidos	
Funciones del Puesto	
1. Conducir el Tráiler VST desde la EC hasta la EDR 2. Iniciar el proceso de compresión del compresor Microbox 3. cargar e intercambiar los MAT llenos por los vacíos 4. Descargar e intercambiar los MAT vacíos por los llenos	
Coordinaciones principales del Puesto	
Internas:	Todo el staff del sistema de abastecimiento GNC
Externas:	Staff del city gate de nazca
Formación académica	
Nivel educativo:	Técnico superior en mecánica o carreras afines
Grado/situación académica:	Titulado
Estudios requeridos para el puesto:	Operación de equipos especiales GNC Licencia categoría AIII-C
Se requiere colegiatura:	No
Se requiere habilitación:	No
Conocimientos (requiere documentación)	
Conocimientos técnicos:	Operación de compresores de GN
Ofimática:	MS WORD, EXCEL nivel básico
Idiomas	No aplica
Experiencia	
General:	4 años como conductor de insumos peligrosos
Específica	1 años como conductor profesional GNC
Habilidades o competencias	
Paciencia, respeto por las señales de tránsito, capacidad de concentración, etc.	
Otros requisitos	
Licencia de conducir AIII-C profesional	

Elaboración propia.

Identificación del Puesto	
Unidad Orgánica:	Gerencia de Operaciones
Denominación:	Auxiliar de seguridad del sistema de abastecimiento GNC
Nombre del puesto:	Auxiliar de seguridad del sistema GNC
Dependencia Jerárquica:	Sub Gerencia de Operaciones
Misión del Puesto	
Velar por la seguridad y preservación de los componentes de la Estación de Descompresión y Regulación de GNC.	
Funciones del Puesto	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Preservar la seguridad perimétrica de la Estación de Descompresión y Regulación de GNC. 2. Preservar la seguridad interna de la Estación de Descompresión y Regulación de GNC. 3. Velar por la preservación de los componentes del sistema GNC 4. Permitir el ingreso y egreso del tráiler VST, siguiendo los protocolos de seguridad. 5. Llevar el registro de ingresos y salidas del personal del sistema de abastecimiento de GNC 	
Coordinaciones principales del Puesto	
Internas:	Staff del sistema de abastecimiento de GNC
Externas:	Según lo indicado por el Supervisor GNC
Formación académica	
Nivel educativo:	Secundaria completa
Grado/situación académica:	Secundaria completa
Estudios requeridos para el puesto:	Ofimática básica
Se requiere colegiatura:	No
Se requiere habilitación:	No
Conocimientos (requiere documentación)	
Conocimientos técnicos:	Curso de estaciones de descompresión
Ofimática:	MS WORD, EXCEL nivel básico
Idiomas	Ninguno
Experiencia	
General:	4 años
Específica	1 año
Habilidades o competencias	
capacidad comunicativa, capacidad de observación, uso de equipos de comunicación.	
Otros requisitos	
Licencia para portar armas	

Elaboración propia.