

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA**



**Evolución de la oferta y reservas de gas natural y la cobertura
de la demanda nacional del Perú**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN ENERGÍA**

AUTORES :

Bach. Morales Gonzales, Carlos Alberto
Bach. Millones Alba, Jacinto Ernesto

ASESOR :

Dr. Mariños Castillo, Gualberto Antenor
DNI 17890841
Código ORCID: 0000-0001-7514-9908

NUEVO CHIMBOTE - PERÚ

JULIO DEL 2024

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA**



CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

La presente Tesis para Título fue revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando en cuadrado dentro de las áreas y líneas de investigación conforme al reglamento general para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa (R.D: N°580-2022-CU-R-UNS) de acuerdo a la denominación siguiente

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN
ENERGÍA**

**Evolución de la oferta y reservas de gas natural y la cobertura de la demanda nacional
del Perú**

AUTORES :

Bach. Carlos Alberto Morales Gonzales
Bach. Jacinto Ernesto Millones Alba

Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo
Asesor
DNI 17890841
Código ORCID: 0000-0001-7514-9908

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA**



ACTA DE CONFORMIDAD DEL JURADO

El presente jurado evaluador da la conformidad del presente informe, desarrollado en el cumplimiento del objetivo propuesto y presentado conforme al reglamento General para obtener el grado Académico de Bachiller y Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa (R.D N°580-2022-CU-R-UNS); titulado:

**Evolución de la oferta y reservas de gas natural y la cobertura de la
demanda nacional del Perú**

Autores:

Bach. Morales Gonzales, Carlos Alberto
Bach. Millones Alba, Jacinto Ernesto

Revisado y evaluado por el siguiente Jurado Evaluador.

.....
Mg. Guevara Chinchayan, Robert Fabian

Presidente

DNI 32788460

Código ORCID: 0000-0000-0002- 3579-3771

.....
Dr. Gualberto Antoner, Marinos Castillo

Integrante

DNI 17890841

Código ORCID: 0000-0001-7514-9908

.....
Mg. Pérez Pinedo, Oscar Fernando.

Secretario

DNI 32739412

Código ORCID: 0000-0002- 5780-6115



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

El día jueves 25 del mes de julio del año dos mil veinticuatro, siendo las 9:30 a.m. en el Aula E-3 de la Escuela Profesional de Ingeniería en Energía, en cumplimiento al Art. 68 del Reglamento General de Grados y Títulos, aprobado con Resolución N°337-2024-CU-R-UNS de fecha 12.04.24, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante **Resolución N° 317-2024-UNS-CFI** de fecha 21.06.24, integrado por los siguientes docentes:

- Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayán : Presidente
- Mg. Oscar Fernando Pérez Pinedo : Secretario
- Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo : Integrante

Y según la **Resolución Decanal N°456-2024-UNS-FI** de fecha **24.07.24**, se **DECLARA EXPEDITO** a los bachilleres para dar inicio a la sustentación y evaluación de la Tesis, titulada: **"EVOLUCIÓN DE LA OFERTA Y RESERVA DE GAS NATURAL Y LA COBERTURA DE LA DEMANDA NACIONAL DEL PERÚ"**, perteneciente a los bachilleres: **CARLOS ALBERTO MORALES GONZALES**, con código de matrícula N° **0199411015** y **JACINTO ERNESTO MILLONES ALBA**, con código de matrícula N° **0199411046**, teniendo como asesor al docente **Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo**, según Resolución Decanal N° 108-2023-UNS-FI de fecha 17.02.23.

Terminada la sustentación de los bachilleres, respondieron las preguntas formuladas por los miembros del jurado y el público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, en concordancia con el artículo 73° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, declara:

BACHILLER	PROMEDIO	PONDERACIÓN
JACINTO ERNESTO MILLONES ALBA	0.1800000000	BUFFNO

Siendo las 10:40 a.m. del mismo día, se da por terminado el acto de sustentación, firmando los integrantes del jurado en señal de conformidad.


Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayán
PRESIDENTE


Mg. Oscar Fernando Pérez Pinedo
SECRETARIO


Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo
INTEGRANTE

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

El día jueves 25 del mes de julio del año dos mil veinticuatro, siendo las 9:30 a.m. en el Aula E-3 de la Escuela Profesional de Ingeniería en Energía, en cumplimiento al Art. 68 del Reglamento General de Grados y Títulos, aprobado con Resolución N°337-2024-CU-R-UNS de fecha 12.04.24, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N° 317-2024-UNS-CFI de fecha 21.06.24, integrado por los siguientes docentes:

- Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayán : Presidente
- Mg. Oscar Fernando Pérez Pinedo : Secretario
- Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo : Integrante

Y según la Resolución Decanal N°456-2024-UNS-FI de fecha 24.07.24., se **DECLARA EXPEDITO** a los bachilleres para dar inicio a la sustentación y evaluación de la Tesis, titulada: "EVOLUCIÓN DE LA OFERTA Y RESERVA DE GAS NATURAL Y LA COBERTURA DE LA DEMANDA NACIONAL DEL PERÚ", perteneciente a los bachilleres: **CARLOS ALBERTO MORALES GONZALES**, con código de matrícula N° 0199411015 y **JACINTO ERNESTO MILLONES ALBA**, con código de matrícula N° 0199411046, teniendo como asesor al docente **Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo**, según Resolución Decanal N° 108-2023-UNS-FI de fecha 17.02.23.

Terminada la sustentación de los bachilleres, respondieron las preguntas formuladas por los miembros del jurado y el público presente.

El jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, en concordancia con el artículo 73° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, declara:

BACHILLER	PROMEDIO	PONDERACIÓN
CARLOS ALBERTO MORALES GONZALES	Distintivo	BUENO

Siendo las 10:40 a.m. del mismo día, se da por terminado el acto de sustentación, firmando los integrantes del jurado en señal de conformidad.


Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayán
PRESIDENTE


Mg. Oscar Fernando Pérez Pinedo
SECRETARIO


Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo
INTEGRANTE



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	ERNESTO MILLONES
Título del ejercicio:	INFORMES
Título de la entrega:	TESIS CARLOS MORALES-ERNESTO MILLONES
Nombre del archivo:	TESIS_MORALES-MILLONES.pdf
Tamaño del archivo:	2.17M
Total páginas:	129
Total de palabras:	31,427
Total de caracteres:	156,719
Fecha de entrega:	28-jul.-2024 11:41a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre...	2423667695



TESIS CARLOS MORALES-ERNESTO MILLONES

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	www.osinergmin.gob.pe Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
4	issuu.com Fuente de Internet	1%
5	www2.osinerg.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	docplayer.es Fuente de Internet	1%
8	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

Para mis Padres
el Sr. Segundo Morales Pedreros y
la Sra. Mery Gonzales Vega.

Para mis hijos,
Angeline Morales García y
Massimo Morales Castillo.

quienes son la fuerza
Que me impulsa cada día a
conseguir nuevas metas.

C.A.M.G.

DEDICATORIA

A Dios por su infinito cariño.

A mis queridos padres

Jacinto Millones Reque y

Estela Alba Salinas.

Por su cariño y

ejemplo dado en mi camino de vida.

Un profundo agradecimiento.

Dedicado a mis hijas María Alejandra Millones Chunga

y Lucia Gabriela Millones Ambrosio.

J.E.M.A

RECONOCIMIENTO

Agradecer a Dios por su infinita bondad y por brindarme las fuerzas para poder culminar la presente tesis, que es el reflejo de años de esfuerzo y dedicación.

Agradecer a mi asesor Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo, por su invaluable apoyo y asesoría en esta meta cumplida.

Un reconocimiento a mis profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería en Energía por sus valiosas enseñanzas y a mis compañeros de estudio, todos ellos influyeron en mi estadía en mi alma mater para su amistad y compañerismo de siempre.

Atentamente,

C.A.M.G

RECONOCIMIENTO

En primer lugar, a Dios, porque es quién me ha dado la posibilidad de la existencia, porque él es el autor de mi vida, quien con su inmenso amor me cuida y ayuda a cumplir mis metas propuestas.

Agradecer a mi asesor Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo, por su asesoría en la realización de la tesis.

A mis docentes de la Universidad Nacional del Santa por su gran apoyo y enseñanza. Lo cual es el reflejo en la realización de mi tesis.

Atentamente,

E.J.M.A.

Índice

Índice	
Resumen	
Capítulo I: Introducción.	13
1.1 Realidad Problemática	13
1.2 Antecedentes	15
1.3 Justificación	19
1.4 Hipótesis	19
1.5 Objetivos	19
Capitulo II: Marco Teórico.	20
2.1 Gas Natural	20
2.2 Aplicaciones del gas natural	45
2.3 Reservas	61
2.4 Proyecciones y pronósticos	65
Capítulo III: Material y método	70
3.1 Material	70
3.2 Método	77
Capitulo IV: Resultados y Discusión	79
4.1 Análisis de la demanda de gas natural	79
4.2 Determinación de los pronósticos de comportamiento según los sectores económicos y mercado de exportación	87
4.3 Pronósticos de la demanda y reservas de gas natural	93
4.4 Pronósticos de reservas con nuevos proyectos	95
4.5 Discusión de resultados	103
Conclusiones	106
Recomendaciones	108
Referencias bibliográficas	109
Anexos	118

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del yacimiento de Camisea	26
Figura 2. Ubicación del yacimiento del Norte	27
Figura 3. Esquema de explotación y transporte en Zona de Aguaytía	28
Figura 4 Etapas en la cadena de producción del gas natural	30
Figura 5 Planta de fraccionamiento de Malvinas	31
Figura 6 Sistema de transporte de ductos de GN y LGN	32
Figura 7 Distribución de áreas de Planta de Licuefacción de Perú GNL	34
Figura 8 Redes de Distribución de Gas natural	36
Figura 9 Transporte virtual con tecnología GASCOP-Canadá para GNC	38
Figura 10 Transporte virtual de GNL	39
Figura 11 Esquema de la masificación del gas natural en el Perú	40
Figura 12 Mapa de la Concesión de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao	41
Figura 13 Plan mínimo de conexiones Naturgy-Según contrato de concesión sur	42
Figura 14 Plan mínimo de conexiones Quavii-Según contrato de concesión Norte	43
Figura 15 Central Termoeléctrica de Ciclo Combinada de Kallpa-Perú	47
Figura 16 Número de vehículos a GNV activados por año y talleres de conversión	53
Figura 17 Esquema de instalación residencial	55
Figura 18 Plan Tarifario vigente Lima y Callao	56
Figura 19 Mapa de exportaciones de GNL al III Trimestre 2023	59
Figura 20 Mapa de Reservas Probadas de Gas Natural por Lotes, al 31 de diciembre de 2021*(en TCF [109])	63
Figura 21 Reservas y Recursos para el Mercado Nacional al 31 de diciembre de 2021	64
Figura 22 Reservas y Recursos para Exportación al 31 de diciembre de 2021	65
Figura 23 Métodos de proyección	66
Figura 24 Ejemplo de proyección de demanda y su pronóstico	67

Figura 25 Infografía de Proyecto SIT GAS	75
Figura 26 Infografía de Proyecto 7 regiones	77
Figura 27 Diseño de investigación	78
Figura 28 Comportamiento de la demanda de gas natural en zona de concesión de Calidda Gas Natural	80
Figura 29 Comportamiento de la demanda de gas natural en zona de concesión de Contugas	81
Figura 30 Comportamiento de la demanda de gas natural en zona de concesión de Quavii	82
Figura 31 Comportamiento de la demanda de gas natural en zona de concesión de Naturgy	83
Figura 32 Comportamiento del mercado de exportación del gas natural	84
Figura 33 Comportamiento del consumo de gas natural para generación de energía	85
Figura 34 Comportamiento del consumo de reservas de gas natural 2005-2023	86
Figura 35 Distribución porcentual de la demanda mercado nacional de gas natural 2005-2023	87
Figura 36 Pronostico del comportamiento de la demanda en zona de concesión de Empresa Calidda Gas Natural del Perú al 2035	88
Figura 37 Pronostico del comportamiento de la demanda en zona de concesión de Contugas al 2035	89
Figura 38 Pronostico del comportamiento de la demanda en zona de concesión de Empresa Quavii al 2035	90
Figura 39 Pronostico del comportamiento de la demanda en zona de concesión de Empresa Naturgy al 2035	91
Figura 40 Pronostico del comportamiento de la demanda de gas natural para generación eléctrica al 2035	92
Figura 41 Pronostico del comportamiento del mercado de exportación al 2035	92

Figura 42 Pronostico del comportamiento de la demanda y las reservas al 2035 para el mercado nacional-Lote 88	93
Figura 43 Pronostico del comportamiento de la demanda y las reservas al 2035 para el mercado de exportación-Lote 56 y 57	94
Figura 44Pronostico del comportamiento de la demanda del mercado nacional de gas natural incluido nuevos proyectos al 2035	95
Figura 45 Pronostico del comportamiento de la demanda del mercado nacional de gas natural incluido nuevos proyectos y reservas de gas natural al 2035-Lote 88	96
Figura 46 Pronostico del comportamiento de la demanda según lo pronosticado del mercado nacional de gas natural y mercado de exportación y reservas totales al 2035	97
Figura 47 Pronostico del comportamiento de la demanda según lo pronosticado del mercado nacional de gas natural, proyectos nuevos y mercado de exportación y reservas totales al 2035	98
Figura 48 Pronostico del comportamiento con crecimiento optimista de la demanda según lo pronosticado del mercado nacional de gas natural y mercado de exportación y reservas totales al 2035	99
Figura 49 Pronostico del comportamiento con crecimiento optimista de la demanda según lo pronosticado del mercado nacional de gas natural, proyectos nuevos y mercado de exportación y reservas totales al 2035	100
Figura 50 Pronostico del comportamiento con crecimiento pesimista de la demanda según lo pronosticado del mercado nacional de gas natural y mercado de exportación y reservas totales al 2035	101
Figura 51 Pronostico del comportamiento con crecimiento pesimista de la demanda según lo pronosticado del mercado nacional de gas natural, proyectos nuevos y mercado de exportación y reservas totales al 2035	102

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Propiedades de componentes del Gas Natural	23
Tabla 2 Primeros consumidores industriales de gas natural	50
Tabla 3 Evolución del consumo de gas natural para generación	70
Tabla 4 Evolución del consumo de gas natural en Zona de Concesión de Calidda Gas Natural	71
Tabla 5 Evolución del consumo de gas natural en Zona de Concesión de Contugas	72
Tabla 6 Evolución de la exportación de gas natural	72
Tabla 7 Evolución del consumo de gas natural en Zona de Concesión de Quavii	73
Tabla 8 Evolución del consumo de gas natural en Zona de Concesión de Naturgy.	73
Tabla 9 Reservas de Gas Natural de Camisea para mercado nacional	74
Tabla 10 Reservas de Gas Natural de Camisea para exportación	74
Tabla 11 Demanda proyectada por Proyecto Kuntur Gas	76

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Evolución de la oferta y reservas de gas natural y la cobertura de la demanda nacional del Perú”, tiene por objetivo Realizar un estudio de Proyección del comportamiento de la Demanda, Oferta y Reservas de Gas Natural que permita determinar la cobertura de la demanda nacional en los próximos 12 años.

El presente trabajo de investigación es del tipo pre-experimental, de naturaleza descriptiva. Toma como muestra de estudio el mercado de consumo de gas natural del Peru abastecido por el principal yacimiento del Perú es Camisea con los lotes 88 con 5,862 TCF y los lotes 56 y 57 con 2,134 TCF destinados para el mercado nacional y de exportación respectivamente. La demanda de gas natural se realiza al sector de generación de energía eléctrica, industrial, transporte con gas natural vehicular, residencial y comercio.

En los resultados se han obtenido plazos de sostenibilidad para un horizonte de 12 años, desde 2023-2035, teniendo en cuenta la oferta de gas natural con sus reservas probadas, probables y posibles. Concluyendo que con los pronósticos realizados al 2035 se contarán aun con 1,448 de las reservas probadas, mientras que el mercado de exportación tendrá un déficit de 0,004 TCF, con lo cual las reservas de los lotes 56 y 57 estarán agotadas. Del mismo modo la implementación de nuevos proyectos para el año 2027, Proyecto SIT-Gas y Proyecto 7 regiones disminuirá el volumen de las reservas disponibles al 2035, así tenemos que se tendrá una oferta de 1,061 de las reservas probadas del lote 88.

PALABRAS CLAVE: Proyecciones y pronósticos, Demanda, Reservas de Gas Natural.

ABSTRACT

The objective of this research work entitled “Evolution of the supply and reserves of natural gas and the coverage of national demand in Peru” is to carry out a Projection study of the behavior of the Demand, Supply and Reserves of Natural Gas that allows determining coverage of national demand in the next 12 years.

The present research work is of the pre-experimental type, descriptive in nature. Take as a study sample the natural gas consumption market of Peru supplied by the main field in Peru is Camisea with lots 88 with 5,862 TCF and lots 56 and 57 with 2,134 TCF destined for the national and export markets respectively. The demand for natural gas is made to the electric power generation, industrial, transportation with vehicular natural gas, residential and commercial sectors.

The results have obtained sustainability periods for a horizon of 12 years, from 2023-2035, taking into account the supply of natural gas with its proven, probable and possible reserves. Concluding that with the forecasts made to 2035 there will still be 1,448 of the proven reserves, while the export market will have a deficit of 0.004 TCF, with which the reserves of lots 56 and 57 will be exhausted. In the same way, the implementation of new projects for the year 2027, SIT-Gas Project and Project 7 regions will reduce the volume of reserves available by 2035, so we will have an offer of 1,061 of the proven reserves of lot 88.

KEYWORDS: Projections and forecasts, Demand, Natural Gas Reserves.

1. Capítulo I: Introducción.

1.1 Realidad problemática

El gas natural es un recurso energético estratégico, donde el costo de combustible es influenciado por las elevadas inversiones del segmento de transporte a través de gasoductos físicos o gasoductos virtuales, siendo considerado para muchos mercados como un “commodity”. Así tenemos que China y Estados Unidos presentan esa influencia de sus decisiones políticas y comerciales sobre el mercado mundial del gas natural, ya que EE. UU presenta ostenta el mayor volumen de gas natural producido, donde China se ubica como el tercer país mayor consumidor, con fuertes reservas de gas aun no empleadas. El menor impacto del gas natural con respecto al carbón y al petróleo, le permiten ser considerado como el recurso energético del proceso de transición energética, generando 50% y 42% menores emisiones de CO₂ respecto al carbón y el petróleo respectivamente.

La planificación del consumo de gas natural forma parte política por el Ministerio de Minas y Energía (Minem), y en la parte regulatoria por el OSINERGMIN, en lo sancionatorio no se cuenta con una entidad única definida, a diferencia de Colombia por ejemplo que cuenta con la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), el rol de Promoción a cargo de PROINVERSION, esta última sometido a intereses políticos tal es el caso del Gasoducto del Sur , a través del cual se proyectaba abastecer de gas natural el sur peruano en desmedro de nuestras reservas conocidas, mediante el cual se habría concertado de forma ilícita con una empresa, en desmedro del Estado peruano durante el proceso de licitación de la red de gas del sur del Perú, y, en lo comercial, está conformado por las entidades a cargo de la explotación, transporte, comercialización, distribución, exportación, así como de los consumidores, clasificados según el volumen de consumo en regulados y grandes consumidores.

La demanda de gas natural principal está orientada a la generación termoeléctrica con ciclos combinados y ciclos simple (parte de ello operan como unidades de reserva barata). En enero 2023 se recurrió a la operación de la totalidad de las plantas térmicas con gas natural, por la falta de agua en las cuencas hidrográficas

y el bajo factor de carga en la operación de las plantas RER, llegando incluso a entrar en el despacho de generación centrales termoeléctricas con petróleo Diesel, con lo cual hubo un incremento de los precios de generación. Situaciones parecidas crean la necesidad de proyectar la construcción de plantas termoeléctricas ciclo simple como reserva, pero surge la interrogante por conocer si existe reservas de gas natural suficiente para suministrar este combustible a estas centrales termoeléctricas.

El gas natural a nivel industrial, uso vehicular y residencial ha incrementado su demanda en la ciudad de Lima e Ica con los primeros proyectos y con los programas de masificación Norte (Chimbote, Huaraz, Trujillo, "Pacasmayo, Chiclayo y Cajamarca) y Sur (Arequipa), estos dos últimos proyectos son sostenibles a través de los esquemas de transporte virtual, al ser muy elevados los costos de inversión de un ducto de gas natural (1,2 millones de dólares por km).

El gas natural representa una fuente de energía relevante que incide sobre la evolución de la canasta energética del ciudadano peruano, lo cual resulta razón suficiente para realizar un estudio de mercado y la elaboración de escenarios futuros sobre su reserva tal que permitan tomar decisiones oportunas en el corto y mediano plazo, teniendo en cuenta que a la fecha no existe un estudio que indique el valor exacto de nuestras reservas probadas, probables y posibles limitadas al yacimiento de Camisea, en la cual el estado juega un papel importante en su determinación, siendo un descuido con posibles consecuencias futuras, el desconocimiento de reserva real de gas natural.

Según lo considerado en la realidad problemática y los antecedentes del informe se formula el siguiente problema:

¿Cuál será el impacto del comportamiento de la oferta y reservas de gas natural en la demanda energética nacional?

1.2 Antecedentes:

Se los antecedentes del presente informe de tesis:

Alvarado, J. (2014) en su tesis Escenario de oferta y demanda futura de gas natural provenientes de yacimientos no convencionales: el caso del gas natural asociado a mantos de carbón. El objetivo principal es la evaluación de los efectos en términos de cobertura de la demanda frente a diversos escenarios a la cual está inmerso el gas natural como fuente energética en el mediano plazo a través de modelos de pronósticos dentro de los planes de estado. Emplea un método experimental bajo simulación de Montecarlo. Concluye que es importante evaluar esta posibilidad de estudio de nuevas reservas. Este planteamiento toma validez, sobre todo cuando se ha estimado para Colombia, realizar acciones en su actuar de política energética realizando para ello el empleo de técnicas estadísticas, econométricas, que permitan el ingreso de fuertes cambios estructurales en la planeación energética y del mismo permite la entrada de nuevos recursos energéticos o tecnologías emergentes que permitan una sostenibilidad futura del país.

Berrosipi, F., et al. (2021) en sus tesis Propuesta de uso del gas natural licuado como combustible para el transporte vehicular de carga pesada e interprovincial de pasajeros en el corredor vial costero Peruano, tiene por objetivo el análisis de la viabilidad económica, financiera y tecnológica para implementar de estaciones de servicio (EESS), utilizando una la metodología que permite lograr los objetivos trazados realizando para ello análisis minucioso referente al mercado del diésel, gas natural, transporte terrestre y estaciones de servicio con GNL en Europa, América y Asia, lo cual permite realizar pronósticos a través de un modelo econométrico ARIMA para la demanda de petróleo diésel con un horizonte hacia el 2040, concluye que los sectores económicos de transporte y minería presentan el mayor mercado de demanda de GNL en vehículos de carga pesada, tal como buses, camiones de carguío y maquinaria de mina. En el departamento de La Libertad se han identificado a 2 empresas de transporte de carga y una empresa del rubro de transporte de pasajeros como potenciales consumidores, y para el sector minero las empresas Barrick Misquichilca,

Aurífera Retama y Compañía Minera Poderosa, son las que presenta una mayor demanda de combustible por suministrar.

Escobedo, P., et al. (2021) en su tesis alternativa al desarrollo del Gasoducto Sur Peruano a través de generación eléctrica en Camisea y su integración al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional. Tiene por objetivo establecer alternativas de suministro de electricidad al SEIN en el corto plazo, para evitar los altos costos en la producción de energía y el consiguiente déficit de generación económica, generando incentivar el desarrollo del país, con una Planta Termoelectrica ubicada en Camisea y un sistema de transmisión de energía que se interconecte al SEIN, la metodología empleada en su investigación es hipotética deductiva, la cual se caracteriza por partir de una explicación inicial con respecto al estado del suministro de energía eléctrica en los años siguientes como resultado del incremento progresivo de la demanda. Concluyen que el análisis técnico económico de la instalación de una planta termoeléctrica en Camisea como parte del desarrollo del sector Sureste (que involucra energizar con gas natural el Cuzco) y su interconexión a la línea de transmisión de 500 kV del SEIN al complejo energético del Mantaro se presenta factible, ya que se obtuvieron valores de VAN positivo y TIR mayor a 12%. Se han analizado 3 casos siendo el mejor a la implementación de una planta termoeléctrica con turbina a gas en ciclo simple. Mientras que la red de transmisión eléctrica se presenta como una alternativa técnico – económica para dar confiabilidad y seguridad al sistema eléctrico con energía proveniente del gas natural.

Luna, K. et al. (2020) en su tesis Análisis sectorial de la industria del Gas Natural en el Perú: avances y problemática actual. Tiene por objetivo la identificación del estado situacional del proyecto de masificación de gas natural, determinando las características de la matriz energética y realizando el análisis en comparación a otros países; evaluándose los indicadores que impactan en su implementación, la problemática del sector y proponiéndose diversas soluciones. El método de investigación es descriptivo pre-experimental y de gabinete. Concluyen que en el país se cuenta con reservas de gas natural probadas que permiten la cobertura del mercado de consumo por lo menos 20 años, según los valores de los ratios Reservas / Producción (R/P) obtenidos. Las reservas probadas de gas natural

presentan un comportamiento en descenso para los últimos 5 años, una tasa de reducción por consumo de 6,7% al año en promedio, para el 2013 se contó con 15,0 TCF de gas natural y al el 2018 se redujo a 10,6 TCF. Del mismo modo, se cuenta con reservas prospectivas de gas natural de cerca de 50 TCF.

Martínez, R. et al. (2011) en su tesis Implementación de propuestas para la incorporación de Reservas en México bajo la Norma PRMS, plantea como objetivo implementar propuestas para incorporar Reservas de gas natural en México según la Norma PRMS, concluyen que cabe destacar que se tiene una reserva de hidrocarburos ya reconocida o campo aun en etapa de explotación, la metodología del cálculo de la reserva por descenso debido a consumo, brinda con un rango de exactitud el potencial de las reservas con cierto grado de tolerancia, ya que toma en cuenta la informacion oficial debidamente certificada. Es muy importante la garantía de las empresas certificadores para la proyección y pronostico futuro de reservas de hidrocarburos, que en si tienden a agotarse en el tiempo. Y según ello realizar la planificación futura de la transicion energética. Medina, G. (2020) en su tesis referente a la masificación del gas natural en el Perú: evaluación y propuestas para su impulso, presenta como objetivo efectuar la demostración de los beneficios de la masificación del gas natural en el Perú, concluye que la evaluación del triunfo o fracaso de la masificación del gas natural, es algo subjetivo. La decisión del estado de orientar el consumo solo con una única fuente de energía o reemplazarla por otra, dependerá de la certificación de las reservas y el costo asociado a cada recurso de energía, la calidad y seguridad del suministro y los costos relacionados a la inversión y los asociados a su implementación. Por lo tanto, no es posible la evaluación del desempeño de un recurso energético, si no se encuentra definido sus objetivos y metas. Con lo cual, no se puede adelantar criterios del éxito de acciones futuras, tal como lo representa la masificación del gas natural, lo cual puede conducir a triunfalismos adelantados de tipo subjetivo, hasta que no se haya certificado de forma correcta las reservas reales, de tal forma que sean el punto de partida para los planes de desarrollo de un país.

Rodríguez, L., et al. (2022) en su tesis Análisis, Factores Críticos y Potenciales para el desarrollo del Gas Natural mediante un gasoducto costero, tiene como

objetivo la evaluación del estado real de las reservas de gas natural y la determinación del impacto que origina un gasoducto en la costa como alternativa para masificar el gas natural en los diversos sectores económicos de ciudades asociadas al mencionado proyecto. La investigación se basa en un enfoque cualitativo y cuantitativa, tras realizar un análisis de los sectores de consumo de gas. Concluyen que la producción de gas natural representa el 53% de la generación de energía y el 29% de la oferta de energía, identificándose su relevancia dentro de la matriz energética peruana. En los últimos años se han promovido acciones de uso del gas de Camisea, en las ciudades así tenemos las concesiones que se otorgaron para la distribución en la zona norte y sur a través del transporte virtual. Habiéndose cuantificado la demanda inicial en 10 MMCFD de la zona norte y 1 MMCFD en la zona sur. Se cuenta aún con una demanda aun por cubrir en el sector energético de cerca de 70-66 MMCFD por lo cual es necesario tener una idea real de las reservas reales.

Vásquez, C. (2014) en su tesis incidencia financiera y tributaria de la reinyección de gas natural seco, tiene por objetivo demostrar que el gas natural seco de las reservas de Camisea es reinyectado parcialmente en los pozos, lo cual es consecuencia de la capacidad de la planta de separación de Malvinas. El método es de carácter cualitativo, descriptivo y correlacional. Concluye que el gas natural seco extraído de los pozos son bienes tangibles que la empresa posee y almacena para venderla y forma parte de la estructura del negocio del gas natural. El gas natural contenidos en los pozos de los lotes 88, 56 y 57 representan un recurso energético que es fraccionado en 2 productos: líquidos de gas natural y gas natural seco; los cuales son transportados a través de 2 ductos hacia la localidad de Pisco para iniciar el proceso de licuefacción para su exportación, y en el otro caso se deriva hasta la localidad de Lurín, que es el punto de inicio de la distribución y comercialización de gas natural en la ciudad de Lima.

1.3 Justificación:

La justificación es la siguiente:

El presente trabajo de investigación es importante porque nos permitirá conocer en forma real las características del comportamiento del Mercado del Gas Natural en el Perú, en lo referente a Oferta y Demanda en sus diversos sectores de consumo.

Con esta investigación se podrá proyectar el futuro de la Oferta y Demanda de Gas Natural dentro de los sectores Industriales, domésticos, de generación de energía y de exportación, lo que permita una toma de decisiones con la finalidad de dar sostenibilidad y confiabilidad del Mercado.

Se identificaron la tendencia de la proyección de los consumos y pronósticos de comportamiento de la Oferta, Reserva y Demanda con respecto a las reservas disponibles, con los cuales se puede conocer los escenarios futuros para el proceso de transición energética visible.

1.4 Hipótesis:

Un Estudio de Proyección del comportamiento de la Demanda, Oferta y Reservas de Gas Natural determina que su cobertura nacional es satisfactoria en los próximos 12 años

1.5 Objetivos:

Objetivo general

Realizar un estudio de Proyección del comportamiento de la Demanda, Oferta y Reservas de Gas Natural que permita determinar la cobertura de la demanda nacional en los próximos 12 años.

Objetivos específicos:

- Elaborar proyecciones del comportamiento de la Oferta y Demanda del Gas Natural en el Mercado Energético Peruano.
- Elaborar pronósticos del comportamiento de la demanda para el mercado nacional y de exportación de gas natural para un horizonte de 12 años.
- Establecer los plazos de sostenibilidad del Mercado del Gas natural en función a los pronósticos realizados en función a las reservas de gas natural.

- Determinar el comportamiento de las reservas de gas natural teniendo en cuenta una reserva global de gas natural, con escenarios de crecimiento de la demanda según lo pronosticado, optimista y pesimista.

2. Marco Teórico.

2.1 Generalidades.

2.1.1 Gas natural:

a. Naturaleza.

El Gas Natural esta formado por un conjunto de hidrocarburos gaseosos livianos siendo el metano (CH_4) su mayor componente, en proporción superior a 90%, se le encuentra en forma natural en los yacimientos de petróleo acompañando al petróleo crudo (gas natural asociado) o acompañado tan solo de otros hidrocarburos o gases (gas natural no asociado). Su denominación de "Natural" esta referido a que en su composición química no interviene procesos externos para su constitución; es limpio, no tiene color y olor. En el proceso de distribución se le añade un odorizante para que sea reconocido en casos de fugas. Los elementos que acompañan al metano son hidrocarburos como etano, propano, butano, pentano y pequeñas proporciones de gases inertes, como: dióxido de carbono, nitrógeno, oxígeno, hidrogeno, ácido sulfhídrico, y trazas de agua. (Echevarría & León, 2013)

El gas natural es un combustible convencional compuesto por un conjunto de hidrocarburos en estado gaseoso acompañando en disolución con el petróleo en los reservorios o yacimientos. En la naturaleza se distingue al gas natural asociado cuando se encuentra acompañando al petróleo y como gas natural no asociado cuando no presenta trazas de petróleo en los reservorios. El componente mayoritario del gas natural es el metano, seguido del etano, siendo su proporción distinta según el reservorio. Sus otros componentes son el propano, el butano y otros hidrocarburos en menor proporción como pentano, el hexano y el heptano. (Barrantes & Gómez, 2020)

El gas natural representa ser una fuente de energía convencional con menos impacto al medio ambiente, empleándose en el sector residencial e industrial, porque generan 25 a 30 % menores emisiones de CO₂ con respecto al petróleo, y entre 40 a 50 % menores emisiones de CO₂ con respecto al empleo del carbón; su empleo como Gas Natural Vehicular, genera de 20 a 25 % menores emisiones de CO₂ que al utilizar combustibles vehiculares convencionales, como el diesel y la gasolina. (Becerra & Rodríguez, 2017).

El gas natural se introdujo en el año 2004 en el Perú, siendo el primer beneficiado el sector electricidad; posteriormente se dio su introducción a los sectores industrial, comercial, residencial y vehicular. El sector eléctrico se ha visto beneficiado por la introducción de las centrales térmicas de ciclo combinado que utilizan el gas natural; el sector industrial, comercial y residencial tienen una conexión directa y continua a una fuente de energía económica; y en el sector vehicular, los consumidores experimentaron la posibilidad de utilizar un nuevo combustible. Se estima que el gas natural en el Perú ha generado alrededor de US\$ 6.952 millones en los sectores antes mencionados, donde el sector residencial, comercial e industrial representaron el 46% de los ahorros; el sector vehicular, el 28%, y el sector electricidad, el 26%. (Aurazo & Rojas, 2018)

Desde el inicio de las operaciones de la industria de gas natural en el Perú, las regalías recaudadas han sido superiores a los US\$ 10 200 millones (69% por líquidos de gas natural, LGN; y 31% por gas natural, GN). Hasta 2013, la recaudación por regalías registró una tendencia creciente, alcanzando los US\$ 1300 millones; sin embargo, a partir de 2014 se revirtió y se dieron las mayores caídas en las regalías por GN y LGN provenientes del Lote 56 (aproximadamente 10%). Hasta 2004, la recaudación por regalías de gas natural solo representaba el 4% del total de regalías por hidrocarburos. Al cierre de 2019, aquellas por gas natural y líquidos de gas natural han representado más de 60%. (Mendoza, J. et.al.,2021)

b. Propiedades.

- Condiciones standard. Esta referido a las condiciones establecidas en el contrato de compra venta de Gas Natural, en las siguientes condiciones contractuales de presión absoluta igual a 1,013253 bar (14,696 psi) y 15,56 °C (60°F). (Diaz, 2018)

- Índice de Wobbe. Relaciona el poder calorífico superior del combustible con la raíz cuadrada de la densidad relativa, resulta ser un parámetro que se emplea para caracterizar el potencial calórico y la intercambiabilidad de un combustible. Según un rango de valores del índice de Wobbe se agrupan los combustibles, así tenemos que el gas natural se ubica con los combustibles gaseosos con un determinado valor del índice de Wobbe con ciertas características energéticas con lo cual desarrollan una gran cantidad de energía calorífica limpia y además se asume que un combustible puede substituirse por otro sin necesidad de realizar cambios en los equipos de combustión, si ambos combustibles tienen índices de Wobbe muy similares. (Barrantes & Gómez, 2020)

- Físico-químicas. El gas natural es más liviano que el aire, con lo cual en condiciones de fugas, este tenderá elevarse y a disiparse en la atmósfera disminuyendo el riesgo en su uso; a diferencia del Gas Licuado de Petróleo GLP que es más pesado que el aire y no se disipa fácilmente. El gas natural no requiere de almacenamiento en cilindros o tanques, se suministra por tuberías en forma similar al agua potable. (Echevarría & León, 2013)

Dentro de sus principales propiedades tenemos las siguientes:

Tabla 1

Propiedades de componentes del Gas Natural

	Metano	Etano	Propano
Peso Molecular	16.043	30.070	44.097
Densidad con relación al aire	0.5537	1.0378	1.5219
Poder calorífico superior Kcal/Nm ³	9530	16860	24350
Poder calorífico inferior Kcal/Nm ³	8570	15390	22380
Aire teórico m ³ / m ³	9.52	16.67	23.81
Límite inferior de inflamabilidad %	5	3	2.2
Límite inferior de inflamabilidad %	15	12.5	9.5
Formula	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈

Nota. Información elaborada teniendo en cuenta información del MINEM y OSINERGMIN.

c. Terminología.

- Gas natural seco: Referido al metano con pequeñas proporciones de etano.
- Líquidos de gas natural (LGN): Está compuesto de una mezcla de propano, butano, pentano y otros hidrocarburos de mayor peso. Se le considera como producto intermedio en el proceso de fraccionamiento del gas natural.
- Gas licuado de petróleo (GLP): Es compuesto por una mezcla de propano y butano. Es un combustible muy utilizado en el sector residencial y vehicular por su bajo costo, aunque su precio está sometido a la ley de oferta y demanda.
- Gasolina natural: Se compone de pentano, hexano e hidrocarburos pesados. Se le emplea en los procesos de fraccionamiento para la elaboración de gasolinas y como insumo en la industria petroquímica. (Echevarría & León, 2013)

- Gas natural comprimido (GNC): Esta referido al gas natural seco comprimido a 200 bar. Es almacenado en cilindros o tanques a alta presión y es muy empleado como combustible vehicular.
- Gas natural licuado (GNL): Referido al gas natural seco que ha sido licuado mediante un proceso de enfriamiento y expansión, disminuyéndose su temperatura hasta -16°C reduciéndose su volumen en seiscientas (600) veces, con lo cual se consigue transportar una mayor cantidad de gas natural. A través de la licuefacción se prepara al gas natural para su transporte a largas distancias en "barcos metaneros" o en transporte terrestre a través de cisternas criogénicas con una distancia máxima de 100 km. (Echevarría & León, 2013)

2.1.2 Yacimientos Perú.

a. Yacimiento de Camisea.

En julio de 1981, la empresa transnacional Shell firmó con el estado un contrato para la realización de operaciones de explotación de petróleo en la selva sur del Perú (exploración de petróleo de los lotes 38 y 42). En el año 1984 (segundo gobierno del Arq. Belaunde Terry) y 1988 (primer gobierno del Dr. Alan García Pérez) la empresa descubrió las reservas de gas natural en Camisea (Cusco), referidos a los yacimientos de San Martín, Cashiriari ambos denominadas Lote 88, Mipaya y Pagoreni (Lote 56). En 1988, se firmó un acuerdo de bases entre Petroperú en representación al estado peruano y Shell, estableciéndose los términos contractuales para la explotación de gas natural, con una inversión cercana a los 2 500 millones de dólares. Por cuestiones de un adecuado marco jurídico y normativo el proyecto de explotación no prospero. (Echevarría & León, 2013)

Mediante Decreto Supremo N° 021-2000-EM, el 2000, se aprobó el Contrato de Licencia para explotar Hidrocarburos en el Lote 88 entre PERUPETRO S.A. y Pluspetrol Perú Corporation, Sucursal del Perú, Hunt Oil Company of Perú L.L.C, Sucursal del Perú, SK Corporation, Sucursal Peruana, Hidrocarburos Andinos S.A.C. En este caso la operación estará a cargo de Pluspetrol Perú Corporation S.A. (en adelante Pluspetrol). (OSINERGMIN, 2023)

La explotación del gas de Camisea, se inició en agosto de 2004, luego de 20 años después de su descubrimiento. Las reservas de gas de Camisea, representan ser una de las más importantes de América, se ubica en las montañas del departamento del Cusco. Específicamente en el distrito de Megantoni, provincia de La Convención. (Tamayo, J. et. al., 2017)

El yacimiento de gas natural de Camisea incluye 4 lotes, 3 en explotación y 1 en exploración. En explotación se cuenta con el Lote 88, operado bajo licencia por Pluspetrol, en el departamento de Cusco, el cual incluye los yacimientos de gas de San Martín y Cashiari; el Lote 56, es operado por Pluspetrol, e incluye los yacimientos de Pagoreni y Mipaya; y el Lote 57, operado por Repsol y CPNC, ubicado entre los departamentos de Cusco, Ucayali y Junín, a cargo de los yacimientos Kinteroni Mapi y Mashira. Mientras que el lote 58 se encuentra en estado de exploración y es operado por la empresa CNPC. Se estimaba que los yacimientos de gas natural del Perú estaban conectados en el subsuelo con los yacimientos de Bolivia. (Tamayo, J. et. al., 2017)

Con el D.S N° 050-2005-EM (02.12.2005) referente a la garantía del abastecimiento del mercado interno en las actividades de exportación de Gas Natural. Se detalla que se autorizó a PERUPETRO S.A , para realizar la negociación y concertación de una cláusula que modifica el Contrato de Licencia para la explotación del Lote 88 , con la finalidad de asegurar el suministro de gas natural al mercado interno durante 20 años, por ser de interés la seguridad energética nacional. Con el D.S N° 006-2006- EM (10.01.2006) se modifica la Cláusula 5.1.1 del Contrato de Explotación del Lote 88, permitiéndose la exportación del gas natural de un Lote , el cual inicialmente estaba destinado para el mercado nacional. (Echevarría & León, 2013)

Figura 1.

Ubicación del yacimiento de Camisea



Nota. Información tomada de la web Netlima.

b. Yacimiento del Norte.

Los yacimientos de gas natural de la Costa Norte se ubican en el zócalo continental frente a los departamentos de Piura y Tumbes. El gas natural se asocia a la explotación de petróleo, con lo cual los costos operativos de producción del gas natural son bajos. Las reservas probadas en la zona norte son muy bajas, con un valor certificado de 0,262 TPC, con lo cual sus probabilidades de masificación están limitadas solo al departamento de Piura. La producción fiscalizada de gas natural se halla repartida entre varias empresas. En el Zócalo Continental, la empresa Petro Tech (Lote Z2-B) produce cerca de 9,1 MMPCD, mientras que en la Costa Sapet (Lote I), Graña y Montero Petrolera (Lotes VI/VII), Olympic (Lote X), y Petrobras (Lote 11) producen en forma conjunta 14,1 MMPCD. Una gran parte del gas que se extrae es re-inyectado en los pozos como consecuencia de la escasa demanda de gas en la región. (Echevarría & León, 2013)

El comprador principal del gas natural de estos yacimientos es la empresa Enel Piura S.A. (ahora ORYGEN). Se cuenta con un grupo de centrales termoeléctricas operativas y una central de reserva fría en Talara. Así como se cuenta en la zona de El Tablazo una central termoeléctrica de gas natural de la empresa SDF. El procesamiento del gas natural permite obtener GLP y gasolina que es comercializada en Piura y Tumbes. (Echevarría & León, 2013)

Figura 2.

Ubicación del yacimiento del Norte



Nota. Información tomada del Ministerio de Energía y Minas

c. Yacimiento de Aguaytía.

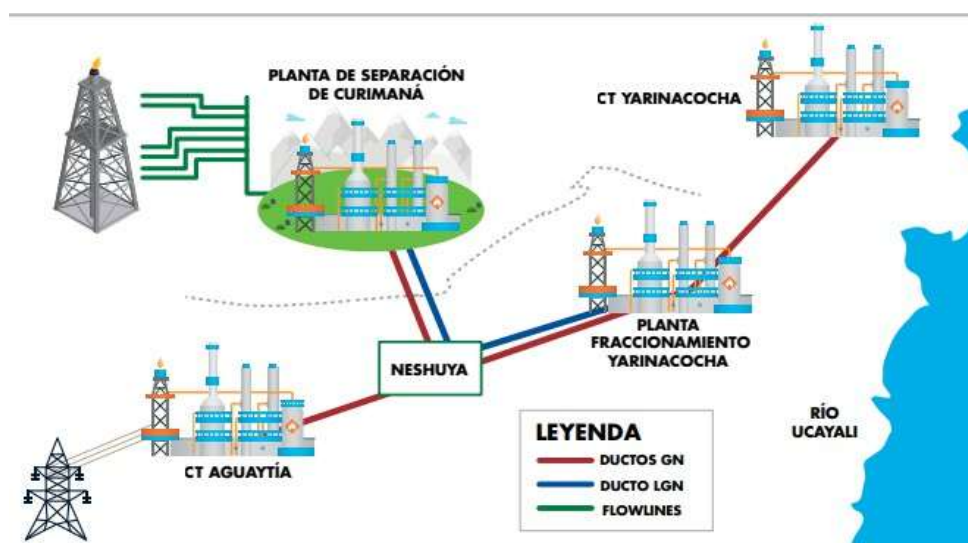
El yacimiento de gas natural de Aguaytía se localiza en la provincia de Curimaná, Ucayali, a 75 km de la ciudad de Pucallpa (lote 31-C) y a 475 km. al noreste de Lima. Presenta reservas probadas de 0,44 TPC, de gas natural seco y 20 millones de barriles de líquidos de gas natural. El operador del campo de Aguaytía fue Maple Gas Corp., en 1994, empresa que cedió el control del proyecto a la empresa Aguaytía Energy del Perú S.R.L, mediante la

modificación del Contrato de Licencia firmada en 1996. El yacimiento de gas natural ingreso en operación comercial el año 1998. La producción diaria promedio del campo de Aguaytía es de 4 400 barriles de LGN y 56 millones de pies cúbicos (MMPCD) de gas natural seco. El campo de explotación consta de una unidad de fraccionamiento, la cual tiene una capacidad de 1 400 barriles por día de GLP y 3 000 BPD de gasolina, las cuales son comercializadas en el mercado de la región. (Mendoza, J. et.al.,2021)

La red de transporte de la empresa Aguaytía Energy del Perú S.R.L. traslada el gas natural del Lote 31C hacia la unidad de Separación de Gas de Curimaná en la cual se efectúa la separación del gas natural seco y líquidos de gas natural. El sistema de transporte por ductos de gas natural de Aguaytía está conformado por un ducto de 39,32 km y 12” de diámetro que se inicia desde la Planta de Separación de Gas de Curimaná hasta la Estación Neshuya, localizada a la altura del km 60 de la carretera Federico Basadre. En esta estación, el gasoducto se divide, dirigiéndose un tramo de 85.48 km y 10” hacia la Central Termoelectrica de Aguaytía, y el otro tramo de 49.5 km y 6” se dirige hacia la Planta de Fraccionamiento de la localidad de Yarinacochoa. (Mendoza, J. et.al.,2021)

Figura 3.

Esquema de explotación y transporte en Zona de Aguaytía



Nota. Información tomada del libro la Industria del Gas Natural del Perú (2021)

Actualmente, la planta de Gas de Curimaná de Aguaytía Energy del Perú S.R.L., ubicada en el departamento de Ucayali, ha mantenido su capacidad de procesamiento inicial de 55 MMPCD. C. La planta de fraccionamiento de Líquidos de Gas Natural de Aguaytía Energy del Perú S.R.L., ubicada en el distrito de Yarinacocha, tiene una capacidad de procesamiento de 3775 BPD. (Osinergmin, 2023)

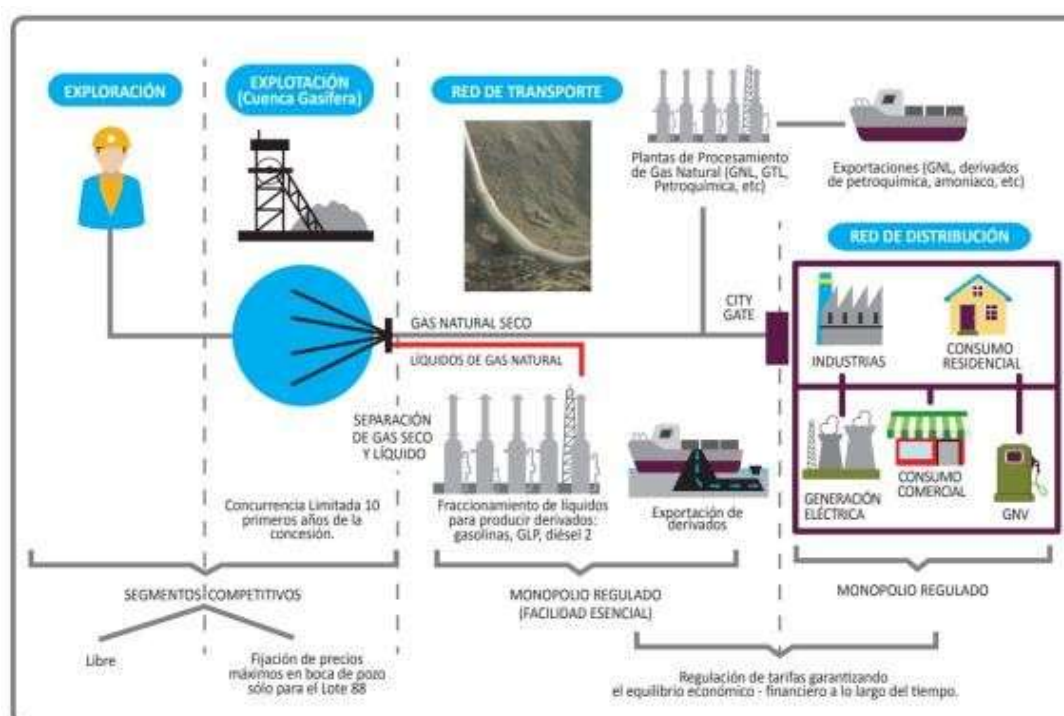
2.1.3 Cadena del gas natural

La industria del GN en el Perú comprende un conjunto de actividades que van desde la exploración y producción del gas llamada upstream, y la distribución y comercialización a los consumidores finales llamada downstream. Estas actividades constituyen monopolios naturales y se encuentran sujetas a regulación de tarifas, mientras que otras actividades se desarrollan en el marco de la libertad de precios. En el transporte y distribución de GNC y GNL por medio de gasoductos virtuales para fines residenciales, industriales, comerciales o vehiculares, los precios se establecen en un entorno competitivo, donde interactúan la oferta y la demanda. El Estado no interviene, conforme a lo establecido en el Decreto Supremo N° 057-2008-EM, norma cuyo objetivo es establecer las normas aplicables para desarrollar las actividades de comercialización de GNL y GNC. (Andia y Salas, 2016)

La industria del gas natural comprende cinco actividades: exploración, explotación, transporte, distribución y comercialización del gas a los usuarios finales. La característica más importante de esta industria es la realización de prestaciones mediante redes de suministro (ductos), por las cuales se transporta y se distribuye el gas natural. Todas las etapas, a excepción de la comercialización, se requieren importantes montos de inversiones, las cuales son costos hundidos (irrecuperables y específicas). Asimismo, las actividades de transporte y distribución son consideradas monopolios naturales debido a la presencia de economías de escala y subaditividad de costos. (Aurazo & Rojas, 2018)

Por el contrario, la comercialización se caracteriza por ser un segmento competitivo, en el cual los gasocentros compiten en dos etapas: primero, determinan su ubicación y capacidad instalada y luego, compiten en precios. En el Perú, la cadena productiva del gas natural se desarrolló completamente con la creación del Proyecto Camisea, ya que reforzó las bajas reservas probadas de gas natural de la costa norte y selva nor-oriental. (Aurazo & Rojas, 2018)

Figura 4
Etapas en la cadena de producción del gas natural



Nota. Información tomada de la tesis de Aurazo & Rojas (2018)

a. Explotación.

Incluye las zonas de explotación del zócalo continental norte (Piura), Aguaytía (Ucayali), y los Lotes 56, 57 y 88 perteneciente a Camisea (Cusco). En las dos primeras reservas el mercado del gas está solo limitado a la exploración y explotación y comercialización regional industrial, residencial y generación de electricidad con centrales termoeléctricas de ciclo simple. El proyecto Camisea incluye la explotación del Lote 88 y la construcción y operación de la planta

Malvinas ubicada en la zona de Camisea, diseñada para el procesamiento del gas natural de los Lotes 56, 57 y 88. (Aurazo & Rojas, 2018)

La explotación de las reservas de Camisea es el mayor proyecto energético del Perú. La primera etapa del proceso de explotación se caracteriza en la eliminación de elementos como el azufre, agua, CO₂ y otras sustancias. La planta de licuefacción de Camisea está ubicada en la localidad de Las Malvinas (provincia de La Convención, departamento de Cuzco) y la planta de fraccionamiento de los líquidos del gas natural se realiza en la planta de licuefacción de Pampa Melchorita en Pisco. (Campomani & Hernández, 2022)

La Planta de fraccionamiento de Malvinas está ubicada a 500 km de la ciudad de Lima. Su capacidad de proceso es de 1 160 millones de pies cúbicos (MMPCD) de gas natural obtenido de los lotes 56 y 88; y está conformada por las plantas de separación, deshidratación, criogenia, estabilización y reinyección. Posee 4 trenes criogénicos: 2 de 220 MMPCD y 2 de 360 MMPCD; 2 Unidades de Estabilización para los líquidos que producen 25 000 barriles diarios cada unidad. (Campomani & Hernández, 2022)

Figura 5

Planta de fraccionamiento de Malvinas



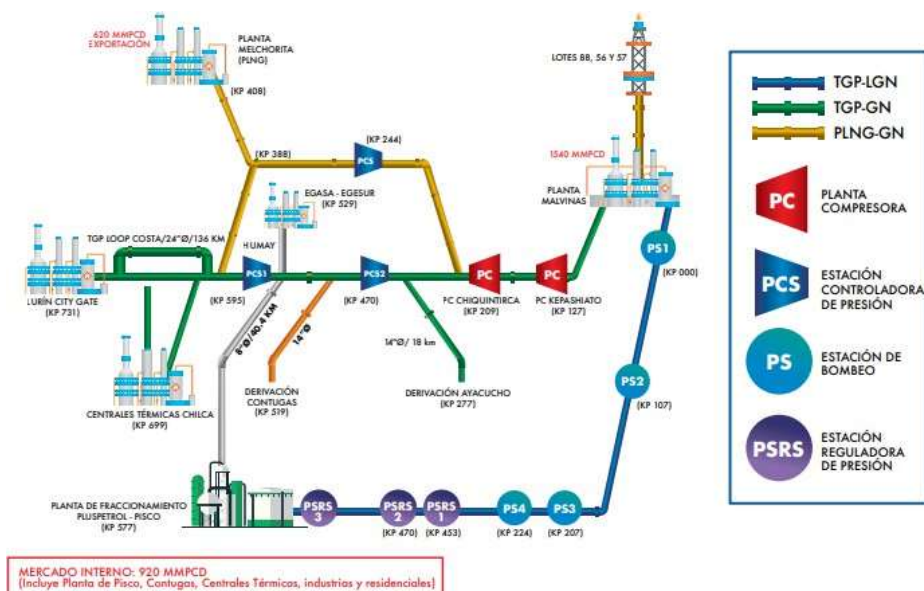
Nota. Información tomada de Osinergmin (2023)

b. Transporte.

La red principal consta de 02 ductos: 1 gasoducto para el transporte de gas natural seco es de 731 km. y un poliducto para los líquidos del gas natural de 557,3 km. Ambos ductos parten de la planta de separación de Malvinas en Camisea, cruzan la cordillera de los andes arribando a la localidad de Pisco. Ambos ductos viajan en forma paralela, así tenemos que el poliducto cuenta con 04 estaciones de bombeo, que le impulsan los líquidos en todo el poliducto. Así mismo se encuentran instaladas 02 estaciones de recompresión para garantizar el flujo del gas natural durante el trayecto hacia Pisco. El transporte principal del gas necesita presiones de impulsión de 150 bar las cuales se van regulando hasta alcanzar presiones de hasta 20 bar antes de llegar a l City Gate en Lurín o Planta de Licuefacción de Pisco. El gasoducto de gas del Perú tiene una capacidad instalada de transporte de 920 MMPCD. (Campomani & Hernández, 2022)

Figura 6

Sistema de transporte de ductos de GN y LGN



Nota. Información tomada del Libro Industria del Gas Natural del Perú (2022)

El Sistema de Transporte por Ductos está conformado por un gasoducto principal de 731 km y un Loop o tubería instalada en la costa de 136 km y 24" de diámetro de tuberías de acero. El gasoducto principal, parte desde la Planta de Separación de Malvinas y culmina en el punto de recepción, ubicado la localidad de Lurín, recorriendo cerca de 209 km con un diámetro de 32", continua con un ducto de 310 km con un diámetro de 24" y culmina tras 211 km con un diámetro de 18". El Loop es un ducto paralelo al ducto existente de 18" de diámetro que abarca 2 etapas: desde Planta en Pampa Melchorita hasta Chilca (Loop Costa I, operando desde 2009) y el Loop Costa II (operando desde 2016) que se conecta con el Loop Costa I en la estación de la localidad de Chilca, y culmina en la estación de recepción ubicada en el City Gate de Lurín. (Mendoza, J. et.al.,2021)

El Sistema de Transporte por Ductos de Líquidos de Gas Natural (STD-LGN) está conformado por un poliducto de 557.3 km, el cual parte desde la planta de Separación de Malvinas en Camisea y culmina en la Planta de Fraccionamiento de Pampa Melchorita en Pisco. Es un ducto que mide 454.5 km con un diámetro de 14" y continúa con la longitud de 102,8 km con un diámetro de 10". La capacidad instalada de transporte del poliducto es 130 MBPD. El sistema de transporte recorre de este a oeste los departamentos de Cusco, Ayacucho, Huancavelica e Ica. (Mendoza, J. et.al.,2021)

c. Licuefacción y regasificación.

La licuefacción se basa en el enfriamiento del gas natural empleando refrigerantes de bajo punto de ebullición, en un ciclo termodinámico en cascada. La licuefacción reduce 600 veces el volumen del gas, manteniéndose las condiciones de transporte en -161 °C y 1 bar de presión, utilizando tan solo 1/600 del volumen requerido, en comparación a un volumen equivalente de gas natural. El gas natural licuado es considerado un fluido criogénico. Se considera fluido criogénico, a aquel que presenta un punto de ebullición inferior a -161 °C, así mismo el gas natural licuado presenta una densidad igual al 45% del valor de la densidad del agua. (Barreto y Quiñones, 2014)

PERU LNG está compuesta por un gasoducto, planta de fraccionamiento de gas natural licuado y un terminal marítimo para la exportación. La planta de Perú LNG se ubica en Pampa Melchorita, en el puerto de Pisco. La infraestructura para la exportación consta de un puente de caballetes de 1,3 km, un muelle de carga de gas natural licuado, un canal de navegación para los buques metaneros y un rompeolas para el acoderamiento de los buques al punto de carga. La planta tiene una capacidad instalada de producción de 4,5 millones de toneladas métricas al año de gas natural licuado, este último se embarca en buques de hasta 170 000 m³ de capacidad, con un cabotaje de 118 388 toneladas a plena carga y un calado superior a 12 metros. (Perú LNG, 2023)

El gas natural licuado se almacena en depositos hasta su despacho en el muelle en los buques metaneros. Cada tanque tiene una capacidad de 130 000 m³. Las dimensiones son 78 metros de diámetro por 55 metros de alto. El techo de cada tanque pesa cerca de 800 toneladas. (Perú LNG, 2023)

La planta de fraccionamiento de Pampa Melchorita tuvo 2 ampliaciones, inicio sus operaciones con una capacidad de 50 MBPD y posee actualmente una capacidad de 120 MBPD. (Osinermin, 2023)

Figura 7

Distribución de áreas de Planta de Licuefacción de Perú GNL



Nota. Información tomada del portal web de Perú GNL

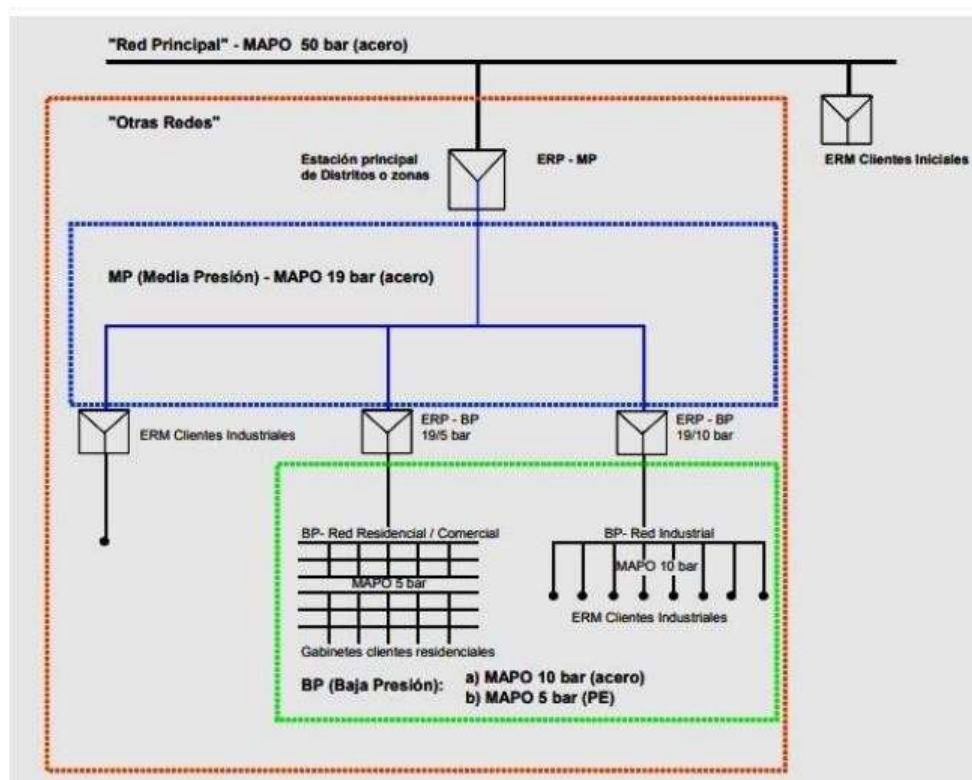
d. Distribución

El City Gate es una estación de recepción del gas natural a mediana presión en donde se realiza la medición, reducción y regulación de la presión de gas, por lo general se instala en los límites de una ciudad a abastecer. Es el punto de partida del suministro de gas hacia una ciudad, a una presión adecuada para entrar a las redes de distribución de media y baja presión requeridas por los usuarios. El gas natural es administrado por la Empresa Cálidda encargada de la operación del City Gate, en el kilómetro 35 de la Panamericano Sur. (Lucana,2019)

Una red interna de gas natural se compone de ductos, conexiones, válvulas y otros accesorios que conecta el punto de conexión hasta los puntos de consumo dentro del predio del consumidor. Se define una red de gas natural al conjunto de consumidores conectadas entre sí, por lo que una red de distribución de gas natural incluye la instalación de un conjunto de accesorios y equipos de consumo. (Barrantes & Gómez, 2020)

Las redes de gas según su Máxima Presión de Operación, cumplen la función de distribuir el gas a través de las estaciones de regulación de presión y medición a través de una ciudad, suministrando gas a clientes industriales, así como la función de suministrar gas a una vivienda o comercio; estas redes son de diferentes materiales y diámetros, según la presión de servicio. (Lucana,2019)

Figura 8
Redes de Distribución de Gas natural



Nota. Información tomada de la tesis de Campomani & Hernández (2022)

La Red principal de distribución: permite la distribución del gas natural desde el City Gate atravesándola ciudad de Lima, llegando actualmente a las ciudades de Huaral y Chancay. Esta construido de redes de acero y tiene una máxima presión de operación de 50 bar. Son el punto de partida de las redes de media y baja presión.

Red de media presión: es una red destinada para suministrar gas natural de clientes industriales, está compuesta de tuberías de acero de distintos diámetros, con una máxima presión de operación de 19 bar. Red de baja presión: destinada para clientes comerciales y residenciales, y están conformadas por tuberías de polietileno (PE) de distintos diámetros con presión de hasta 5 bar, así por tuberías de acero de para presiones de hasta 10 bar. En este caso en las localidades de la zona de concesión norte se tiene un MAPO de 6 bar en las redes de distribución. (Lucana,2019)

Según la tipología las redes de gas natural tienen la siguiente clasificación:
Redes ramificadas o abiertas, donde el gas natural llega al punto de consumo por medio de un camino único. En este tipo de redes se presenta el problema de que una falla, pondrá fuera de servicio toda una red y los puntos de consumo aguas abajo de la red. Por ello, no es aconsejable este sistema de distribución para usuarios residenciales más que en casos de viviendas que estén ubicadas en pendientes elevadas o calles cerradas. (Lucana,2019)

Redes malladas o “cerradas”, donde el gas es suministrado al usuario por más de un camino de forma simultánea. En este tipo de redes no está definida el sentido del flujo de la distribución del gas, tiene la ventaja en caso de averías el gas llega al resto de usuarios por otras tuberías que conforman la malla, pudiendo para cuestiones de reparación el bloqueo del tramo averiado por medio de prensas. Las redes se conforman por partes enmalladas y partes ramificadas. (Lucana,2019)

e. Transporte virtual.

Un gasoducto virtual es un “un sistema que hace posible el transporte terrestre, marítimo y fluvial de gas natural comprimido (GNC) y gas natural licuado (GNL) a lugares donde no existen redes de ductos convencionales, mediante el empleo de camiones-cisterna y barcos metaneros”. (Zamudio, 2021)

El transporte virtual con GNC se realiza transportando el gas natural a temperatura ambiental y una presión máxima de 250 bar, con lo cual se consigue comprimir el volumen del gas en 300 veces. (Baltodano & Huamán, 2012)

El año 2009 se inauguró la primera planta de gas natural comprimido en el Perú, ubicado en Lurín, perteneciente a la Empresa GNC Energía Perú. Ese mismo año, Neogás inicia su producción de GNC y luego de un año se inauguró el primer gasocentro de gas natural vehicular suministrada a través de gasoducto virtual. Del mismo modo en el distrito de Alto Talara, se inauguró

la estación de compresión del primer gasoducto virtual de la zona norte del país, de la empresa GASCOP. Este proyecto, con una inversión de 12 millones de dólares, incluye la operación de la planta de GNC. Según esta figura de transporte se evidenciaba que el gas natural solo llegaba a clientes industriales, comerciales y/o estaciones de GNV quedando fuera del suministro los usuarios residenciales. Este esquema de transporte de gas mejoró desde el 2017 con el proyecto de masificación del gas natural a través de los gasoductos virtuales de gas natural licuado hacia el norte y sur del país. (Zamudio, 2021)

Figura 9

Transporte virtual con tecnología GASCOP-Canadá para GNC



Nota. Información tomada de la tesis de Zamudio (2021)

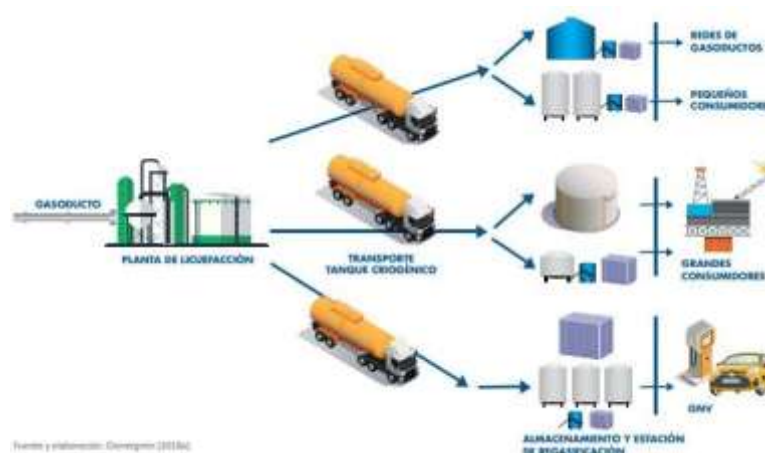
El "gasoducto virtual" es una tecnología de transporte del gas natural, en este caso el GNL a través de cisternas criogénicas o para el GNC a través de cisternas presurizadas. En el primer caso el transporte se realiza desde la ciudad de Pisco hasta las ciudades a suministrar a -161°C y 1 bar de presión, y para el segundo caso el gasoducto virtual parte desde las plantas de compresión en Lima a una presión de 200 bar hasta los puntos de consumo. (Barreto y Quiñones, 2014)

Transporte mediante cisternas de GNL Esta tecnología de transporte de Gas Natural Licuado tiene una máxima distancia de transporte de 1 000 km, distancias más lejanas resultan ser antieconómicas. El sistema cuenta con un tractor y una cisterna térmicamente aislada. El aislamiento térmico se consigue

aplicando vacío en los exteriores de los depósitos o empleando material de baja conductividad. Las cisternas poseen capacidades entre 50 y 80 m³ de gas natural licuado. Las cisternas criogénicas están acondicionadas para el transporte de gases criogénicos (O₂, N₂, etc.) y certificadas para emplearse en el transporte de gas natural licuado de manera segura. (Baltodano y Huamán, 2012)

Figura 10

Transporte virtual de GNL



Nota. Información tomada del libro la industria del gas natural en el Perú.

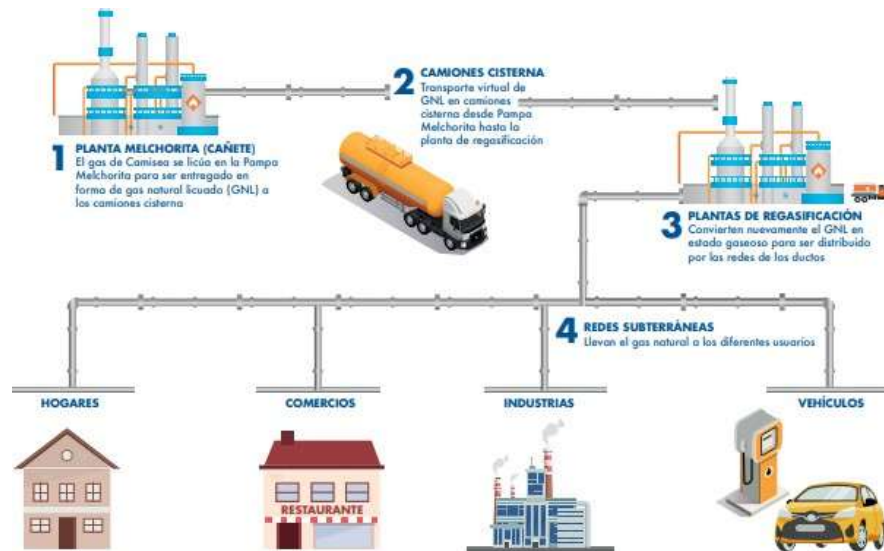
f. Masificación del gas natural

El consumo de gas natural inicialmente estaba destinado a la ciudad de Lima e Ica, para los sectores industrial, residencial, comercial, vehicular y generación de energía, generándose un mercado ascendente al ser el gas natural un combustible de bajo costo y de fácil accesibilidad. Es cierto que los altos costos hundidos del transporte del gas natural fueron la limitante para la masificación del gas natural, a mediados de 2012 se toma la decisión de incluir otras ciudades del país en el consumo de gas natural, lo cual se veía como un medio de dinamismo y crecimiento de los diversos sectores económicos, al ser el gas natural un combustible de bajo costo. El año 2012 se creó el Fondo de Inclusión Social Energético, centrándose en el subsidio de ciertos costos que se

presentaban como barrera de entrada para la masificación del gas natural. (Andia y Salas, 2016)

Figura 11

Esquema de la masificación del gas natural en el Perú



Nota. Información tomada del libro la industria del gas natural en el Perú.

El 20 de octubre de 2000 se adjudicó la buena pro del contrato BOOT para la Distribución de Gas Natural por Redes de Ductos en Lima y Callao a la empresa Transportadora de Gas del Perú, la cual cedió la posición contractual a la empresa Cálidda Gas Natural del Perú quien actualmente se encarga de este servicio. A finales de 2019, los accionistas de Cálidda son EEB Perú Holding LTD y Promigas S.A. La concesión ha sido autorizada para 33 años. El factor de competencia de la licitación fue el menor costo por la distribución, donde Cálidda se adjudicó la licitación al ofrecer US\$ 91 287 000. Esto incluye el CAPEX y OPEX para la prestación del servicio de distribución por redes de alta, media y baja presión, así como de las acometidas domiciliarias. (Mendoza, J. et.al.,2021)

El Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao se compone de un City Gate ubicado en Lurín, redes de alta presión, estaciones de regulación y

medición, redes de media presión y baja presión. Las redes de alta y media presión se instalan con tuberías de acero de diversos diámetros y cedula. Mientras que las redes de baja presión se instalan con tuberías de polietileno de alta y mediana densidad. En total, este sistema tiene una capacidad de distribución de 420 millones de pies cúbicos al día. La red principal consiste en una tubería de acero de 62 km de longitud y 20 pulgadas de diámetro, la cual parte del City Gate ubicada en Lurín y culmina en la Central Termoelectrónica de Ventanilla. También, incluye un ducto de 42 km (36 km de 30" y 6 km de 20") que está instalados por los distritos de Lurín, Pachacamac, La Molina y Surco. (Mendoza, J. et.al.,2021)

Figura 12

Mapa de la Concesión de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao



Nota. Información tomada de Calidda Gas Natural del Perú.

El 25 de abril de 2008 se adjudicó la buena pro del contrato BOOT de Concesión de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos en el Departamento de Ica a la empresa Transportadora de Gas Internacional del Perú S.A.C., hoy Contugas S.A.C. Contugas es una empresa que forma parte del Grupo de Energía de Bogotá S.A, con un 68.6% de las acciones del consorcio; también es accionista Transportadora de Gas internacional, que también forma parte del Grupo de Energía de Bogotá S.A con 31.4%. La

concesión comprende Chincha, Pisco, Ica, Nazca y Marcona en Ica. (Mendoza, J. et.al.,2021)

El 25 de julio de 2013 se otorga la Buena Pro de la Concesión sur-oeste a la empresa Gas Natural Internacional SDG S.A. (FENOSA), el cual asume el compromiso contractual de abastecer de gas natural licuado a las ciudades: Arequipa, Moquegua, Ilo y Tacna. El proyecto tiene por finalidad la distribución de gas natural por red de ductos en las áreas concesionadas, según lo siguiente:

Transporte terrestre mediante gasoducto virtual de gas natural licuado desde los puntos de suministro.

Estaciones de regulación distritales que constan de sistema de recepción, almacenamiento y regasificación del GNL y estaciones de regulación, medición y odorización, en cada una de las ciudades a suministrar.

Sistema de distribución de gas natural por redes de ductos para suministrar gas natural a baja presión a usuarios, (Andia y Salas, 2016)

Según los aspectos contractuales, Naturgy se comprometió a conectar 64 000 usuarios residenciales en un periodo máximo de 7 años desde su puesta en operación comercial que se inició el 2017. (Osinermin, 2023)

Figura 13

Plan mínimo de conexiones Naturgy-Según contrato de concesión sur

Localidades	Año 1 Dic-18	Año 2 Dic-19	Año 3 Dic-20	Año 4 Dic-21	Año 5 Dic-22	Año 6 Dic-23	Año 7 Dic-24	Total
Arequipa	1404	4664	12 081	6473	9874	3467	2199	40 162
Moquegua	114	392	999	623	838	291	186	3443
Tacna	557	1856	4773	2585	3905	1371	870	15 917
Ilo	155	521	1346	726	1100	385	245	4478
Total	2230	7473	19 199	10 407	15 717	5514	3500	64 000

Nota. Información tomada de Contrato de Concesión Zona Sur.

El 25 de julio de 2013 se concedió la Buena Pro para la Concesión Norte (Huaraz, Chimbote, Trujillo, Pacasmayo, Chiclayo y Cajamarca) al Consorcio Internacional Promigas-Surtigas, luego Empresa Gases del Pacífico S.A y ahora con nombre comercial de Quavii S.A durante la etapa inicial de la distribución y comercialización del gas natural. Quavii adquirió el compromiso de suministrar gas natural a 150 137 usuarios residenciales en un periodo de 5 años desde su puesta en operación comercial desde diciembre de 2017 (Campomani & Hernández, 2022)

Las estaciones distritales incluyen sistemas de almacenamiento, regasificación, odorizado, regulación y medición del gas. La distribución del gas natural a las ciudades se realiza a través de tuberías de polietileno de diámetros tales como 200 mm, 160 mm, 110 mm, 63 mm y 32 mm. A finales de 2020, Quavii tiene un total de 2 203 km de redes de distribución de baja presión, del cual 826,7 km están instalados en Trujillo, 516,4 km en Chiclayo, 418,4 km en Chimbote, 207,7 km en Cajamarca, 102,1 km en Huaraz, 84,9 km en Lambayeque y 46,9 km en Pacasmayo. (Mendoza, J. et.al.,2021)

Figura 14

Plan mínimo de conexiones Quavii-Según contrato de concesión Norte

Localidades	Año 1 Dic-18	Año 2 Dic-19	Año 3 Dic-20	Año 4 Dic-21	Año 5 Dic-22	Total
Chimbote	5044	7399	6390	6110	380	25 323
Chiclayo	7446	10 923	9432	9019	914	37 734
Trujillo	10 332	15 155	13 089	12 514	674	51 764
Huaraz	1813	2661	2297	2197	400	9368
Cajamarca	3420	5016	4332	4142	590	17 500
Lambayeque	1152	1690	1460	1396	164	5862
Pacasmayo	497	729	630	602	128	2586
Total	29 704	43 573	37 630	35 980	3250	150 137

Nota. Información tomada de Contrato de Concesión Zona Norte.

2.1.3 Precios internacionales

El desarrollo del comercio internacional de gas natural está vinculado a la existencia de gasoductos regionales y al flujo del transporte marítimo de GNL. En el caso peruano, el país es un exportador neto de gas natural y en ausencia de ductos regionales que conecten al Perú con los países vecinos, las exportaciones actuales de GNL se realizan por vía marítima hacia los destinos expuestos anteriormente. En los 10 años de experiencia del Perú en exportación de GNL hacia el mundo, los principales mercados de destino fueron Norteamérica, Europa y Asia. Estos se rigen por los precios referenciales en los hubs (Henry Hub en Norteamérica y NBP en Reino Unido). Sin embargo, en el caso de Asia no existen hubs referenciales. Para ese continente, el precio referencial se toma de las transacciones realizadas en las costas de Japón. (Mendoza, J. et.al.,2021)

El Henry Hub es el principal punto de referencia para determinar un precio para el gas natural en Estados Unidos, y hace referencia tanto al mercado spot como al de futuros. Los hubs de gas natural se desarrollaron, por primera vez, en el mercado estadounidense, donde operan como ubicaciones físicas y se cruzan múltiples gasoductos. En ese mercado, el Henry Hub es el más importante. El factor climático durante los primeros meses del año (invierno en el hemisferio norte) es una de las razones que empuja el precio del gas natural al alza; por ejemplo, 2014 tuvo uno de los inviernos más crudos en Estados Unidos. En los últimos años, y exceptuando los picos del precio provocados por la llegada de las estaciones frías (como en 2019), la desaceleración económica profundizada por la guerra comercial con China y el permanente crecimiento de la producción de gas natural han continuado reduciendo el precio del producto. La primera mitad de 2020, además, tuvo como un componente que restó la cotización del gas natural la crisis derivada por la pandemia del Covid-19. (Mendoza, J. et.al.,2021)

Este indicador tiene su efecto en el Perú. Los contratos de los lotes 56 y 57 definen, en términos generales, la metodología que se usará en cada uno de

ellos para el cálculo de las regalías del gas natural fiscalizado (GNF) para la exportación. Así, las regalías gasíferas provenientes de la exportación de GNL y el uso de gas natural como combustible de la Planta Pampa Melchorita se obtienen al valorizar la producción fiscalizada de GNF12 de cada lote (multiplicando el volumen por el precio realizado o el valor mínimo para valorización, el que resulte mayor), y aplicando la tasa de regalía establecida sobre el referido monto. El cálculo de las regalías es influenciado por lo que se conoce como Valor de Referencia (VR), componente representado por uno o varios marcadores, acordado por las partes, expresado en dólares por millón BTU. Este se obtiene a partir de un promedio ponderado entre los marcadores internacionales y los volúmenes enviados al destino en el que se emplea cada marcador. El VR interviene en el cálculo de las regalías por dos canales: el porcentaje de regalía y el valor de producción. (Mendoza, J. et.al.,2021)

Se encuentra en proceso de construcción de las redes de distribución Gas Natural Tumbes SAC GNT y Gases del Norte del Perú SAC GASNORP en la ciudad de Piura, se prevé su POC para el año 2025, abastecido por gas natural de los yacimientos del norte. (Aguirre, 2021)

2.2 Aplicaciones del gas natural.

2.2.1 Generación de energía eléctrica.

El gas natural es un combustible de bajo costo, con un gran potencial energético para la generación de electricidad en centrales termoeléctricas de ciclo simple con eficiencias promedio de 37% y ciclo combinado de alta eficiencia con valores superiores a 57%, del mismo modo presenta un menor impacto al medio ambiente con respecto a otros combustibles. (Iñesta & García, 2002)

Las centrales termoeléctricas de ciclo combinado son ideales para operar con gas natural, el cual se emplea en las cámaras de combustión de las centrales térmicas con turbinas a gas, luego los gases calientes de la combustión son aprovechados en generadores de vapor recuperadores de calor para generar una potencia efectiva adicional, y obtener energía eléctrica con un mayor grado de

eficiencia. El gas natural se emplea en este tipo de centrales de generación con un alto porcentaje de oxígeno y aire, con lo cual incluso puede emplearse un combustible adicional en los ciclos combinados extrayendo un adicional más de potencia. (Mendoza, 2002)

El gas natural a condiciones estándar es alimentado a los inyectores de las cámaras de combustión de las centrales térmicas de ciclo simple que funcionan con el ciclo termodinámico Joule Brayton Simple Abierto, carece de elementos nocivos tal como el azufre. Los gases contaminantes por excelencia de la combustión del gas natural son los óxidos de nitrógeno, los cuales son compensados por quemadores de alta tecnología de baja emisión de NO_x. Debido a su amplio uso en centrales termoeléctricas en muchos países, existe normativa internacional que indica una máxima emisión de 25 ppm de NO_x, el cual es cumplido por las centrales termoeléctricas peruanas. (Mendoza, 2002)

En la generación de electricidad en el SEIN el gas natural es utilizado en el ciclo joule Brayton en centrales térmicas de ciclo simple y también de cogeneración con eficiencias promedio de 37% y costos variables combustibles de 35-40 U\$/MWh según el precio de compra del gas natural, lo cual resulta económico en comparación a los costos operativos de generación con petróleo diesel DB5, el cual presenta un costo de generación de 250-270 U\$/MWh. Su empleo en las centrales de ciclo combinado le permiten tener costos de generación entre 25-28 U\$/MWh, además de considerarse centrales de energía de alta disponibilidad y potencia firme dentro de un sistema de generación. (Preciogas, 2023)

Con el ingreso comercial del gas natural de Camisea, la generación de energía eléctrica se limitó a las zonas de Talara con las Centrales Térmicas de Ciclo Simple de Malacas (6 unidades) y en la zona de Aguaytía con las 2 Centrales Térmicas de Aguaytía (año 1994). Con la llegada del proyecto Camisea, a la fecha se ha desarrollado y concentrado en la localidad de Chilca las siguientes centrales termoeléctricas de ciclo combinado con gas natural: Kallpa de 843

MW, Chilca 785 MW, Fénix Power de 575 MW, Las Flores de 324 MW y Santo Domingo de Olleros de 296 MW, concentrándose 2 823 MW en un solo punto geográfico. Del mismo modo se tiene instalada en la ciudad de Lima la Central Térmica de Ciclo Combinado de Ventanilla y el Grupo de Centrales Termoeléctricas Ciclo Simple de Santa Rosa. (Guevara, 2023)

Figura 15

Central Termoeléctrica de Ciclo Combinada de Kallpa-Perú



Nota. Información obtenida del portal web de Kallpa Generación (2023).

El parque de Generación de Energía Peruano es Hidrotérmico (compuesto por Hidroeléctricas, Termoeléctricas y con Recursos Energéticos Renovables), siendo sus características efectivas las siguientes:

Oferta de Generación Efectiva: 12 743,64 MW a finales del año 2,022, donde el Parque Hidroeléctrico es 5 284,9 MW, Parque Termoeléctrico es de 6 694,6 MW Convencionales y el Parque RER es de 764,14 MW Renovables. (Guevara, 2023)

La Oferta de Energía Térmica es de 6 694,6 MW (31 centrales termoeléctricas Convencionales y centrales de Cogeneración con Gas Natural) , lo que representa un total del 52,53 % del parque de generación de energía conformante del SEIN según el administrador del sistema eléctrico. En conformidad al Reglamento de Cogeneración del Perú DS 038-2006 EM las

plantas de cogeneración calificadas tienen prioridad en la operación y despacho de energía, que sea coincidente con su operación combinada de calor y electricidad durante su proceso productivo. (Guevara, 2023)

2.2.2 Centros de consumo.

El empleado en la industria permite grandes ventajas, así tenemos el principal, el cual es el bajo costo comparable con el petróleo residual 500 o el petróleo diesel. La cadena de suministro del gas natural es continua por medio de las redes de distribución, que le permiten alta confiabilidad y seguridad en las operaciones industriales y de servicios. Su combustión es limpia comparable a otros combustibles que contienen azufre, con lo cual puede ser empleado en la industria alimentaria, lácteos o en hospitales. El gas natural suministra un alto potencial calorífico, y además es insumo en la industria siderúrgica, plásticos y petroquímica. El gas natural se emplea en calderos industriales del tipo pirotubular y en procesos de producción industrial de metales, caucho, plásticos, cemento, vidrio y cerámicos. (Total energie,2023)

Los calderos pirotubulares se adaptan al empleo de gas natural para la generación de vapor saturado o agua caliente para uso en procesos industriales o para la producción de agua caliente sanitaria en los centros de salud. Los hornos industriales con gas natural son empleados en la producción metalúrgica para el calentamiento en los trenes de laminación en caliente, en procesos de tratamientos térmicos, entre otros. En la industria de cerámicos se emplean hornos de gas de tipo túnel, que permiten una alta capacidad de producción y alta eficiencia energética. Además, estos hornos se emplean en la fabricación de ladrillos y en la industria alimentaria. El gas natural también se emplea para el tratamiento e incineración de residuos sólidos urbanos y crematorios. (Total energie,2023)

El gas natural también es empleado como materia prima, en la obtención de productos químicos tal como por ejemplo el hidrógeno, etileno y metanol. El hidrógeno obtenido se emplea en la elaboración de amoníaco para productos

fertilizantes, el cual resulta ser uno de los productos industriales de mayor relevancia derivados del gas natural. También se emplea como insumo para obtención de productos farmacéuticos sintéticos. En el Perú aún no se cuenta con un plan definido para la impulsión de la industria petroquímica, a pesar de existir una normativa vigente. (Total energie,2023)

Debido a la ausencia de impurezas en la composición del gas natural, como cenizas o azufre, y por su alto poder calorífico inferior, lo hace ideal para ser empleado en el sector industrial, por ejemplo, en la industria de cerámicos, vidrio, porcelana, metalurgia, alimentos, textil o papelería. En la industria química, el gas natural se emplea como fuente energética en quemadores de hornos y calderos y también como insumo para obtener otros productos de alta importancia como el metano, del cual se puede obtener otros compuestos o elementos químicos como el hidrógeno, metanol, amoníaco o acetileno. Del mismo modo es un insumo energético de gran aceptación en el sector residencial en cocción principal con ahorros del 30 % en referencia al GLP. (Tamayo, J. et. al., 2017)

El empleo del gas natural se realiza debido a su bajo costo, sobre todo porque a diferencia de los combustibles líquidos, cuenta con una estructura tarifaria, con el cual el costo por consumo de gas natural es función al volumen consumido y a la tarifa correspondiente. Comparativamente frente a los combustibles líquidos puede alcanzar reducciones en el costo de consumo de combustible de hasta 40% en Hornos, Calderos e Incineradores industriales, y con periodos de retorno de inversión dependiente del volumen de gas natural consumido. (Aguilar, 2022)

Se presenta la relación de los primeros clientes industriales en el Perú con gas natural en Lima:

Tabla 2

Primeros consumidores industriales de gas natural

GRANDES CONSUMIDORES	Contrato		Consumo agosto 2009
	Inicio	Fin	Miles de metros ³
Sudamericana de Fibras	2009	2018	114 953
ALICORP	2004	2014	1 548 849
Cerámica San Lorenzo	2004	2014	1 868 687
Owens-Illinois Perú	2004	2014	1 632 557
Corporación Cerámica	2005	2014	782 892
Cerámica Lima	2004	2014	3 366 699
MINSUR	2006	2014	1 293 158
Aceros Arequipa	2006	2014	2 039 042
Cementos Lima	2006	2014	12 191 290
Irradia GNL	2009	2013	(aun sin ventas)
Pluspetrol Pisco	Operadora de la Red de Gas		8 678 430
Peru LNG S.R.L	Operadora de Exportación		1 123 709

Nota. Información obtenida de Osinergmin.

2.2.3 Gas Natural Vehicular.

En el caso del GNV, las ventajas económicas frente a otras fuentes energéticas como las gasolinas o diésel han permitido que el producto gane espacio en las preferencias de los conductores; principalmente en aquellos que utilizan su vehículo para realizar servicio de taxi. El GNV es abastecido a los conductores a través de los gasocentros, que tienen conexiones con Calidda o transportan el GNV a través de gasoductos virtuales hasta sus instalaciones. El GNV es un producto homogéneo, lo que implica que cada gasocentro ofrece el mismo producto desde el punto de vista del consumidor. A diferencia de los derivados del petróleo, la probabilidad de adulteración o diferenciación dentro del mismo producto es casi nula. (Aurazo & Rojas, 2018)

El Gas Natural Vehicular, es aquel gas natural que ha sido comprimido hasta una presión de 200-250 bar con la finalidad de poder ser almacenado en cilindros. Su empleo en el sector automotriz es de vital importancia debido a las ventajas que tiene sobre otros combustibles, así tenemos un menor precio

unitario y una menor emisión de dióxido de carbono. Para utilizar el gas natural como combustible se pueden reconvertir los automóviles que emplean petróleo DB5 o DB2 y gasohol cuyos motores cuentan con 4 a 8 cilindros, los cuales utilizan la tecnología de inyección electrónica de 5° generación. (Campomani & Hernández, 2022)

Las propiedades físico-químicas del gas natural lo hacen un excelente combustible, presentando un menor porcentaje de emisiones de dióxido de carbono y también el bajo impacto acústico de los motores de combustión interna vehicular. En forma de gas natural comprimido, el gas natural se emplea en el sector vehicular principalmente de transporte liviano. En diversos países circulan más de un millón de vehículos que operan con gas natural comprimido que generan 50% menos de emisiones de CO₂ y 80% menos de óxidos de nitrógeno (ppm NOx) con respecto a automóviles impulsados con gasolina o petróleo diesel, además no emiten plomo, azufre ni compuestos aromáticos. Argentina, cuenta con más de medio millón de vehículos y cerca de 600 gasocentros. (Iñesta & García, 2002)

El suministro de gas natural vehicular tiene las características siguientes:

- Se instala una estación de carga y se realiza el suministro de gas natural desde las redes de distribución.
- Se instala una estación de compresión para elevar la presión del gas natural a un valor de 200- 250 bar.
- Las unidades de almacenamiento, está compuesta por múltiples cilindros conectados en serie o paralelo, se realiza la acumulación del gas natural que viene de la planta de compresión y se realiza el suministro del gas natural hacia los gasocentros. (Campomani & Hernández, 2022)

La tecnología de Carga Inteligente es un sistema de información que se ha diseñado para el control del consumo de gas natural vehicular y posibilita el recupero del plan de financiamiento brindados para la reconversión tecnológica de vehículos de combustible convencional a gas natural vehicular

y por compra de vehículos, cuenta como componente principal un chip instalado dentro del vehículo, que provee al sistema de adquisición de datos la siguiente información: información del vehículo; información del kit de conversión instalado en el automóvil; información referente al taller de conversión autorizado por el MINEM y OSINERGMIN, valores de consumo de gas natural, certifica las revisiones anuales del equipo de reconversión; y brinda información para evitar la informalidad y asegura la fiabilidad del sistema de combustible. (Echevarría & León, 2013)

El sistema de información consigue que los consumidores paguen por la conversión y/o compra de un vehículo sin grandes inversiones, amortizándose progresivamente los fondos destinados en la reconversión tecnológica a medida que se realiza el consumo de gas natural. En la mayor parte de los casos la devolución de la inversión es función de los ahorros conseguidos por el empleo de gas natural.

El uso del gas natural vehicular presenta múltiples beneficios siendo los principales los siguientes:

- Reducción por la facturación de consumo de combustibles de hasta el 50% con respecto a la gasolina y el petróleo diesel.
 - Menores gastos en reparación, mantenimiento y lubricación de los componentes del vehículo.
 - Combustión limpia y homogénea que permite una mayor conservación de los componentes del motor del vehículo.
 - Menores riesgos para la población en caso de ‘fugas’, debido a que el gas natural es más ligero con respecto al aire, disipándose con mayor rapidez.
- (Asociación Automotriz del Perú, 2023)

Figura 16

Número de vehículos a GNV activados por año y talleres de conversión



Nota. Información obtenida del Diario la república (2023)

La reconversión de vehículos desde combustibles convencionales a gas natural vehicular en el 2022, alcanzo valores de más de 350% con respecto al año 2019. En el 2022, se superó los 394 048 automóviles circulantes en todo el país convertidos a gas natural y 346 gasocentros de servicio que suministran gas natural en todo el país. Se ha comercializado para el año 2022 un total de 769 290 m³ de gas natural vehicular. La inestabilidad política del país, con influencia de la guerra entre Rusia y Ucrania que ha impactado en los precios internacionales del petróleo, con lo cual más usuarios han optado por la reconversión tecnológica a gas natural vehicular para poder reducir sus costos en el sector de transporte liviano de pasajeros y particular. (Asociación Automotriz del Perú,2023)

2.2.4 Gas Natural Residencial.

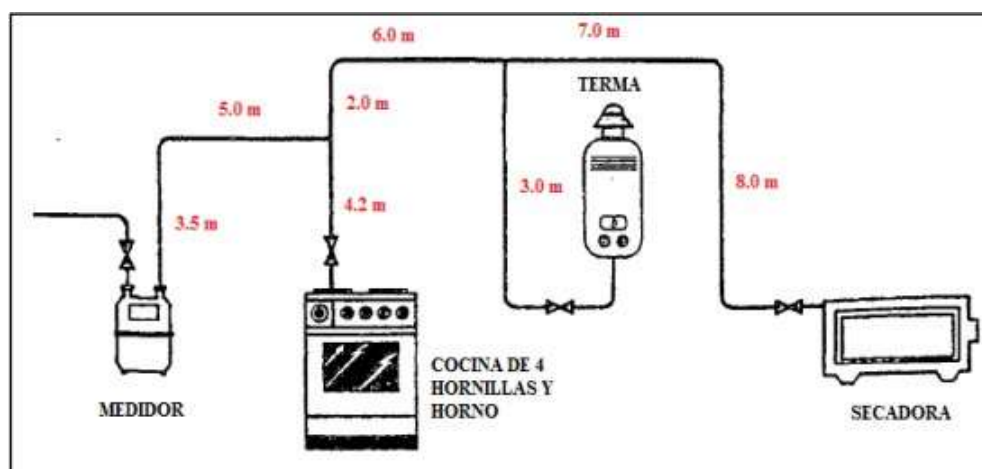
En el sector residencial, el gas natural es utilizado en 3 actividades: cocinados de alimentos, calentamiento de agua en termas y sistemas de calefacción de lugares cerrados, así mismo para el secado de ropa, acondicionamiento de aire y para conservación de productos alimenticios. El gas natural empleado en el sector residencial resulta más económico con respecto a otros combustibles como lo es el gas licuado de petróleo en balones de 10 kg. El gas natural presenta una menor densidad con respecto al aire y en caso de fuga se disipa con mayor rapidez en ambientes abiertos. El abastecimiento de gas natural residencial se realiza por medio de una red de tuberías, de baja presión de forma continua en redes en forma de malla. (López & López, 2020)

El acceso al suministro de gas natural dependerá básicamente de la distancia de los puntos de consumo a la red de distribución del gas natural. En los casos si la red de distribución se encuentra cerca al usuario, entonces la conexión puede ser inmediata, dependiendo únicamente de los permisos y contratos. Por otro lado, al encontrarse al usuario a largas distancias de la red de distribución, debe ser función de las políticas de expansión de redes, o en algunos casos dependerá de otras tecnologías de suministro de gas natural como lo es la tecnología del gasoducto virtual. (López & López, 2020)

Una instalación residencial interna es un sistema físico conformante de tuberías, conexiones, válvulas y otros componentes que incluye desde el punto de medición hasta los puntos de consumo dentro del predio del consumidor. Para el caso en el cual la acometida se encuentra en el interior del predio del usuario o en una zona de propiedad común, para viviendas multifamiliares, las redes internas deben contener tramos de tubería que antecedan al punto de medición o la acometida. Las características de las viviendas inciden en el diseño de la configuración de las redes internas de gas natural. (Flores, 2017)

Figura 17

Esquema de instalación residencial



Nota. Información obtenida de la tesis de López & López (2022)

Las operaciones del Sistema de Distribución por Redes de Ductos en Lima y Callao, a cargo de Cálidda, inicio sus operaciones el año 2004 con 12 clientes, principalmente del sector industrial. A fines de 2019 se tiene un total de 950 110 clientes en la categoría IA. Entre los años 2018 y 2019, el incremento del número de usuarios fue cerca de 201 000. (Osinermin, 2023)

Para una mejor estructuración de costos por consumo, Osinermin aprobó las categorías tarifarias y las tarifas vigentes de distribución en la zona de concesión de Lima y Callao, expandida para la zona de concesión de Contugas en Ica. Se incorporo la categoría de Instituciones Públicas con la finalidad de facilitarles el acceso al gas natural, beneficiando a centros de salud, ministerios, centros de enseñanza, entre otros. (Osinermin, 2023)

Figura 18
Plan Tarifario vigente Lima y Callao

Categoría tarifaria	Rango de consumo Sm ³ /Cliente-mes	Margen de comercialización		Margen de distribución	
		Fijo		Fijo	Variable
		US\$/mes	US\$/(Sm ³ /d)-mes	US\$/(Sm ³ /d)-mes	US\$/Mil Sm ³
A1*	0-30	0.52			173.95
A2*	31-300	1.67			133.43
B	301-17 500	15.75			79.93
IP	Instituciones públicas		0.0201	0.1645	44.17
C	17 501-300 000		0.0189	0.1544	40.06
GNV	Estaciones GNV		0.0155	0.1267	34.03
D	300 001- 900 000		0.0138	0.1128	29.77
E	Más de 900 000		0.0868	0.5887	22.21
GE	Generadores eléctricos		0.0615	0.4255	16.01

Nota. En el proceso de fijación tarifaria para el periodo 2014-2018, la categoría A (cuyo rango de consumo era de 0 a 300 m³/mes) se dividió en dos: A1 (de 0 a 30 Sm³/mes) y A2 (de 31 a 300 Sm³/mes).

Nota. Información obtenida del Libro de la Industria del Gas Natural en el Perú

El mecanismo de promoción tarifaria se implementó desde el proceso regulatorio del año 2009. Su objetivo es promover el consumo de gas natural residencial a partir de un beneficio económico sin intereses que se brinda a los usuarios residenciales para poder acceder a este beneficio económico. Este costo es recuperable por la empresa distribuidora en un periodo de 5 años, con cuotas fijas mensuales. Aun con este margen de promoción los costos por consumo de gas natural resulta económico que el gas licuado de petróleo, salvo en los sectores sociales que acceden al subsidio FISE. (Coronel, F. et al. 2021)

La evolución del descuento de promoción, sin incluir el Impuesto General a las Ventas a sido el siguiente:

En la regulación tarifaria del 2009 se estableció en US\$ 315.

En la regulación tarifaria del 2014 se estableció en US\$ 322.

En octubre de 2016, el MINEM modifico la aplicación del descuento promocional, el cual solo cubre los costos de la Tubería de Conexión (Derecho de Conexión) y la Acometida (equipo de medición), reduciéndose a un valor

de US\$ 180. En la actualidad la implementación del subsidio Bono Gas para promocionar el empleo del gas natural en clases sociales de bajo poder adquisitivo. (Coronel, F. et. al. 2021)

El Bono Gas es un subsidio creado por el MINEM dentro del Programa Anual de Promoción del Fondo de Inclusión Social Energético, implementándose desde el 2016 un total de 500 000 conexiones. Este programa permite el financiamiento y subsidio del costo de la instalación interna en potenciales consumidores, con fines de masificar el acceso universal al gas natural. Los consumidores beneficiados con el Bono Gas solo devuelven al Fondo de Inclusión Social Energético un porcentaje del financiamiento de la instalación interna dentro de la vivienda del usuario para conectar uno o dos artefactos, a través de cuotas mensuales por el tiempo de 5 años. (Coronel, F. et. al. 2021)

La devolución por el financiamiento de la instalación interna resulta entre la diferencia del costo de la instalación de la red interna y el valor del subsidio brindado al usuario. El subsidio del FISE se realiza de acuerdo al nivel de ingreso familiar de la vivienda, calificándosele según diversos estratos bajo, medio-bajo o medio, según la estratificación económica en los distritos realizadas por el Instituto Nacional de Estadística e Informática. (Coronel, F. et. al. 2021)

La devolución del financiamiento tiene el siguiente procedimiento:

Estrato bajo. Financiamiento al 100%, sin devolución.

Estrato medio bajo. Financiamiento al 100%, con devolución de tan solo el 25% del subsidio, descontado en la facturación mensual de consumo.

Estrato medio. Financiamiento al 100%, con devolución de solo el 50% descontado en la facturación mensual de consumo de gas natural. (Coronel, F. et. al. 2021)

2.2.5 Exportación.

Según el Decreto Supremo 79 – 2009 – EM, se realizó la modificatoria de la Ley de Promoción del Desarrollo de la Industria del GN (Ley N° 27133), con la finalidad de garantizar las reservas para el mercado interno. El Congreso de la República del Perú promulgo un proyecto de ley (04429/2018-CR) que modifico la Ley N° 26221, con la finalidad de poder exportar gas natural con lo cual los pronósticos de demanda y nivel de reservas probadas, para el mercado interno tienen prioridad en la toma de decisiones. (Cayani & Montenegro, 2020)

En la actualidad existe una controversia referente a la comercialización del gas natural en el país. La cual, gira en torno a la prioridad de destinar las reservas de gas natural al mercado interno, y otra parte a la exportación, de tal forma que no afecte a la seguridad energética del mercado interno. Según Campodónico (2008), el Perú presenta una alta demanda de gas natural al 2027, y teniendo en cuenta el informe de PROMIGAS, se cuenta con reservas probadas y la producción anual fiscalizada se obtiene un periodo de vigencia de las reservas de 29 años de cobertura del mercado interno, con lo cual el Perú ocupa el segundo lugar a nivel de América del Sur y Centroamérica para el año 2017. Sin embargo, Campodónico (2008) menciona que las reservas probadas no perdurarán para siempre y indica que el Perú no presenta con un plan de prospección de búsqueda de nuevas reservas en el corto plazo. (Cayani & Montenegro, 2020)

Los niveles de exportación de gas natural se han incrementado debido al auge de la masificación del gas natural a nivel mundial. El Perú presenta diversos problemas de carácter estructural que no han contribuido al desarrollo integral del país en el mercado internacional, siendo las variables externas (precio de mercado e inversión extranjera) y variables internas (disponibilidad de recursos, infraestructura y tecnología, estrategia de exportación y marco legal para la exportación). A nivel de América Latina y el Caribe, el Perú ocupa el tercer puesto en exportaciones por volumen y el segundo puesto por valor

exportado (miles de dólares americanos). Asimismo, a nivel mundial, Perú se ubica en el puesto N° 20 por volumen y en el puesto N° 34 por su valor exportable. (Cayani & Montenegro, 2020)

Shell International Trading Middle East es la empresa de la exportación del gas de Camisea a mercados internacionales y quien determina el destino contractualmente de las cargas de gas natural licuado. La exportación se efectúa por medio de barcos llamados buques metaneros. La Planta de Licuefacción de Pampa Melchorita recibió un total de 59 442,3 MMPC de gas natural en los primeros tres meses del año 2023, produciendo un volumen 2 495 030,2 m³ de Gas Natural Licuado. En el año 2022, la planta recibió para procesamiento de 60 765,2 MMPC de Gas Natural, con los que se produjo 2 556 792,4 m³ de gas natural licuado. El embarque promedio al día de GNL es 170 000 m³/día. (Osinermin, 2023)

Figura 19

Mapa de exportaciones de GNL al III Trimestre 2023



Nota. Información obtenida de Osinermin (2023)

2.2.6 Proyectos pendientes.

Proyecto: Masificación del uso de gas natural en las ciudades alto andinas. El principal objetivo del proyecto es el diseño, financiamiento, construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de redes de distribución de Gas Natural Comprimido en las ciudades de Abancay, Andahuaylas, Huamanga, Huanta, Huancavelica, Huancayo, Jauja, Cusco, Juliaca y Puno y posterior transferencia de los bienes del proyecto a las juntas de administración. Los Componentes del proyecto incluye la estación de Compresión de Huamanga que esta acoplada a la Derivación Principal de Ayacucho, redes de transporte y almacenamiento de gas natural comprimido por medio de cisternas y gasocentros de gas natural vehicular. (Osinermin, 2023)

Complejo Petroquímico de San Juan de Marcona. Es un proyecto que consiste en la construcción y operación de una planta petroquímica en el distrito de San Juan de Marcona en el departamento de Ica. En esta planta esta provista producir amoníaco y urea, para atender el mercado de fertilizantes en América del Sur y la costa oeste de América Central. Así mismo comprendería la construcción de un muelle para el despacho por vía marítima de sus productos al exterior. Se ubicaría en Bahía San Juan, distrito de Marcona, provincia de Nazca, Ica. El Proyecto comprenderá instalaciones terrestres dentro de un área de 152 hectáreas e instalaciones marinas en un área acuática de 80 hectáreas. (Osinermin, 2023)

Sistemas de conversión para los camiones mineros Las conversiones son modificaciones en el campo que no requieren modificación del motor en sí, mantiene la misma potencia que 100% Diésel. Los sistemas Dual Fuel proporcionan adecuada capacidad de almacenamiento de GNL a bordo, con una autonomía de 12 o 24 horas de funcionamiento continuo, según modelo; suficiente para un turno típico de 12 horas de operación continua. Estos sistemas dual fuel permiten un tiempo de reabastecimiento o llenado menor a 15 minutos, 200 litros/minuto, también nos permite operar con diésel al 100% de ser necesario. Además, los tanques de combustible de GNL son de doble

aislamiento que minimizan la evaporación del GNL o boil off. (Gonzales, E. et. al, 2019)

En Canadá y en otros países, se están desarrollando o probando varias otras tecnologías emergentes de gas natural en camiones de transporte de minas, incluida la mezcla dinámica de gas dual de combustible de Caterpillar (60-70% de desplazamiento de diesel), Caterpillar y Westport están trabajando hacia un sistema de inyección directa de alta presión (90-95 % de desplazamiento de diesel), en Australia están experimentando con gas natural comprimido de alta densidad (más del 80% de desplazamiento de diesel) y Rolls Royce está experimentando con la tecnología Spark Ignition (100% de desplazamiento diesel). Debido a la confidencialidad, se conoce información limitada sobre la comercialización y el estado de preparación de estas opciones. (Gonzales, E. et. al, 2019)

2.3 Reservas.

2.3.1 Generalidades.

Esta referido a los volúmenes de hidrocarburos que se prevén en ser recuperadas de forma comercial, con la implementación de proyectos de desarrollo, de acumulaciones conocidas, desde una fecha de inicio en adelante, bajo ciertas condiciones definidas. Las reservas deben cumplir 4 criterios adicionales: deben estar descubiertas, recuperables, comerciales y mantenerse certificadas a la fecha de su explotación de los proyectos de desarrollo. Los volúmenes considerados como reservas, pero que no satisfacen los requerimientos de comercialización deben clasificarse como recursos contingentes (sin valor para pronósticos). Las reservas es la sumatoria de reservas probadas, probables y posibles, conocido como reservas 3P. (Pemex, 2010)

Las reservas “son los volúmenes de hidrocarburos que se consideran como recuperables comercialmente por medio de aplicación de proyectos de desarrollo a las acumulaciones conocidas desde una fecha definida en adelante bajo condiciones definidas. Las reservas deberán además satisfacer 4 criterios: estar descubiertas, recuperables, comerciales, y remanentes, basado en el/los proyecto(s) de desarrollo planificados. Las reservas pueden estar categorizadas de acuerdo con el nivel de certeza asociado con las estimaciones y pueden ser clasificadas con relación a la madurez del proyecto y/o caracterizadas por el estado de desarrollo y producción del proyecto. (Osinergmin, 2021)

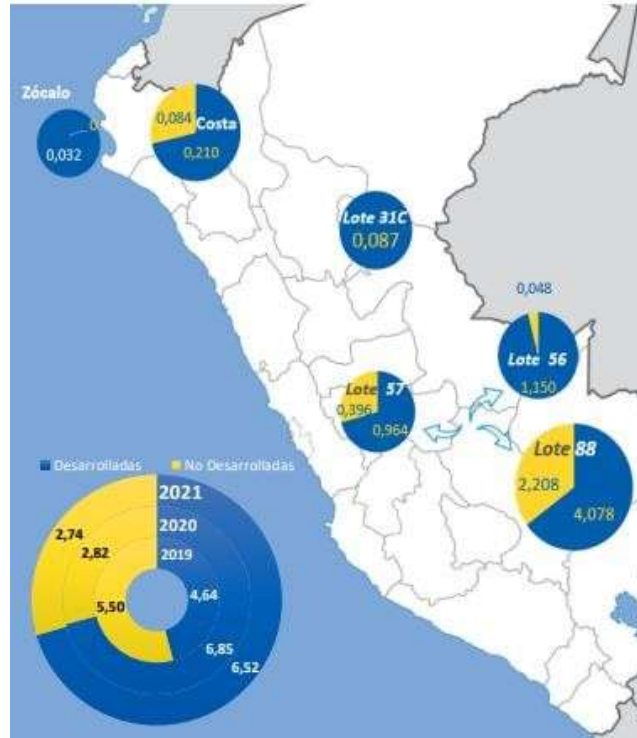
Las reservas son volúmenes de hidrocarburos que se pueden recuperar comercialmente a partir de cierta fecha a través de proyectos en desarrollo, de acuerdo a ciertas condiciones establecidas. Existen 4 criterios que se deben cumplir para ser consideradas como tal: haberse dado el descubrimiento, ser recuperables, ser comerciales y estar remanentes. (Gonzales, E. et. al, 2019)

Las reservas probadas, al 31 de diciembre de 2021, se han visto reducidas en 0,411 TCF, con referencia a la estimación del 31 de diciembre del 2020. La disminución de la Reservas Probadas (0,326 TCF), se debió principalmente a la producción del 2021; la reducción de la Reservas Probadas No Desarrolladas (0,084 TCF), se debió principalmente a las disminuciones de las reservas probadas en la Selva Sur del Perú. (Osinergmin, 2023)

Se muestra el estimado de reservas probadas de gas natural al 31 de diciembre de los años 2019, 2020 y 2021. Las diferencias observadas en los diferentes años es consecuencia a la producción de los yacimientos y re-categorización de reservas en no desarrolladas a desarrolladas. En donde el mayor volumen de reservas probadas se concentra en la selva sur del país (lotes 88, 56 y 57), representando el 95.53 % de las reservas probadas de Gas Natural al 31 de diciembre del 2021. (Osinergmin, 2023)

Figura 20

Mapa de Reservas Probadas de Gas Natural por Lotes, al 31 de diciembre de 2021*(en TCF [10⁹])



Nota. Información tomada de Boletín Estadístico III Trimestre 2023 de Osinergmin

2.3.2 Tipos de reservas.

Reservas probadas: son aquellas Reservas que, a partir de datos de geociencias y de ingeniería, se estiman con certeza razonable a ser recuperables comercialmente a partir de una fecha dada en adelante de Yacimientos conocidos bajo condiciones económicas, métodos de operación y reglamentación gubernamental definidas. (Álvarez y Sánchez, 2019)

Para las reservas probadas debería haber por lo menos un 90% de probabilidad de que las cantidades realmente recuperadas igualarán o excederán a las estimaciones. (Gonzales, E. et. al, 2019)

Reservas probables: son aquellas Reservas adicionales que, a partir de un análisis de datos de geociencias y de ingeniería, se estiman son menos probables a ser recuperadas, comparadas con las Reservas Probadas, pero más ciertas a ser recuperadas comparadas con las Reservas Posibles. (Álvarez y Sánchez, 2019)

Para las reservas probables debería haber por lo menos un 50% de probabilidad de que las cantidades realmente recuperadas igualarán o excederán a las estimaciones de 2P. (Gonzales, E. et. al, 2019)

Reservas posibles: son aquellas Reservas adicionales que, a partir de un análisis de datos de geociencias y de ingeniería, se estiman son menos probables a ser recuperadas comparadas con las Reservas Probables. (Álvarez y Sánchez, 2019)

Para las reservas posibles debería haber por lo menos un 10% de probabilidad de que las cantidades realmente recuperadas igualarán o excederán a las estimaciones de 3P. (Gonzales, E. et. al, 2019)

2.3.3 Situación actual.

En el Lote 88, las reservas decrecieron principalmente por la producción del año 2021 en 0,25 TCF.

Figura 21

Reservas y Recursos para el Mercado Nacional al 31 de diciembre de 2021

Lote	Reservas (TCF)			Recursos (TCF)	Comentarios
	1P (Probadas)	2P (Probadas + Probables)	3P (Probadas + Probables + Posibles)	Contingentes 2C	
88	6,286	7,256	7,803	0,515	Fin Contrato: 2 040 / Vida útil: 2 047
58	0	0	0	2,914	Fin Contrato: 2 045 / Vida útil: 2 047

Nota. Información tomada de Boletín Estadístico III Trimestre 2023 de Osinergmin

La producción de los lotes 56 y 57 se destina para la exportación a través de Perú LNG, que opera la Planta de Pampa Melchorita.

Figura 22

Reservas y Recursos para Exportación al 31 de diciembre de 2021

Lote	Reservas (TCF)			Recursos (TCF)	Comentarios
	1P (Probadas)	2P (Probadas + Probables)	3P (Probadas + Probables + Posibles)	Contingentes 2C	
56	1,198	1,469	1,868	0,163	Fin Contrato: 2 044 / Vida útil: 2 047
57	1,360	1,786	2,163	0,000	Fin Contrato: 2 044 / Vida útil: 2 047

Nota. Información tomada de Boletín Estadístico III Trimestre 2023 de Osinergmin

2.4 Proyecciones y pronósticos.

Una proyección es una afirmación futura del comportamiento de una variable, la cual se informa bajo determinadas condiciones y en un momento y lugar determinado sucederá un evento o acontecimientos con cierta probabilidad de ocurrencia. Por lo que todo pronóstico es una afirmación basada en una teoría perfecta, con una alta probabilidad de ocurrencia. En la práctica no es muy común establecer un pronóstico en el sentido exacto del término, en el sentido de las teorías están sometidas a un margen de error, ni son lo suficientemente robustas para que puedan incluir todos los factores endógenos y exógenos. (Ledesma y Solorzano, 2020)

El Pronóstico es un proceso de estimación de un acontecimiento futuro, basándose en análisis y en consideraciones de juicio, y en el análisis de datos pasados. La planeación a futuro es un aspecto esencial en la administración de los recursos energéticos, ya que su éxito a la larga, se relaciona mucho con lo bien que la administradora de un recurso puede anticipar el futuro y desarrollar las estrategias adecuadas. (Paramo, 2019)

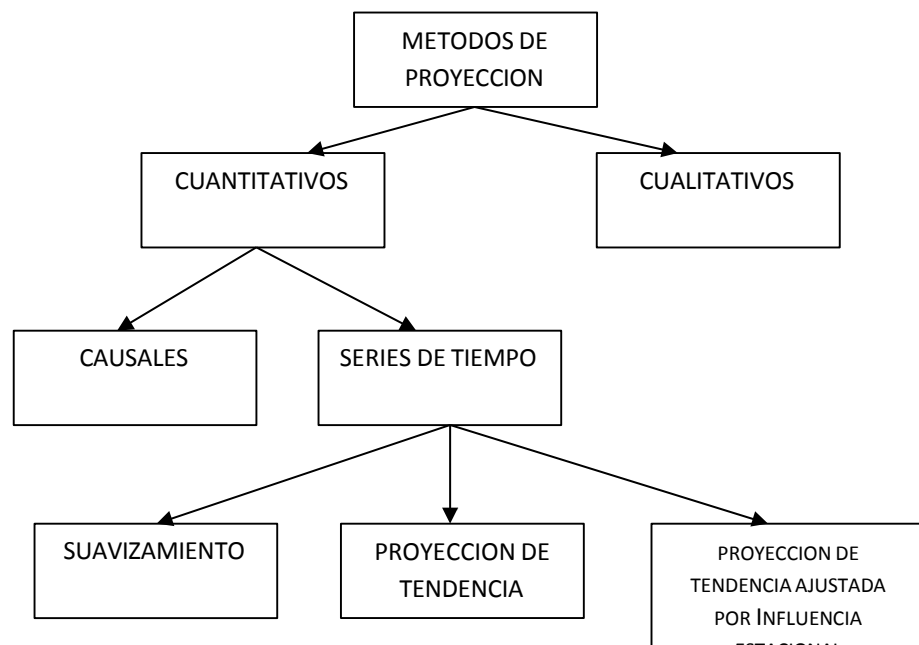
La *predicción* es un proceso de estimación de un suceso futuro basándose en consideraciones subjetivas diferentes a los simples datos provenientes del pasado;

estas consideraciones subjetivas no necesariamente deben combinarse de una manera predeterminada. Es decir, cuando no existen datos del pasado, se requiere una predicción, y de lo contrario, se necesita un pronóstico. (Paramo, 2019)

Los pronósticos representan la base de la planificación de mediano y largo plazo. El personal de área de planificación y operación por lo general emplea pronósticos para la toma de decisiones periódicas con respecto a la identificación de comportamientos futuros, verificación de las tendencias de crecimiento, entre otros. (Paramo, 2019)

Figura 23

Métodos de proyección

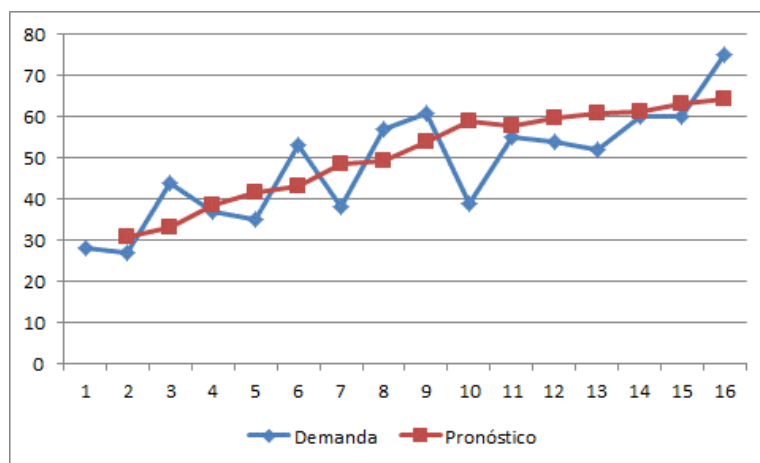


Nota. Información tomada de Texto de Gestión de Operaciones

Una serie de tiempo esta conformado por informacion estadística que se tienen para la evaluación de periodos de tiempo en análisis. Esta información puede ser muy variada y dependerá de la fiabilidad de la información. Una serie de tiempo presenta un comportamiento de carácter estacional, o cíclico o pueden presentar algún tipo de tendencia que les caracterice con baja variación. Las organizaciones evalúan de forma periódica el comportamiento de su actividad y/o producción a fin de pronosticar comportamientos futuros en base a la información estadística y se elabora la tendencia del comportamiento futuro con cierto rango de certeza. El comportamiento de las series de tiempo, presentan 4 componentes: la tendencia, la variación cíclica, la variación estacional y la variación irregular. (Muñoz, 2020)

Figura 24

Ejemplo de proyección de demanda y su pronostico



Nota. Información tomada de Geotutoriales (2015)

La técnica de suavización o suavizamiento exponencial se considera como un perfeccionamiento del modelo de la media móvil ponderado, para este caso se determina el promedio de una serie de tiempo mediante un mecanismo de autocorrección que persigue realizar un ajuste en pronósticos en dirección distinta a las desviaciones de una información estadística mediante una corrección que está afectada por un coeficiente de suavización. De este modo, este modelo de pronóstico presenta de tres tipos de datos: el pronóstico del último período, la demanda del último período en evaluación y el coeficiente de suavización. ((Ledesma y Solorzano, 2020)

El modelo se basa en la siguiente ecuación:

$$F_{i+1} = \alpha * Y_t + (1 - \alpha) * F_t$$

Donde:

F_{i+1} = Pronóstico de la serie de tiempo para el periodo (t+1)

Y_t = Valor real de la serie de tiempo en el periodo t.

F_t = Pronóstico de la serie de tiempo para el periodo t.

α = constante de suavizamiento ($0 \leq \alpha \leq 1$)

La ecuación anterior establece que el pronóstico, para el periodo (t+1) , es un promedio ponderado para el valor real en el periodo t y el pronóstico para el periodo t; los factores asignados al valor real en el periodo t es α , y que el asignado al pronóstico en el periodo t es (1- α) . El pronóstico con suavizamiento exponencial para un determinado periodo, también es un promedio ponderado de todos los valores reales anteriores para la serie de tiempo, y esta consiste en tres periodos de información de los datos: Y_1 , Y_2 , Y_3 . Para iniciar los cálculos, sea F_1 igual al valor real de la serie de tiempo en el periodo 1 ; esto es , $F_1 = Y_1$. En consecuencia, el pronóstico para el periodo 2 es:

$$F_2 = \alpha * Y_1 + (1 - \alpha) * F_1 = \alpha * Y_1 + (1 - \alpha) * Y_1 = Y_1$$

Así el pronóstico para el periodo 2, con suavizamiento exponencial, es igual al valor real de la serie de tiempo en el periodo 1.

El pronóstico para el periodo 3 es:

$$F_3 = \alpha * Y_2 + (1 - \alpha) * F_2 = \alpha * Y_2 + (1 - \alpha) * Y_1$$

Por último, al sustituir esta ecuación en la correspondiente para F_4 se tiene:

$$F_4 = \alpha * Y_3 + (1 - \alpha) * F_3$$

$$F_4 = \alpha * Y_3 + (1 - \alpha) * [(\alpha * Y_2) + (1 - \alpha) * Y_1]$$

$$F_4 = \alpha * Y_3 + \alpha * (1 - \alpha) * Y_2 + (1 - \alpha)^2 * Y_1$$

F_4 , es el promedio ponderado de los tres primeros valores de la serie de tiempo. La suma de los coeficientes o factores de ponderación de: Y_1 , Y_2 , Y_3 es igual a la unidad. Por lo tanto, para cualquier pronóstico F_{i+1} es una media ponderada de todos los valores previos de la serie de tiempo.

El valor de α varía entre 0 y 1. Entonces se puede tener una perspectiva de la selección de buenos valores de α si se replantea el modelo de suavizamiento como sigue:

$$F_{t+1} = (\alpha * Y_t) + (1 - \alpha) * F_t$$

MEDIAS MOVILES. El método de medias móviles utiliza el promedio de los “n” valores más recientes de la información en la serie de tiempo como pronóstico para el siguiente periodo. El cálculo matemático es el siguiente:

$$Promedio\ movil = \frac{\sum(n\ valores\ mas\ recientes\ de\ datos)}{n} \dots \dots (7)$$

Se emplea el término “móvil” porque cada vez que se tiene una nueva observación para la serie de tiempo, se reemplaza la observación más antigua en la ecuación (7) y calculándose un nuevo promedio. Por lo tanto, el valor promedio cambia o se mueve a medida que se cuenta con otras observaciones.

Una importante consideración en la selección de un método de proyección es la precisión del mismo, lo que significa “pronosticar con errores pequeños”. Para este caso la suma de los errores al cuadrado se conoce como error cuadrático medio MSE. Representa una medida muy frecuente de la precisión de un modelo. En la aplicación del método de medias móviles debemos seleccionar la cantidad de datos que se incluirán en ese promedio. Para determinada serie de tiempo los promedios móviles de distintas longitudes difieren en su capacidad de pronosticar con precisión la serie. Un método posible para la selección de la información es recurrir a tanteos o pruebas con el fin de conocer el valor de la longitud que minimiza el MSE. Después, si aceptamos que la longitud óptima en el pasado también será la mejor para el futuro, se pronostica el siguiente valor de la serie de tiempo con el número de datos que minimizó el MSE histórico.

3. Capítulo III: Material y Método

3.1 Material:

3.1.1 Información comercial.

a. Generación eléctrica.

El principal empleo del gas natural proveniente de Camisea es la generación de energía eléctrica, la participación de Pluspetrol Perú Corporation S.A. en el volumen con 12 millones de m³ /día representa el 90,8% de requerido por los generadores que consumen gas natural y representa el 56,2% del volumen de gas que distribuyó Pluspetrol al mercado interno, sin tener en cuenta el mercado de exportación.

Tabla 3

Evolución del consumo de gas natural para generación

Año	Millones m ³
2023	4795
2022	4406
2021	3765
2020	3102
2019	3669
2018	3419

2017	3574
2016	4310
2015	4022
2014	3813
2013	3317
2012	2563
2011	3097
2010	2494
2009	1874
2008	1735
2007	1272
2006	674
2005	677

Nota. Elaboración propia con Información obtenida del COES

b. Consumos.

Tabla 4

Evolución del consumo de gas natural en Zona de Concesión de Calidda Gas Natural

Año	Calidda Gas Natural del Perú (Miles m ³)				Total
	Comercio	GNV	Industrial	Residencial	
2023	67 103	655 525	1'371 674	239 901	2'334 203
2022	56 667	651 596	1'418 289	194 681	2'321 233
2021	46 839	528 961	1'444 890	175 013	2'195 703
2020	41 437	447 947	1'042 281	165 904	1'697 569
2019	46 915	659 473	1'325 276	133 138	2'164 802
2018	40 144	651 707	1'344 652	107 430	2'143 933
2017	35 570	651 409	1'111 773	72 045	1'870 797
2016	35 570	651 409	1'111 773	72 045	1'870 797
2015	26 425	655 457	1'084 342	50 358	1'816 582
2014	21 863	632 270	1'120 891	36 549	1'811 573
2013	17 239	571 913	1'000 280	22 835	1'612 267
2012	14 357	510 988	923 138	15 131	1'463 614
2011	10 725	417 330	898 669	8 934	1'335 658
2010	14 172	362 366	447 568	5 268	829 374

Nota. Elaboración propia con Información obtenida de Osinergmin

Tabla 5

Evolución del consumo de gas natural en Zona de Concesión de Contugas

Año	Contugas (Miles m ³)				Total
	Comercio	GNV	Industrial	Residencial	
2023	2 343	25 418	135 477	11 168	174 406
2022	2 666	20 953	142 000	9 587	175 206
2021	2 171	14 641	169 002	9 330	195 144
2020	1 900	10 762	173 255	10 053	195 970
2019	1 399	14 684	179 201	8 995	204 279
2018	865	11 455	192 842	8 051	213 213
2017	844	9 061	188 463	6 569	204 937
2016	953	7 801	134 505	5 664	148 923
2015	434	1 405	109 523	3 573	114 935

Nota. Elaboración propia con Información obtenida de Contugas

Tabla 6

Evolución de la exportación de gas natural

Año	Millones de m ³
2023	5 223,0
2022	5 238,0
2021	2 734,0
2020	5 351,0
2019	6 184,0
2018	5 519,0
2017	4 622,0
2016	5 031,0
2015	4 237,0
2014	5 423,3
2013	6 344,0
2012	5 913,0
2011	5 939,0
2010	13,0

Nota. Elaboración propia con Información obtenida de Perú LNG y Osinergmin

Tabla 7

Evolución del consumo de gas natural en Zona de Concesión de Quavii.

QUAVII SAC (Miles m ³)					
Año	Comercio	GNV	Industrial	Residencial	Total
2023	403	7 199	65 492	3 0 060	103 154
2022	709	5 554	64 496	25 705	96 464
2021	464	2 351	53 881	20 669	77 365
2020	279	645	60 484	16 501	77 873
2019	176	1 070	29 684	7 941	38 871
2018		740	7 698	6 480	14 918

Nota. Elaboración propia con Información obtenida de Quavii

Tabla 8

Evolución del consumo de gas natural en Zona de Concesión de Naturgy.

NATURGY (Miles m ³)				
Año	Comercio	Industrial	Residencial	Total
2023	1 144	33 851	1 536	36 531
2022	1 089	35 365	1 531	37 985
2021	957	29 551	1 732	32 240
2020	603	29 771	1 752	32 126
2019	127	27 649	1 473	29 249

Nota. Elaboración propia con Información obtenida de Naturgy

c. Reservas asociadas a Camisea.

Las Reservas Probadas están referidas a los volúmenes de hidrocarburos que mediante el análisis de información certificada de geociencias e ingeniería, se pueden estimar con certeza razonable, las cuales son comercialmente recuperadas a partir de una fecha dada en adelante conocidos como yacimientos conocidos y bajo condiciones económicas definidas, métodos de explotación y normativas y regulaciones. Las Reservas Probables son aquellas Reservas adicionales que son presentan menor probabilidad de ser recuperadas que las Reservas Probadas, pero con mayor probabilidad de recuperarse que las Reservas Posibles. Las Reservas Posibles son aquellas Reservas que presentan menor probabilidad de poder ser recuperadas que las Reservas Probables.

En el Lote 88, la estimación de reservas se incrementan por la actualización del modelo de simulación y los valores certificados por las reservas.

Tabla 9
Reservas de Gas Natural de Camisea para mercado nacional

Lote	Reservas (TCF)		
	Probadas	Probadas +Probables	Probadas + Probables + Posibles
88	5,862	6,806	7,383

Nota. Elaboración obtenida Boletín Estadístico IV-T2023 Gas Natural OSINERGMIN

La producción de los lotes 56 y 57 se destina para el mercado de exportación por medio de Perú LNG, en Planta de Pampa Melchorita.

Tabla 10
Reservas de Gas Natural de Camisea para exportación

Lote	Reservas (TCF)		
	Probadas	Probadas +Probables	Probadas + Probables + Posibles
56	1,009	1,203	1,407
57	1,125	1,272	1,549
Total	2,134	2,475	2,956

Nota. Elaboración obtenida Boletín Estadístico IV-T2023 Gas Natural OSINERGMIN

c. Nuevos proyectos asociados a las Reservas de Camisea.

Dentro de la política energética para masificar el gas natural en el Perú, el sur peruano cuenta con tres nuevos proyectos en cartera: Proyecto SIT-Gas, Proyecto Siete Regiones y el Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca, los cuales serán reforzados por los repotenciados programas Bono Gas Residencial y Bono Gas Vehicular con mayor alcance que el anterior.

El Proyecto SIT GAS abastecerá de gas natural a 900 000 consumidores de las regiones del sur de país, así a las centrales termoeléctricas de nodo energético del sur; además, cubrirá la demanda de las grandes industrias manufactureras y mineras (Nodo Energético del Sur formado para la Central Termoelectrica de NEPI de 618 MW en Ilo y Puerto Bravo de 723 MW en Mollendo y Reserva Fría de Ilo de 502 MW, las 3 operan actualmente con petróleo DB5)y alcanzará a las regiones de Cusco, Arequipa, Puno, Apurímac, Moquegua y Tacna con el objetivo de obtener independencia energética y reducir las pérdidas de transmisión eléctrica proveniente del centro del país.

Paras el Proyecto SIT GAS se tomará en cuenta los estudios del Proyecto gasoducto Sur KUNTUR GAS, según el informe N° 0407-2009-GART.

Figura 25

Infografía de Proyecto SIT GAS



Nota. Información tomada de Proinversión (2021)

Tabla 11

Demanda proyectada por Proyecto Kuntur Gas

Año	Demanda No Eléctrica Millones m ³	Demanda Eléctrica Millones m ³	Demanda Total Millones m ³
2013	640,8	1705,4	2346,2
2014	682,2	2067,1	2749,3
2015	723,5	2304,8	3028,3
2016	764,8	2563,2	3328,1
2017	806,2	2635,6	3441,8
2018	899,2	2894,0	3793,2
2019	961,2	3214,4	4175,6
2020	1012,9	3689,8	4702,7
2021	1074,9	3979,2	5054,1
2022	1126,6	4299,6	5426,2
2023	1178,3	4661,4	5839,6
2024	1229,9	5023,1	6253,1
2025	1292,0	5415,9	6707,8
2026	1354,0	5839,6	7193,6

Nota. Elaboración propia con información obtenida Informe N°0407-2009-GART.OSINERGMIN

El Proyecto 7 Regiones permitirá desarrollar infraestructura para la distribución de gas natural en las regiones de Apurímac, Ayacucho, Huancavelica, Junín, Cusco, Puno y Ucayali. Atenderá solo a 14 locaciones que comprenden 195 distritos de los 664 existentes en las 7 regiones que representa solo el 29 % de las regiones concesionadas. Se tiene tres postores: GNLC (Cálidda), YPFB (Bolivia) y Consorcio Wapsi y la buena pro ha sido postergada. Se ha comprometido la operación en red del Lote 88 de Camisea con el Lote 31-C de Aguaytía. Se esperaba al 8° año un total de 113 535 usuarios residenciales beneficiados. Con el nuevo concepto del proyecto se estima 400 000 usuarios residenciales conectados al 5 año. Se tomará el consumo promedio mensual de 60 m³/mes por cada poblador que es el valor de consumo promedio residencial al reemplazar 1 balón de GLP al mes. El costo de instalación estimado del proyecto asciende a US\$ 242,5 millones; y US\$ 779,2 millones en infraestructura.

Figura 26

Infografía de Proyecto 7 regiones



Nota. Información tomada de MINEM (2023)

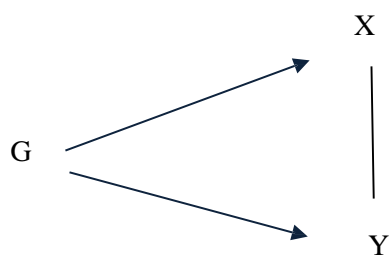
El Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca permitirá suministrar de gas natural a la localidad de Desaguadero a través de redes de ductos, beneficiará a 3 000 usuarios residenciales y 41 comercios alcanzando un consumo anual de 45 MMPC. La implementación se dará mediante un convenio interinstitucional entre el Ministerio de Energía y Minas del Perú y Ministerio de Hidrocarburos de Bolivia y será financiado completamente con el Fondo de Inclusión Social Energético. No se tomará porque no se cuenta con estudios para esta interconexión regional.

3.2 Método.

3.2.1 La investigación es del tipo pre-experimental, de naturaleza descriptiva.

3.2.2 Diseño de la investigación: Según Escudero & Cortez (2018), un diseño de investigación es un conjunto ordenado de componentes que interactúan para la determinación de una meta definida, así mismo es interactivo, flexible y reflexivo. El diseño de investigación está definido como los métodos y técnicas seleccionados por un investigador para emplearlos de una manera razonable y lógica para que el problema de la investigación sea manejado de forma eficaz.

Figura 27
Diseño de investigación



Nota. Información tomada del texto de Albert (2020)

Donde:

G: Reservas de Gas Natural de Camisea

X: Evolución de la oferta y reservas

Y: Demanda nacional

3.2.3 Metodología de cálculo:

Se presenta la siguiente secuencia de cálculo para obtener resultados y discusión de los mismos que se presenta en el siguiente capítulo:

- Se determino el comportamiento del consumo de gas natural asociado a las Reservas de Camisea de los lotes 88 del mercado nacional en las zonas de concesión de Calidda Gas Natural del Perú, Contugas, Quavii y Naturgy (en reciente fecha administrada por Petroperú) en los sectores económicos de generación, industrial, residencial, comercio y transporte con gas natural vehicular GNV y 56 y 57 del mercado de exportación.
- Se ha determinado la tendencia del comportamiento del consumo teniendo en cuenta los modelos de medias móviles y de suavizamiento exponencial.
- Se ha determinado el gas natural consumido a diciembre del año 2023, y las reservas totales desde el inicio el 2005 de la explotación del gas natural
- Se ha realizado los pronósticos en un horizonte de 12 años de los consumos de gas natural, que incluye los periodos 2024-2035, estimándose los consumos futuros según el modelo de pronóstico para el mercado de

consumo nacional, para ello se ha tomado el modelo de comportamiento que mas se ajusta al comportamiento del consumo hasta el año 2023.

- Con ello se ha determinado el comportamiento del agotamiento de las reservas del lote 88.
- Con respecto al mercado de exportación que depende de la capacidad de planta de La Empresa de Licuefacción de Pampa Melchorita, quien no tiene proyectados futuras ampliación, por lo cual el pronóstico de la exportación es función de la media aritmética de los consumos históricos 2010-2023. Seguidamente se ha determinado el comportamiento del agotamiento de reservas de los lotes 56 y 57.
- Se ha realizado nuevos pronósticos teniendo en cuenta dos proyectos emblemáticos como es SIT GAS y Masificación del uso de gas natural en 7 regiones, tomándose como punto de partida el inicio de su puesta en operación comercial el año 2027.
- Se presenta el comportamiento de la tendencia del agotamiento de las reservas de gas natural y el comportamiento de la demanda, teniendo en consideracion una oferta total de gas natural única (Lotes 88, Lote 56 y Lote 57) para el mercado interno nacional, proyectos nuevos y mercado de exportación.

4. Resultados y Discusión.

4.1 Análisis de la demanda de gas natural.

4.1.1 Con respecto a las áreas de demanda mercado nacional.

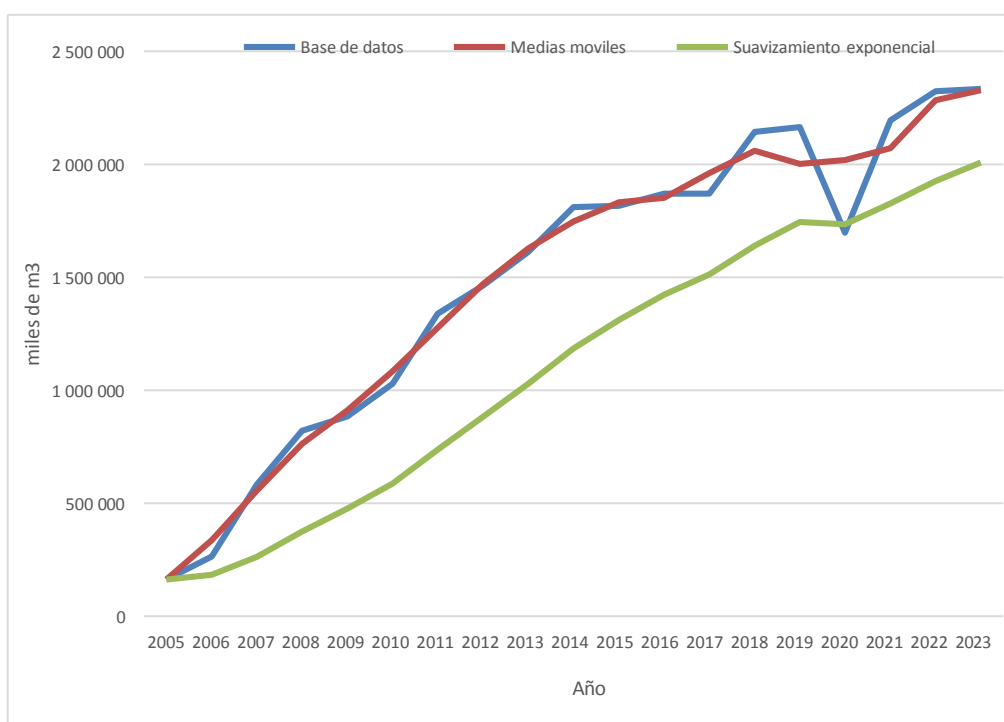
En la zona de concesión de Calidda Gas Natural, que involucra la ciudad de Lima y Callao, además de las localidades de Huaral y Huacho, desde el año 2005 en la cual se inicia la distribución de gas natural, se tiene un consumo total de 28 391 millones de m³ equivalente a 1 TCF (trillones de pies cúbicos) en los 19 años de operación, en el año 2020 se generó una reducción del consumo de gas natural por motivos de pandemia que afecto al sector GNV, Industrial y Comercial. Para el año 2023 se consumió 0,08 TCF.

El 63,6 % ha sido consumido por el sector industrial, 30,1% por el sector de transporte por gas natural vehicular GNV, el 4,6 % fue consumido por el sector residencial y 1,8% por el sector comercio.

Se han elaborado dos modelos de comportamiento de la demanda, a través de la técnica de medias móviles y suavizamiento exponencial, donde el modelo de medias móviles se acerca más al comportamiento de la demanda en la zona de concesión de Calidda Gas Natural.

Figura 28

Comportamiento de la demanda de gas natural en zona de concesión de Calidda Gas Natural



Nota. Elaboración propia.

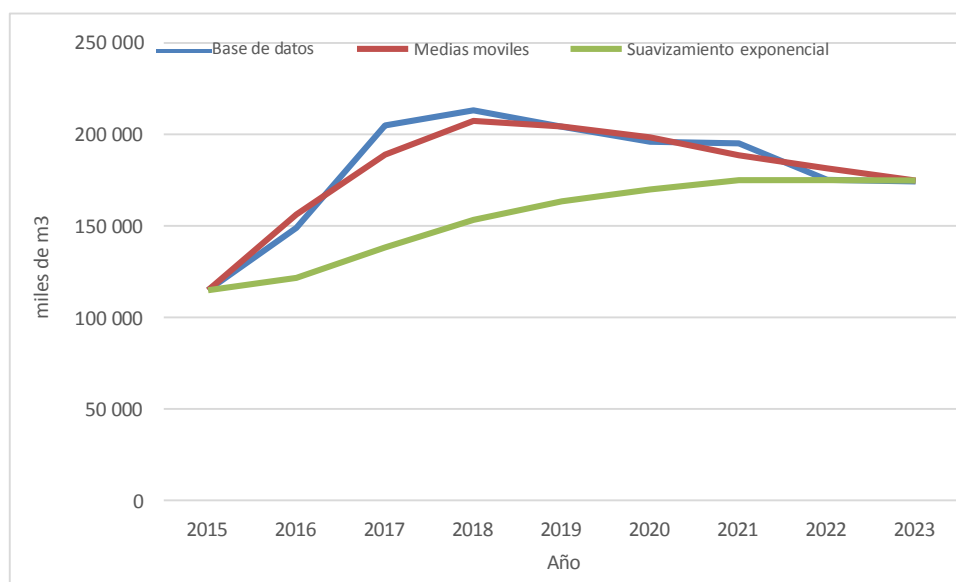
En la zona de concesión de Contugas, que involucra la ciudad de Ica, Pisco, Marcona y Nazca desde el año 2015 en la cual se inicia la distribución de gas natural, se tiene un consumo total de 1 627 millones de m³ equivalente a 0,057 TCF en los 9 años de operación, desde el año 2018 hubo una reducción de su consumo de gas natural en el sector industrial el cual a creado una tendencia en la disminución del consumo de gas natural, al margen del crecimiento del consumo en el sector residencial y transporte con GNV. Para el año 2023 se consumió 0,006 TCF.

El 87,5 % ha sido consumido por el sector industrial, 7,1% por el sector de transporte por gas natural vehicular GNV, el 4,5 % fue consumido por el sector residencial y 0,8% por el sector comercio.

Se han elaborado dos modelos de comportamiento de la demanda, a través de la técnica de medias móviles y suavizamiento exponencial, donde el modelo de suavizamiento exponencial se acerca más al comportamiento de la demanda ascendente en la zona de concesión de Contugas.

Figura 29

Comportamiento de la demanda de gas natural en zona de concesión de Contugas



Nota. Elaboración propia.

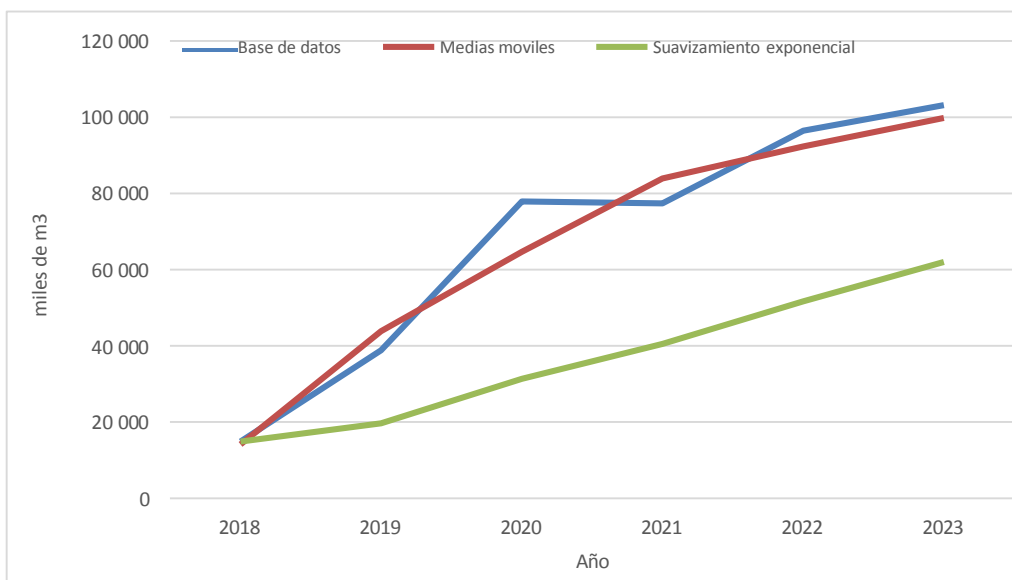
En la zona de concesión de Quavii, que involucra la ciudades de Huaraz, Chimbote (con la ciudad de Coishco), Trujillo, Pacasmayo, Chiclayo y Cajamarca desde el año 2018 en la cual se inicia la distribución de gas natural vía gasoducto virtual, se tiene un consumo total de 408,6 millones de m³ equivalente a 0,014 TCF en los 6 años de operación, con respecto al año 2022-2023 el consumo de gas natural en el sector industrial se mantuvo constante, mientras creció la demanda en el sector residencial y transporte de gas natural con GNV. El año 2023 se consumió 0,004 TCF.

El 68,9 % ha sido consumido por el sector industrial, 26,3% fue consumido por el sector residencial, 4,3 % por el sector de transporte por gas natural vehicular GNV y 0,5 % por el sector comercio.

Se han elaborado dos modelos de comportamiento de la demanda, a través de la técnica de medias móviles y suavizamiento exponencial, donde el modelo de medias móviles se acerca más al comportamiento de la demanda ascendente en la zona de concesión de Quavii.

Figura 30

Comportamiento de la demanda de gas natural en zona de concesión de Quavii



Nota. Elaboración propia.

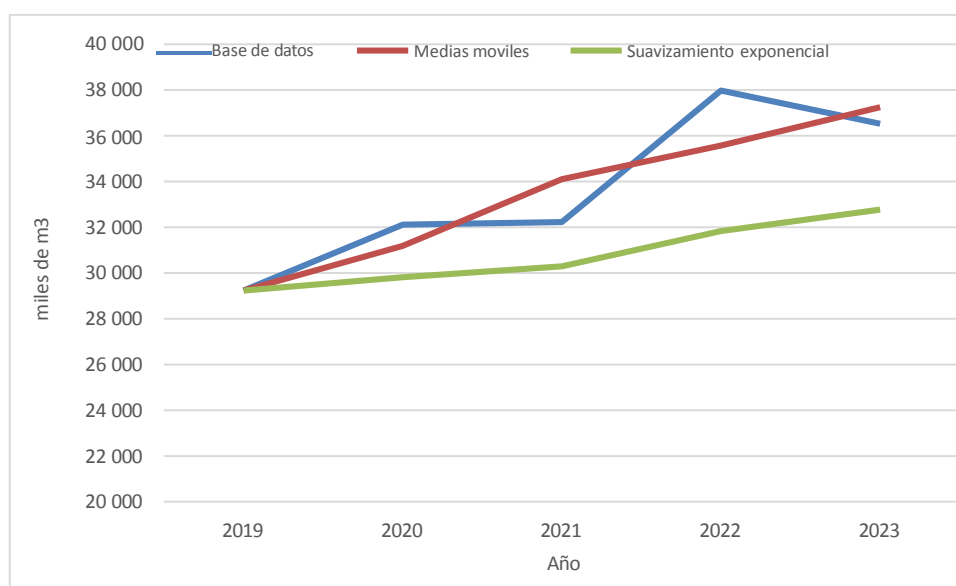
En la zona de concesión de Naturgy, que involucra la ciudades de Arequipa, Moquegua y Tacna suministradas con gasoducto virtual desde el año 2019 en la cual se inicia la distribución de gas natural, se tiene un consumo total de 168,1 millones de m³ equivalente a 0,006 TCF en los 5 años de operación, con respecto al año 2023 hubo una reducción del consumo de gas natural en el sector industrial, lo cual ha provocada una tendencia en la disminución del consumo de gas natural, al margen que creció la demanda en el sector residencial y transporte de gas natural con GNV. El año 2023 se consumió 0,001 TCF.

El 92,9 % ha sido consumido por el sector industrial, 4,8% fue consumido por el sector residencial y 2,3% por el sector comercio.

Se han elaborado dos modelos de comportamiento de la demanda, a través de la técnica de medias móviles y suavizamiento exponencial, donde el modelo de medias móviles se acerca más al comportamiento de la demanda ascendente en la zona de concesión de Quavii.

Figura 31

Comportamiento de la demanda de gas natural en zona de concesión de Naturgy



Nota. Elaboración propia.

4.1.2 Con respecto al mercado de exportación.

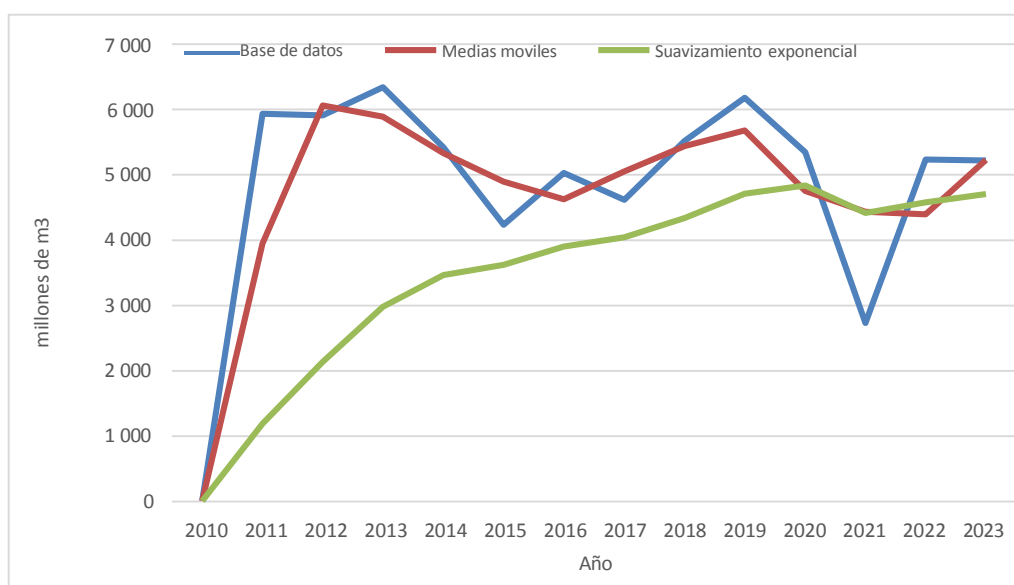
Desde el año 2010 fecha donde se inició la exportación del gas natural por la empresa operadora Perú LNG desde la planta de licuefacción de Pampa Melchorita en Pisco, fue al inicio Corea y España principalmente, y en los dos últimos años los principales países destino fueron Reino Unido, Corea, Japón, China y España.

A la fecha se ha exportado 67 711 millones de m³ equivalente a 2,39 TCF (trillones de pies cúbicos) en los 14 años de operación, el año 2022 hubo una reducción del volumen de exportación al mercado internacional debido a que es un mercado de alta competencia. El año 2023 se exportó 0,18 TCF.

Se han elaborado dos modelos de comportamiento de la demanda, a través de la técnica de medias móviles y suavizamiento exponencial, donde el modelo de suavizamiento exponencial se acerca más al comportamiento de la demanda ascendente del mercado de exportación de GNL.

Figura 32

Comportamiento del mercado de exportación del gas natural



Nota. Elaboración propia.

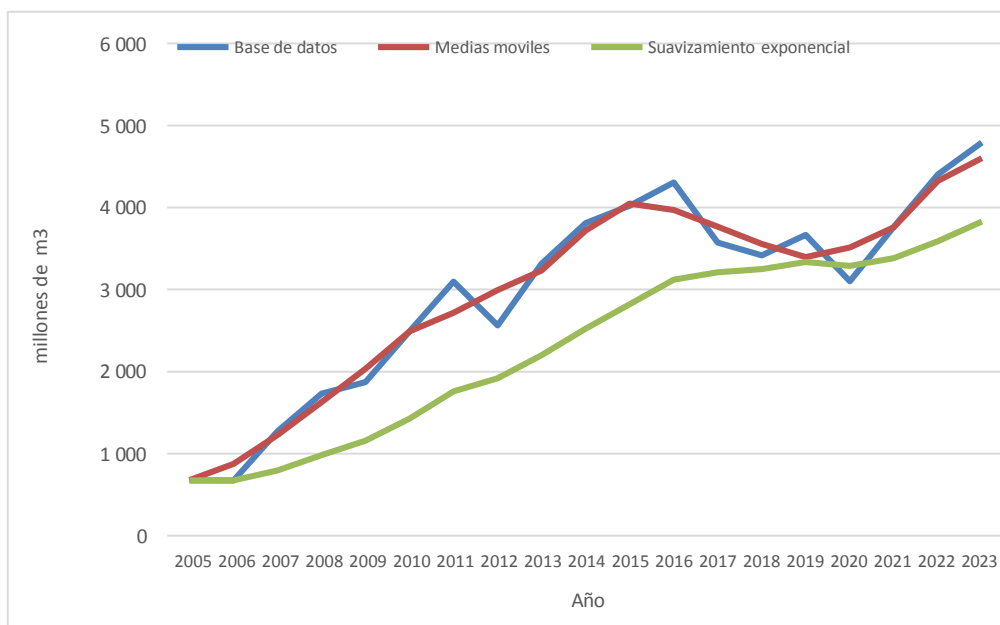
4.1.3 Con respecto a la generación de energía.

El gas natural es empleado como combustible en las Centrales de Ciclo Combinado ubicadas en la localidad de Chilca (Chilca, Kallpa, Fénix, Termochilca y Las Flores), además se cuenta con las Central de Ciclo Combinado de Ventanilla y Ciclo Simple de Santa Rosa ubicadas en la ciudad de Lima. Desde el año 2005 a la fecha se han consumido 56 578 millones de m³ equivalente a 1,99 TCF (trillones de pies cúbicos) en los 19 años de operación, desde el año 2017 al 2019 hubo una reducción del consumo de gas natural en generación al incrementar el porcentaje de participación de las centrales hidroeléctricas. Desde el año 2020 a la fecha ha incrementado su consumo para generación, debido a la reducción de la capacidad de generación por parte de las centrales hidroeléctricas. El año 2023 se consumió 0,17 TCF.

Se han elaborado dos modelos de comportamiento de la demanda, a través de la técnica de medias móviles y suavizamiento exponencial, donde el modelo de medias móviles se acerca más al comportamiento de la demanda ascendente de gas natural en el mercado de generación de energía.

Figura 33

Comportamiento del consumo de gas natural para generación de energía



Nota. Elaboración propia.

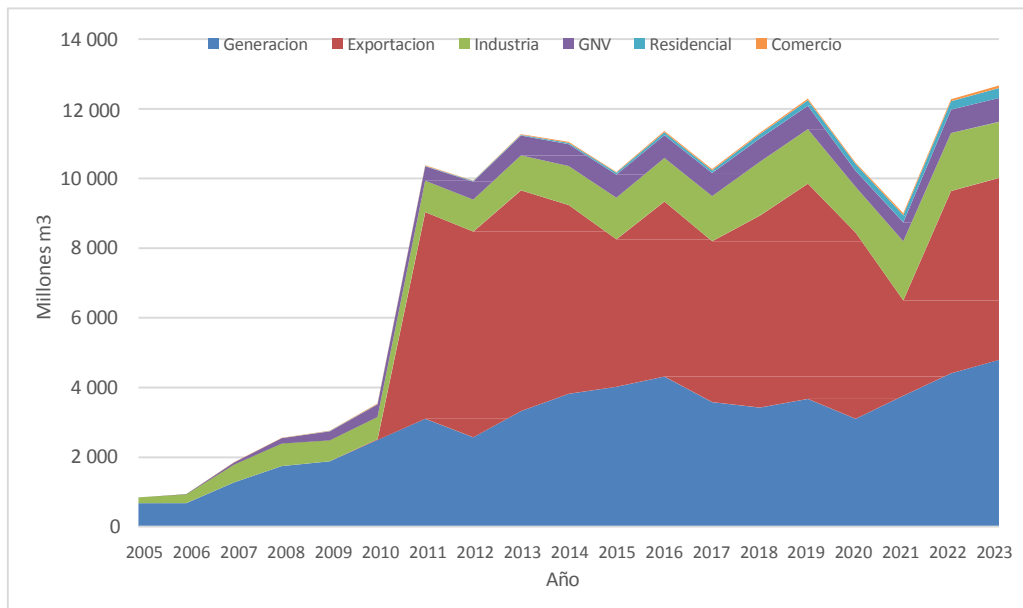
4.1.4 Demanda según sectores de consumo.

Se presenta la evolución del comportamiento por sectores económicos y mercado de exportación, en el cual consumo de gas natural asociado al lote 88 para el mercado nacional representa 56,3% y las exportaciones de gas natural asociado al lote 56 representa el 43,7 % de la demanda. Se ha consumido un total de 154 944 millones m³ lo que representa 5,47 TCF, de los cuales 3,08 TCF se consumió en el mercado nacional y 2,39 TCF se exportó. Con respecto al lote 88 y sus reservas probadas y lo consumido actualmente a tenido un volumen de 8,94 TCF, con lo cual podemos afirmar que se ha consumido a la fecha 34,3% de las reservas del lote asignado al mercado nacional. Mientras con respecto a los lotes 56 y 57 y sus reservas probadas y lo exportado se ha tenido un volumen de 4,52 TCF, con lo cual se ha exportado el 52,8% de las reservas del lote asignado para exportación. Por lo

tanto, las reservas probadas desde el inicio del ciclo de consumo de gas natural el año 2005 es de 13,46 TCF, habiéndose consumido de forma global el 40,5 % de las reservas probadas de gas natural.

Figura 34

Comportamiento del consumo de reservas de gas natural 2005-2023

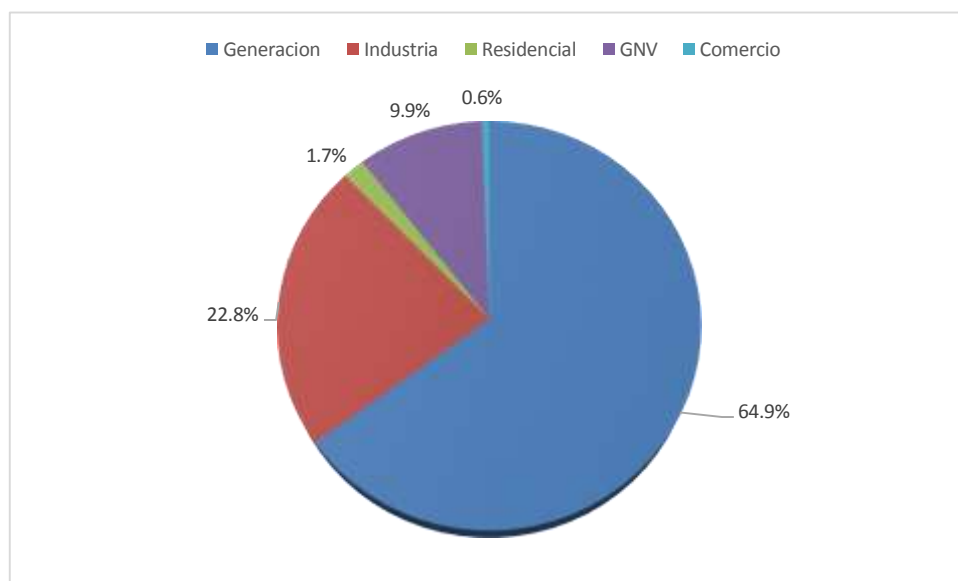


Nota. Elaboración propia.

Con respecto al mercado nacional y el lote 88, el 64,9% que representa 56 578 millones m³ fue consumido en el mercado de generación de energía. 22,8% que representa 19 907 millones m³ fue consumido en el sector industrial, 9,9% que representa 8 667 millones m³ fue consumido en el sector transporte como gas natural vehicular, 1,7% que representa 1 496 millones m³ fue consumido en el sector residencial y 0,6% que representa 525 millones m³ fue consumido en el sector comercial,

Figura 35

Distribución porcentual de la demanda mercado nacional de gas natural 2005-2023



Nota. Elaboración propia.

4.2 Determinación de los pronósticos de comportamiento según el sector económico y mercado de exportación.

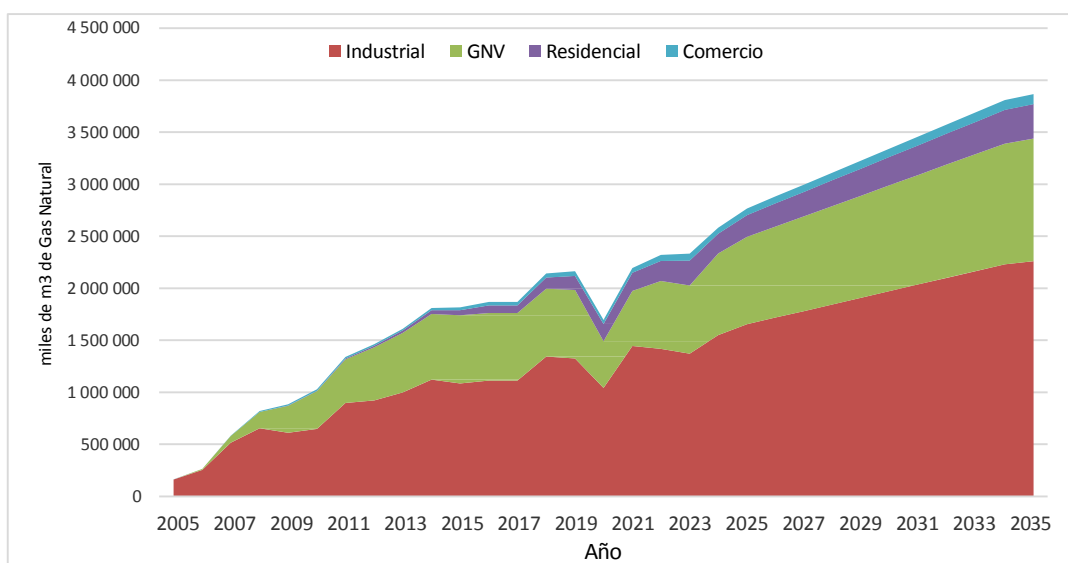
Según los modelos de comportamiento para cada sector económico y mercado de exportación se presentan los resultados de proyecciones de consumo de gas natural.

4.2.1 Mercado nacional.

Se presenta los resultados del pronóstico de la demanda de gas natural en la zona de concesión de la Empresa Calidda Gas Natural del Perú para un periodo de 12 años con un valor de 39'349 013 miles de m³ equivalente a 1,4 TCF, donde el 58,4 % será demandado por el sector industrial, el 30,5% es demandado por el sector de transporte con GNV, el 8,6% es demandado por el sector residencial y el 2,5% será demandado por el sector comercial.

Figura 36

*Pronostico del comportamiento de la demanda en zona de concesión de Empresa Calidda
Gas Natural del Perú al 2035*

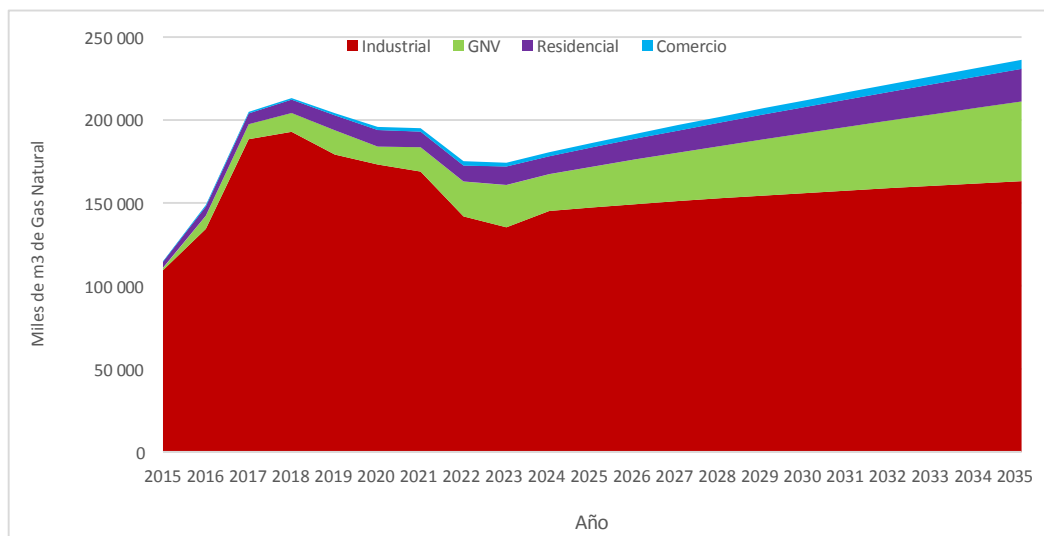


Nota. Elaboración propia.

Se presenta los resultados del pronóstico de la demanda de gas natural en la zona de concesión de la Empresa Contugas para un periodo de 12 años con un valor de 2'511 479 miles de m³ equivalente a 0,08 TCF, donde el 69,04 % será demandado por el sector industrial, el 20,29% es demandado por el sector de transporte con GNV, el 8,3% es demandado por el sector residencial y el 2,31% será demandado por el sector comercial.

Figura 37

Pronostico del comportamiento de la demanda en zona de concesión de Contugas al 2035

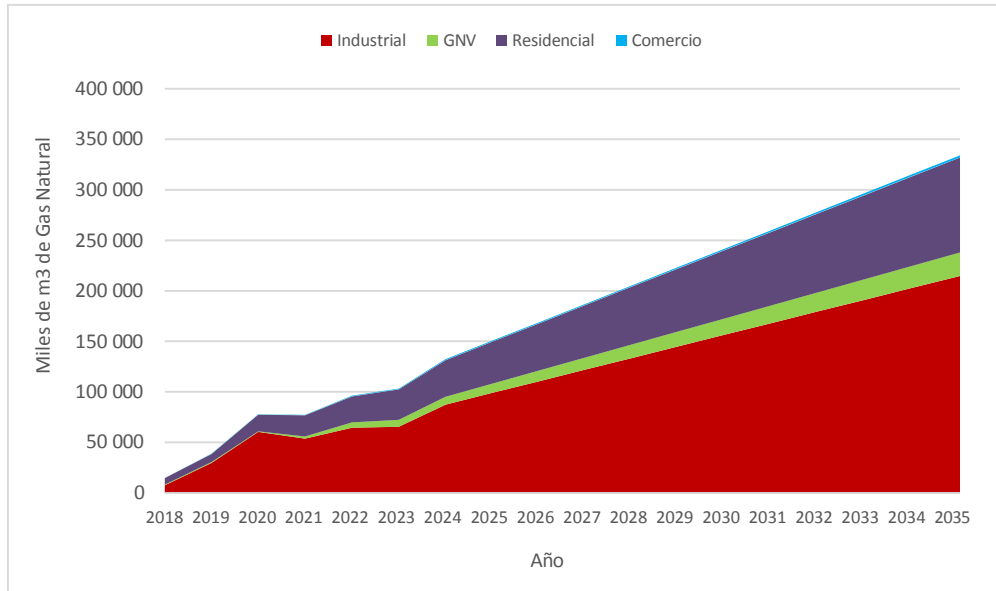


Nota. Elaboración propia.

Se presenta los resultados del pronóstico de la demanda de gas natural en la zona de concesión de la Empresa Quavii para un periodo de 12 años con un valor de 2'798 230 miles de m³ equivalente a 0,1 TCF, donde el 64,3% será demandado por el sector industrial, el 28,1% es demandado por el sector residencial, el 7,0 % es demandado por el sector de transporte con GNV, y el 0,6% será demandado por el sector comercial.

Figura 38

Pronostico del comportamiento de la demanda en zona de concesión de Empresa Quavii al 2035

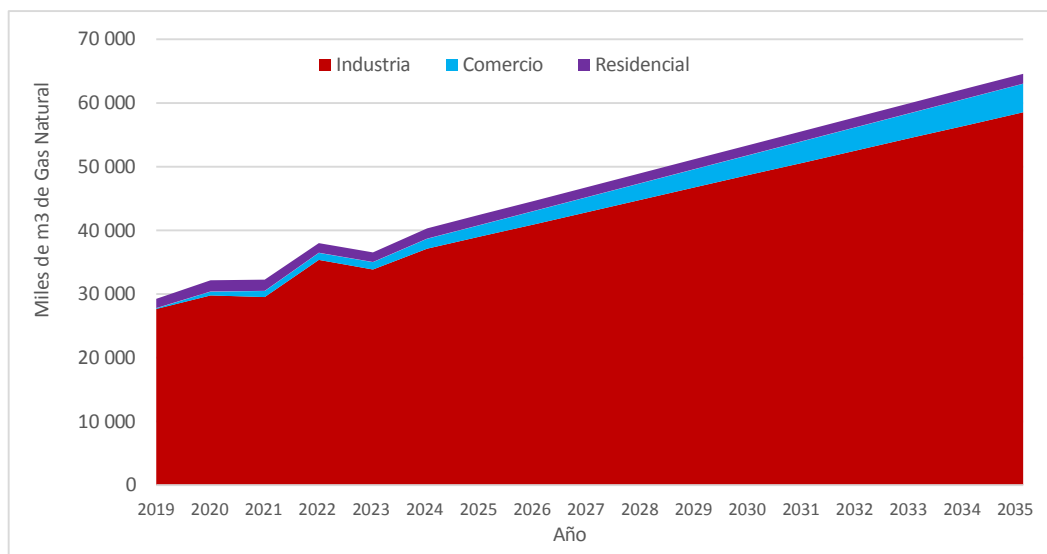


Nota. Elaboración propia.

Se presenta los resultados del pronóstico de la demanda de gas natural en la zona de concesión de la Empresa Naturgy para un periodo de 12 años con un valor de 628 820 miles de m³ equivalente a 0,02 TCF, donde el 90,7 % será demandado por el sector industrial, el 6,9 % es demandado por el sector comercial y el 2,4% será demandado por el sector residencial.

Figura 39

Pronostico del comportamiento de la demanda en zona de concesión de Empresa Naturgy al 2035

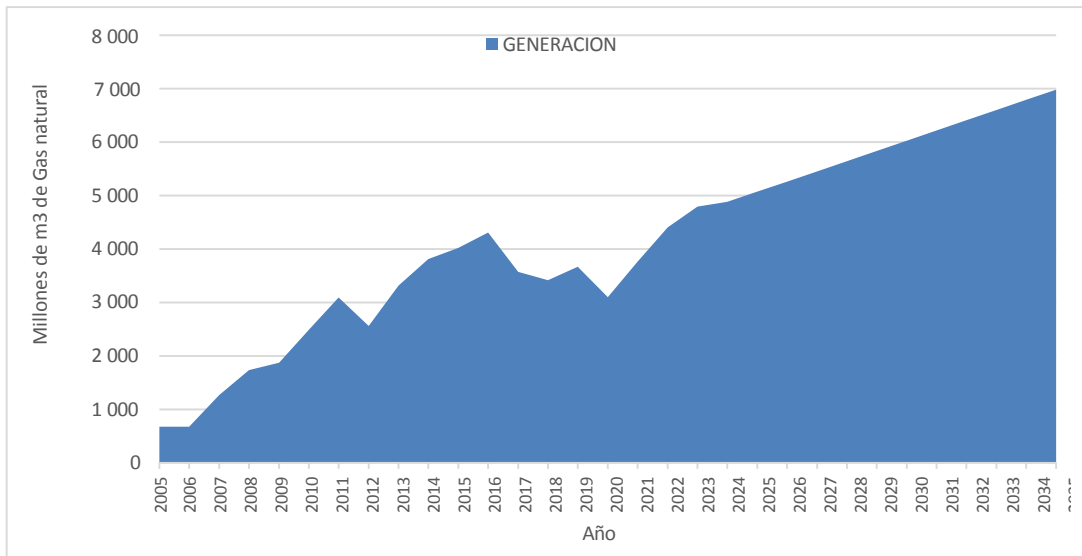


Nota. Elaboración propia.

Respecto al mercado de generación de energía se pronosticó una demanda de 71 232 millones de m³ equivalente a 2,5 TCF, se prevé para esa fecha que las centrales de ciclo combinado existentes de Kallpa, Chilca, Termochilca, Fénix, Las Flores y Ventanilla ya puedan operar al 100% de su capacidad (actualmente su operación es parcial debido a falta de capacidad de la red de transmisión)

Figura 40

Pronostico del comportamiento de la demanda de gas natural para generación eléctrica al 2035



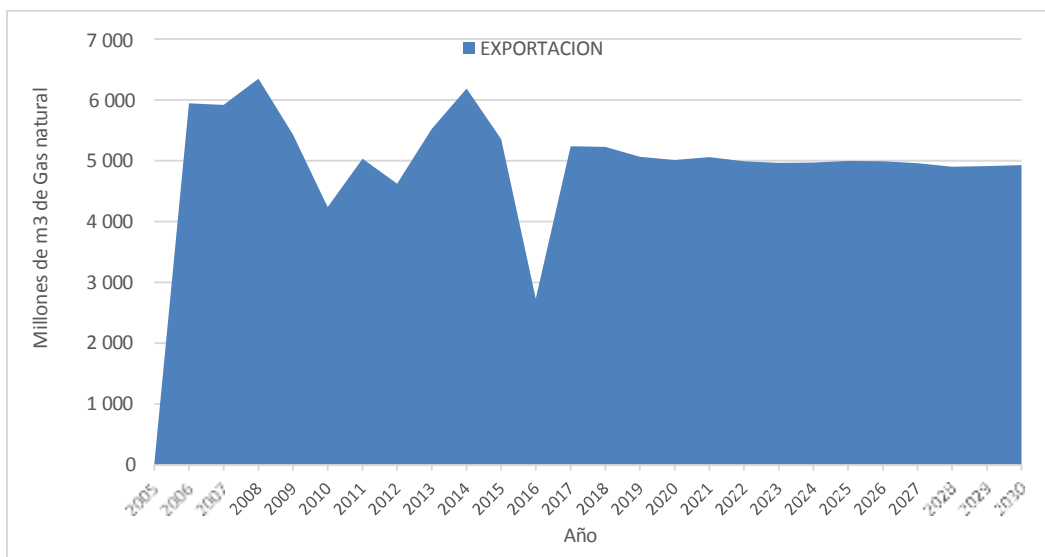
Nota. Elaboración propia.

4.2.2 Mercado de exportación.

Con lo respecta al mercado de exportación de gas natural, el pronóstico se ha realizado en función al promedio de las series históricas al año a pronosticar, debido a que la limitante es la capacidad de planta. Se provee un volumen de exportación de 59 728 millones de m³ equivalente a 2,1 TCF

Figura 41

Pronostico del comportamiento del mercado de exportación al 2035



Nota. Elaboración propia.

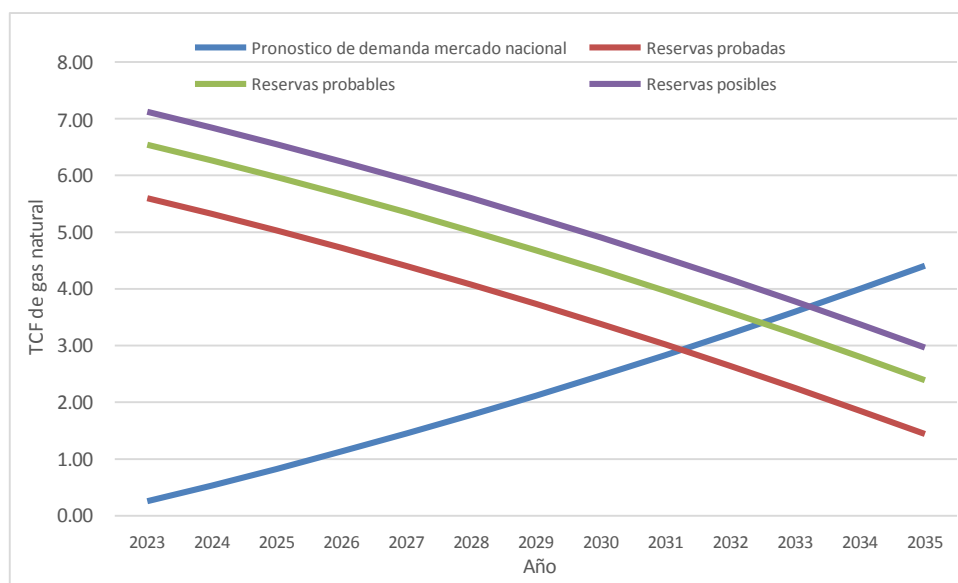
4.3 Pronósticos de la demanda y reserva de gas natural.

4.3.1 Mercado nacional.

Se presenta el comportamiento de la demanda proyectada y del agotamiento de las reservas probadas, probables y posibles para el año 2035. Se prevé tener un total de reservas probadas de 1,488 TCF para el año 2035, 2,392 TCF en reservas probables y 2,969 TCF de reservas posibles. Quedando un total de 3 años y medio para el agotamiento de las reservas probadas (a mediados del año 2039), lo que equivale a la fecha un total de 15 años y medio de duración de las reservas contando desde enero 2024; por otro lado con respecto a las reservas probables el tiempo de agotamiento de las reservas es de 5 años y medio (a mediados del año 2041).

Figura 42

Pronostico del comportamiento de la demanda y las reservas al 2035 para el mercado nacional-Lote 88



Nota. Elaboración propia.

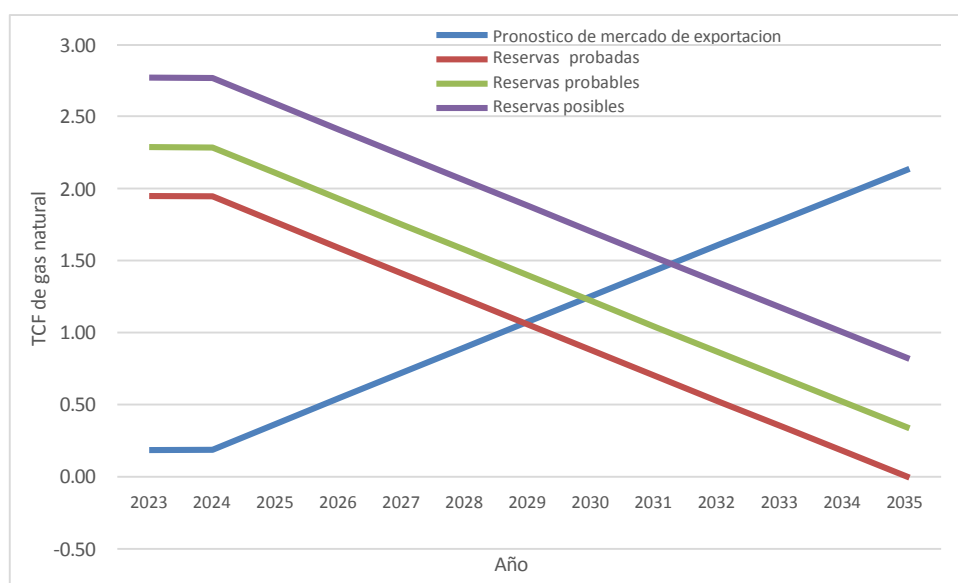
4.3.2 Mercado de exportación.

Se presenta el comportamiento de la demanda proyectada y del agotamiento de las reservas probadas, probables y posibles para el año 2035 del mercado de exportación y de los lotes 56 y 57. Se prevé tener un déficit de exportación de 0,004 TCF al ritmo de exportación entre 0,175 a 0,186 TCF al año de las reservas probadas. Teniendo en cuenta las reservas probables, el déficit de exportación será para el año 2037 con 0,013 TCF, contándose para el año 2035 un total de 0,337 TCF.

Por otro lado, teniendo en cuenta las reservas posibles, para el año 2035 se contará con 0,818 TCF, con lo cual el agotamiento de las reservas posibles es para el año 2040.

Figura 43

Pronostico del comportamiento de la demanda y las reservas al 2035 para el mercado de exportación-Lote 56 y 57



Nota. Elaboración propia.

4.4 Pronósticos con inserción de nuevos proyectos.

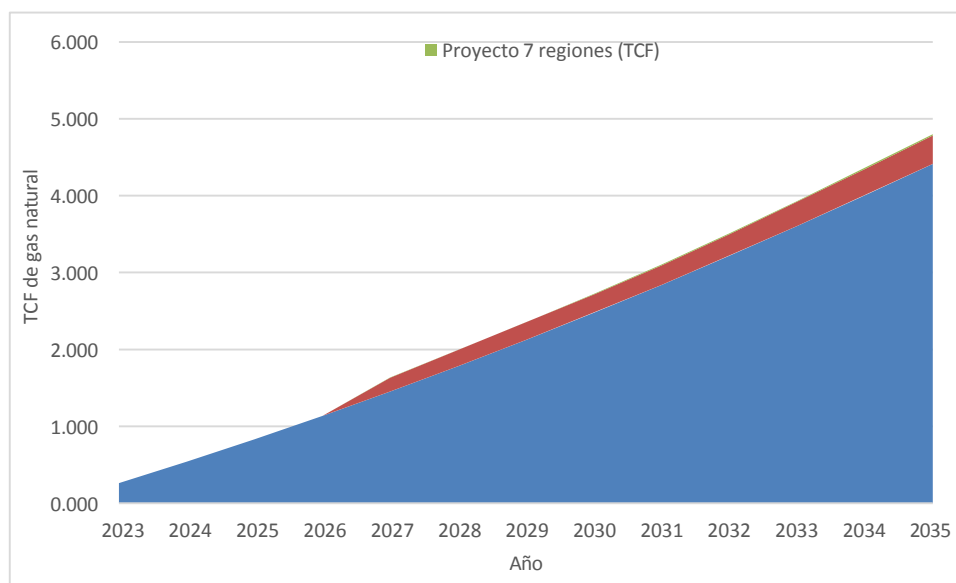
4.4.1 Mercado nacional.

Se presenta el pronóstico del comportamiento del mercado nacional de demanda de gas natural, en el cual se tiene en cuenta los Proyectos SIT-Gas y Proyecto Siete Regiones, los cuales según se detallan en el Capítulo 3 son los más próximos a realizarse en el corto plazo, en este caso en puesta de operación comercial el 2027. El proyecto SIT-GAS Sistema integrado de transporte de gas que reemplaza al nombre de gasoducto sur o llamado inicialmente Kuntur Gas, asociado a la construcción del futuro gasoducto costero del sur, tiene una demanda eléctrica para empresas de generación que operan actualmente con petróleo diesel DB5 y demanda no eléctrica del tipo residencial preferentemente, prevé para el año 2035 una demanda anual de 0,178 TCF y acumulada desde el año 2027 al 2035 de 0,344 TCF.

Con lo que respecta al Proyecto Siete Regiones, concebido para el sector residencial, se tenía en cuenta para los cálculos una demanda anual crecimiento de 0,002 TCF, acumulada al año 2035 de 0,016 TCF.

Figura 44

Pronostico del comportamiento de la demanda del mercado nacional de gas natural incluido nuevos proyectos al 2035



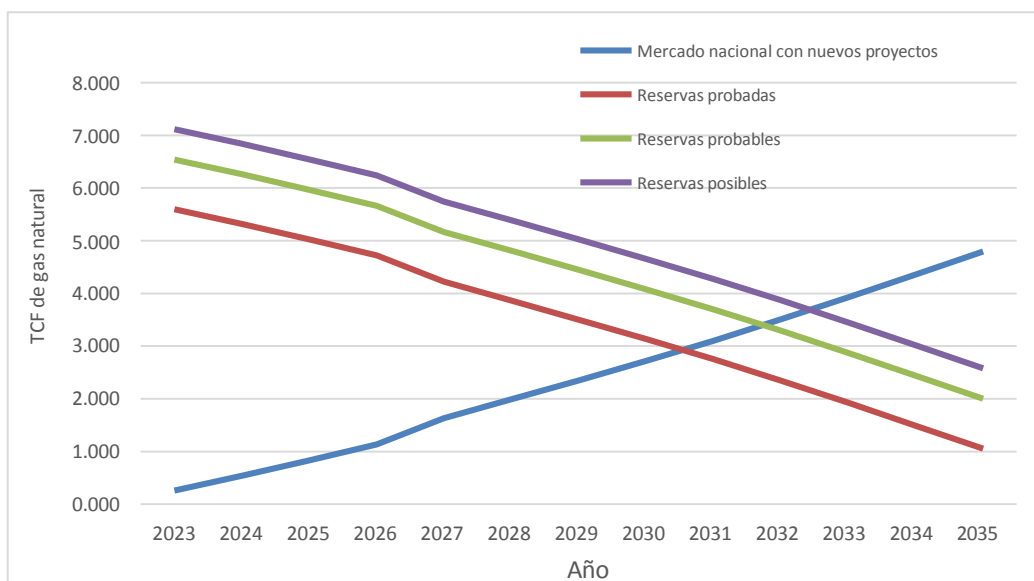
Nota. Elaboración propia.

Se presenta el comportamiento de la demanda al 2035 del mercado nacional y nuevos proyectos SIT-Gas y Proyecto Siete Regiones y las reservas probadas, probables y posibles de gas natural. Se requiere un total de 4,801 TCF, teniendo una oferta disponible de 5,862 TCF de reservas probadas, quedando disponible 1,061 TCF de reservas probadas al año 2035, lo que representa el 18 % de lo actual a inicios del año 2023, para un periodo de agotamiento en poco más de 2 años (2038). Con respecto a las reservas probables se dispondrá de 2,005 TCF, lo que representa el 29,4 % de lo actual a inicios del año 2023, para un periodo de agotamiento de 5 años (2040). Con respecto a las reservas posibles se dispondrá de 2,582 TCF, lo que representa el 34,9 % de lo actual a inicios del año 2023, para un periodo de agotamiento de 6 años (2041).

Los proyectos nuevos no afectan significativamente la oferta de reservas probadas, probables y posibles al 2035.

Figura 45

Pronostico del comportamiento de la demanda del mercado nacional de gas natural incluido nuevos proyectos y reservas de gas natural al 2035-Lote 88



Nota. Elaboración propia.

4.4.2 Pronostico de cobertura de la demanda nacional y de exportación con reservas únicas

Para poder optar con una cobertura del mercado de exportación (lo cual genera divisas al estado, y no ser afectadas estas) se presenta los supuestos escenarios en el cual se cubre la demanda requerida de gas natural tanto del mercado nacional y de exportación, sin tener en cuenta de que lote se extrae el gas natural. En este caso se asume que la oferta es única formada por los lotes 88, 56 y 57.

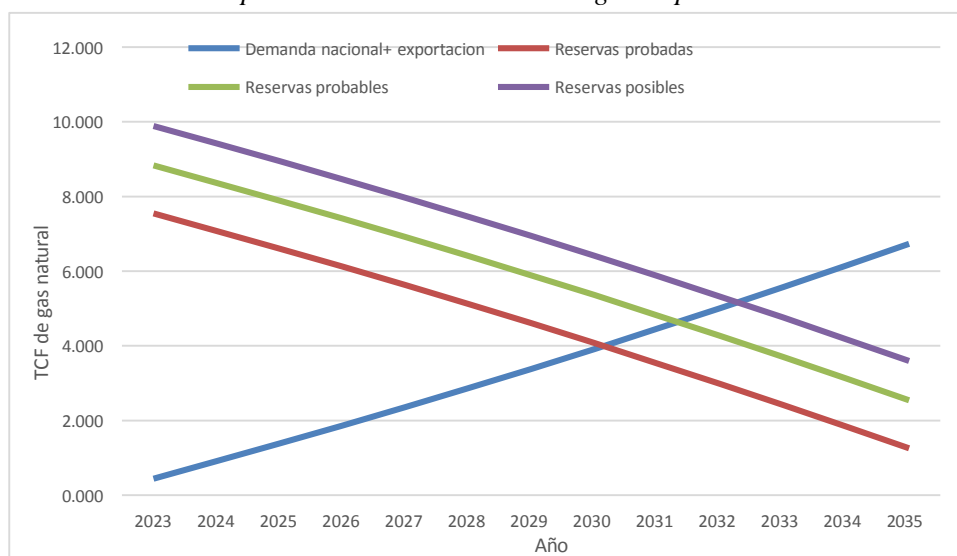
Escenario con demanda según lo pronosticado.

Sin nuevos proyectos.

Se presenta el pronóstico del comportamiento de la demanda de gas natural del mercado nacional y exportación, sin considerar proyectos nuevos. Con respecto a las reservas probadas para el año 2035 se tendrá un total ofertado de 1,258 TCF, con lo cual esta pronosticado la cobertura de la demanda. En este caso se debe tener en cuenta que por separado el lote 58 tendría 1,441 TCF mientras que los lotes 56 y 57 tendrían un déficit de 0,004 TCF. Con respecto a las reservas probables se tendrían 2,543 TCF y de reservas posibles 3,601 TCF al 2035. Los posibles periodos de agotamiento de las reservas totales ofertadas serian de 2, 4 y 5 años respectivamente para las reservas probadas, probables y posibles.

Figura 46

Pronostico del comportamiento de la demanda según lo pronosticado del mercado



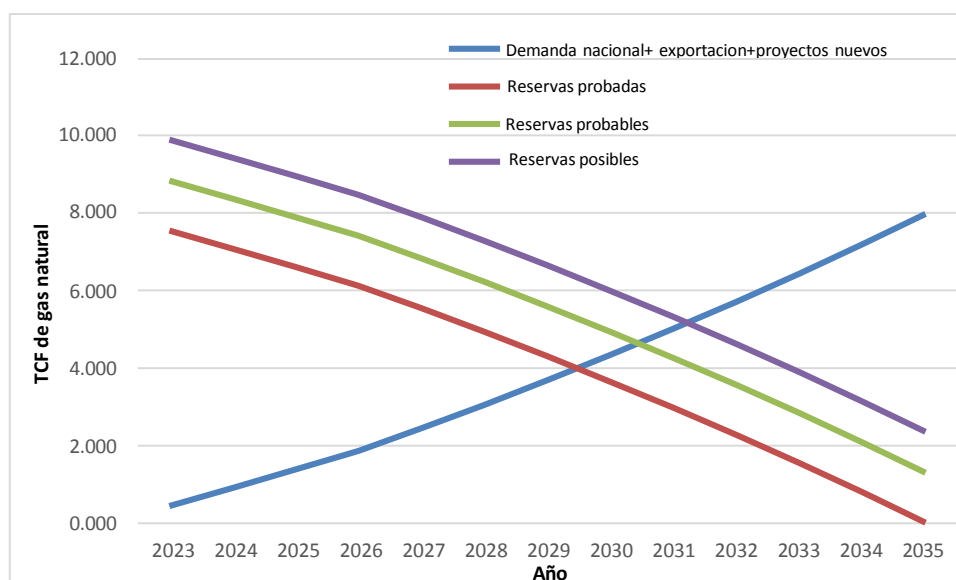
Nota. Elaboración propia.

Con nuevos proyectos.

Se presenta el pronóstico del comportamiento de la demanda de gas natural del mercado nacional incluyendo proyectos nuevos (Proyecto SIT-Gas y Proyecto 7 regiones) y mercado de exportación. Con respecto a las reservas probadas para el año 2035 se tendrá un total ofertado de 0,018 TCF, estando las reservas en vías de agotamiento, con lo cual esta pronosticado la cobertura de la demanda. En este caso se debe tener en cuenta que por separado el lote 58 tendría 1,441 TCF mientras que los lotes 56 y 57 tendrían un déficit de 0,004 TCF. Con respecto a las reservas probables se tendrían 1,303 TCF y de reservas posibles 2,361 TCF al 2035. Los posibles periodos de agotamiento de las reservas totales ofertadas serian de peligro de agotamiento para las reservas probadas y entre 2 y 4 años respectivamente para las reservas probables y posibles.

Figura 47

Pronostico del comportamiento de la demanda según lo pronosticado del mercado nacional de gas natural, proyectos nuevos y mercado de exportación y reservas totales al 2035



Nota. Elaboración propia.

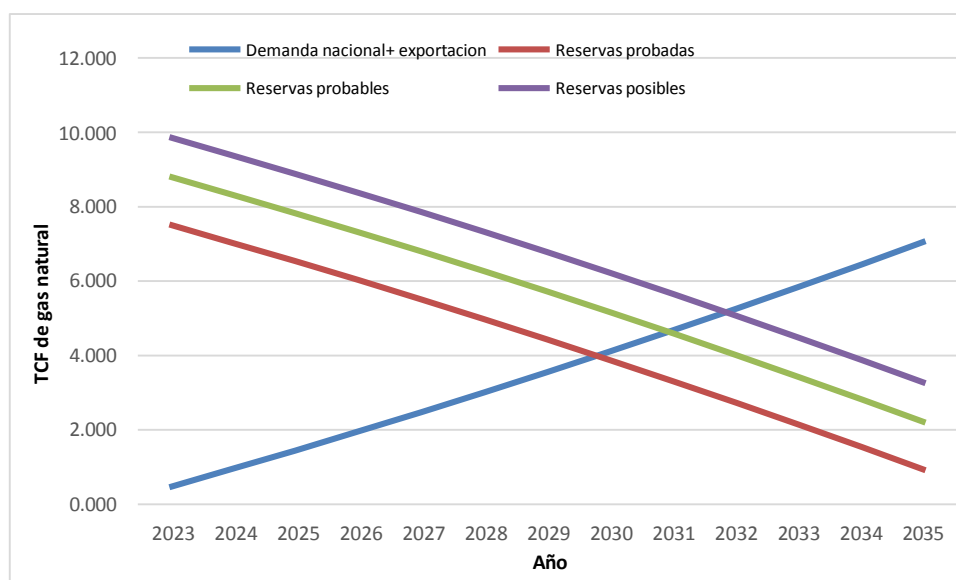
Escenario con crecimiento de demanda optimista.

Sin nuevos proyectos.

Se presenta el pronóstico del comportamiento de la demanda de gas natural del mercado nacional y exportación, sin considerar proyectos nuevos teniendo en cuenta un crecimiento optimista de la demanda, en un valor de 5% más a lo pronosticado. Con respecto a las reservas probadas para el año 2035 se tendrá un total ofertado de 0,921 TCF, (0,337 TCF menos del pronóstico realizado normalmente), con lo cual se contrae lo ofertado en 21,3%, con lo cual esta pronosticado la cobertura de la demanda. Con respecto a las reservas probables se tendrían 2,206 TCF y de reservas posibles 3,264 TCF al 2035. Los posibles periodos de agotamiento de las reservas totales ofertadas serian de menos de 2, menos de 4 y menos de 5 años respectivamente para las reservas probadas, probables y posibles.

Figura 48

Pronostico del comportamiento con crecimiento optimista de la demanda según lo pronosticado del mercado nacional de gas natural y mercado de exportación y reservas totales al 2035



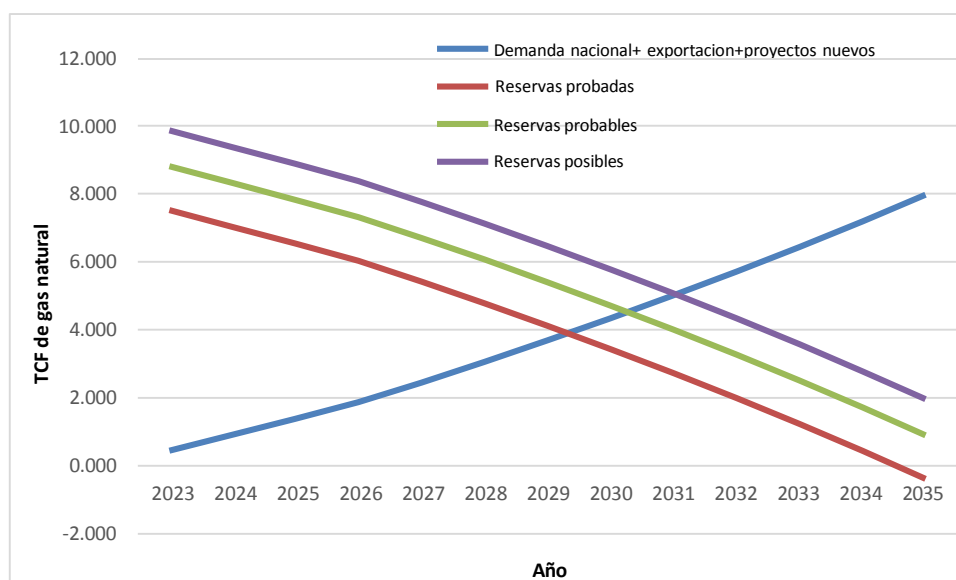
Nota. Elaboración propia.

Con nuevos proyectos.

Se presenta el pronóstico del comportamiento de la demanda de gas natural del mercado nacional incluyendo proyectos nuevos (Proyecto SIT-Gas y Proyecto 7 regiones) y mercado de exportación, teniendo en cuenta un crecimiento optimista de la demanda, en un valor de 5% más a lo pronosticado. Con respecto a las reservas probadas para el año 2035 se tendrá un déficit del total ofertado de -0,381 TCF, estando las reservas agotadas, y con problema escases de gas natural si no se toman en cuenta previsiones futuras en la búsqueda de estudios de prospección de nuevos yacimientos de gas natural. Con respecto a las reservas probables se tendrían 0,904 TCF y de reservas posibles 1,962 TCF al 2035. Los posibles periodos de agotamiento de las reservas totales ofertadas serian entre menos de 2 y menos de 4 años respectivamente para las reservas probables y posibles.

Figura 49

Pronostico del comportamiento con crecimiento optimista de la demanda según lo pronosticado del mercado nacional de gas natural, proyectos nuevos y mercado de exportación y reservas totales al 2035



Nota. Elaboración propia.

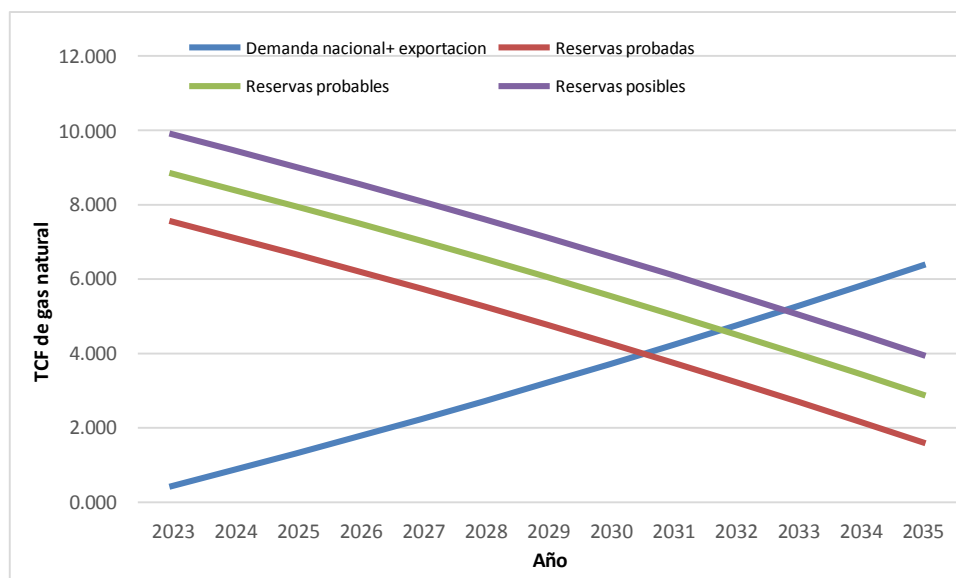
Escenario con crecimiento de demanda pesimista.

Sin nuevos proyectos.

Se presenta el pronóstico del comportamiento de la demanda de gas natural del mercado nacional y exportación, sin considerar proyectos nuevos teniendo en cuenta un crecimiento pesimista de la demanda, en un valor de 5% menos a lo previsto. Con respecto a las reservas probadas para el año 2035 se tendrá un total ofertado de 1,595 TCF, (0,337 TCF más del pronóstico realizado normalmente), con lo cual se incrementa lo ofertado en 22,8 %, con lo cual esta pronosticado la cobertura de la demanda. Con respecto a las reservas probables se tendrían 2,880 TCF y de reservas posibles 3,938 TCF al 2035. Los posibles periodos de agotamiento de las reservas totales ofertadas serian 3, 5 y 8 años respectivamente para las reservas probadas, probables y posibles.

Figura 50

Pronostico del comportamiento con crecimiento pesimista de la demanda según lo pronosticado del mercado nacional de gas natural y mercado de exportación y reservas totales al 2035



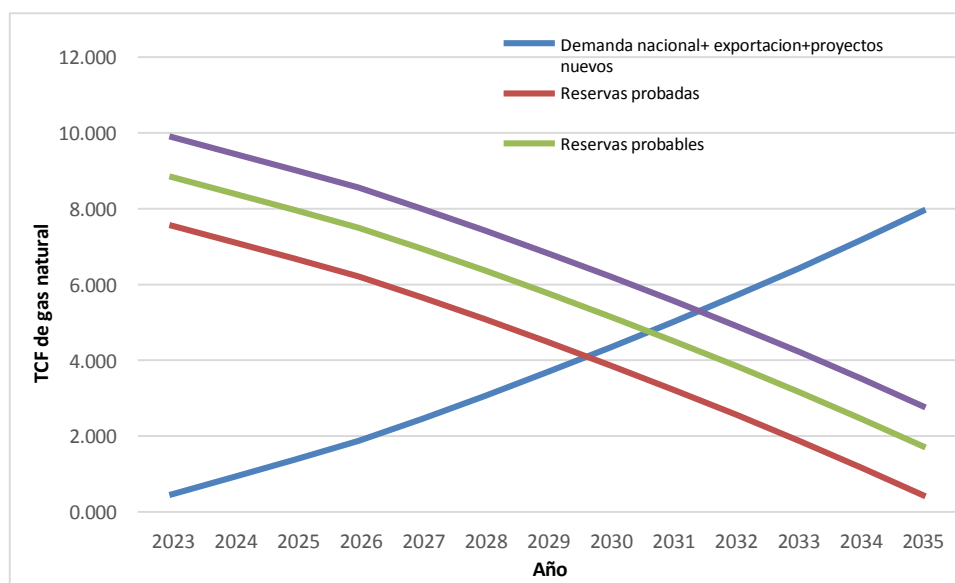
Nota. Elaboración propia.

Con nuevos proyectos.

Se presenta el pronóstico del comportamiento de la demanda de gas natural del mercado nacional incluyendo proyectos nuevos (Proyecto SIT-Gas y Proyecto 7 regiones) y mercado de exportación, teniendo en cuenta un crecimiento pesimista de la demanda, en un valor de 5% menos a lo pronosticado. Con respecto a las reservas probadas para el año 2035 se tendrá una oferta de 0,417 TCF como reserva probada. Con respecto a las reservas probables se tendrían 1,702 TCF y de reservas posibles 2,760 TCF al 2035. Los posibles periodos de agotamiento de las reservas totales ofertadas serian entre menos de 1 año, 4 y 7 años respectivamente para las reservas probadas, probables y posibles.

Figura 51

Pronostico del comportamiento con crecimiento pesimista de la demanda según lo pronosticado del mercado nacional de gas natural, proyectos nuevos y mercado de exportación y reservas totales al 2035



Nota. Elaboración propia.

4.5 **Discusión de resultados.**

Con respecto a la tesis de Alvarado, J. (2014) reviste la importancia de determinar las reservas actuales de gas natural en Colombia, debido a que a pesar de ser un país con gran porcentaje de generación hidroeléctrica, tuvo como política de estado incluir el gas natural dentro de su matriz energética con un alto porcentaje de participación. Por ello manifiesta que el conocimiento de las reservas que se tengan permitirá establecerse políticas energéticas claras. En nuestra tesis concordamos con lo expresado y más aún la presente tesis toma como base los valores de las reservas probadas, probables y posibles de gas natural del Yacimiento de Camisea partiendo de una fuente confiable para su análisis, en este caso se toma el IV Informe Trimestral 2023 de Osinergmin, en donde se detalla con exactitud y como fuente confiable la oferta de las reservas. Debido a que este valor a sido manipulado políticamente desde el año 2005.

En la tesis de Berrospi, F., et al. (2021) se concluye que el sector transporte se presenta un alto potencial consumo del GNL y hace mención a vehículos pesados, para transporte de pasajeros y carga y en minería, donde existe un grupo de empresas con cierto interés en su uso. Pero no existe una cadena de suministro que le de sostenibilidad a una demanda potencial de ese tipo. Tomando las estadísticas desde el año 2005 a la fecha como se evidencia en la presente tesis el gas natural empleado en el sector transporte es básicamente para transporte liviano de uso particular o público, y una menor cantidad de vehículos de carga interdistrital, debido a que los puntos de suministro de gas están concentrados en ciertas ciudades. A futuro se va mejorar la capacidad de consumo de gas natural vehicular con el Proyecto 7 regiones y el Proyecto SIT-Gas, ya que ambos incluyen gasoducto físico.

En la tesis de Escobedo, P., et al. (2021) ,manifiesta la necesidad de desarrollar el mercado de gas natural en la zona Sur del Perú y sobre en Cuzco (Lugar más cercano a las reservas de gas natural) la cual incluyen centrales termoeléctricas, en la presente tesis se ha tomado en cuenta en los pronósticos el proyecto SIT-Gas el cual está garantizado en el futuro consumo de gas natural en la zona sur, en la cual las reservas probadas, probables y posibles del lote 88 lo garantizan para un horizonte del 2035.

Según Luna, K. et al. (2020) concluye que el Perú cuenta con reservas de gas natural probadas que garantizan el abastecimiento del mercado actual por dos décadas, al ritmo de demanda actual tanto en el mercado nacional como el de exportación. Indica la existencia prospectiva de 50 TCF, sumando en conjunto las reservas probadas, las probables, las posibles, las contingentes y las perspectivas, pero no indica la fuente. A diferencia la presente tesis detalla el comportamiento de la demanda de gas natural por zona de concesión, proyectando su tendencia, para luego pronosticar la demanda del mercado nacional y de exportación para un horizonte de 12 años teniendo en cuenta el Lote 88 con 5,862 TCF para el mercado nacional y los lotes 56 y 57 con 2,134 TCF para el mercado de exportación. Además, se muestran las previsiones a tener en cuenta ante déficit de gas natural en un tiempo mayor a los 12 años, teniendo como año de base pronóstico el 2023.

En la tesis de Medina, G. (2020) se realiza la importancia de tener información confiable para la realización proyecciones de tendencia y pronósticos de la demanda, en este caso teniendo como base la oferta de reservas probadas, probables y posibles, la cual es un factor preponderante para proyectar la expansión de la demanda dentro de un ambiente geográfico. Si bien es cierto hubo mucha discrepancia política cuando se inicia la explotación del proyecto del gas de Camisea, por lo menos se buscó primero orientarlo a los principales consumidores como son las centrales termoeléctricas ubicadas en la localidad de Chilca, y en la ciudad de Lima donde se podía desarrollar tanto el sector residencial, transporte e industrial, posteriormente se ha expandido a la ciudad de Ica, y luego via gasoducto virtual a las ciudades del Norte y Sur del país. Esto se evidencia con los resultados obtenidos en la presente tesis, con lo cual, teniendo un horizonte seguro de 12 años, se puede iniciar la planificación de nuevos proyectos para cubrir una mayor demanda de gas natural en el país.

Rodríguez, L., et al. (2022) en su tesis indica sobre las concesiones de las zonas norte y sur vía gasoducto virtual indica que se ha cubierto una demanda de 3 650 millones de m³ de gas natural al año para la zona de concesión norte igual 0,12 TCF y de 365 millones de m³ de gas natural al año para la zona de concesión sur igual a 0,012 TCF. En la presente tesis se demuestra que a diciembre 2023 solo se ha

demandado 0,014 TCF para la zona de concesión norte de Quavii y 0,006 TCF para la zona de concesión sur de Naturgy.

Conclusiones

Se presentan las siguientes conclusiones:

- Se han elaborado proyecciones referentes al comportamiento de la demanda de gas natural identificándose que se ha consumido un total de 5,47 TCF, de los cuales 3,08 TCF se consumió en el mercado nacional y 2,39 TCF se exportó. Las reservas probadas desde el inicio del ciclo de consumo de gas natural el año 2005 es de 13,46 TCF, habiéndose consumido de forma global el 40,5 % de las reservas probadas de gas natural. Con respecto al mercado nacional, el 64,9% fue consumido en el mercado de generación de energía y solo el 1,7% fue consumido en el sector residencial.
- Se han elaborado pronósticos del comportamiento de la demanda tanto para el mercado nacional como para el de exportación para un periodo 2023 al 2035. El sector de generación de energía con centrales termoeléctricas requerirá 2,5 TCF. Así tenemos que en la zona de Concesión de Calidda Gas Natural se presentará un consumo de 1,4 TCF, mientras que el mercado de exportación tendrá un valor de 2,1 TCF exportado.
- Se han elaborado los plazos de sostenibilidad de la demanda del gas natural, así tenemos que para el mercado nacional, con los pronósticos realizados al 2035 se contarán aun con 1,448 TCF de las reservas probadas, mientras que el mercado de exportación tendrá un déficit de 0,004 TCF, con lo cual las reservas de los lotes 56 y 57 estarán agotadas.
- Del mismo modo la implementación de nuevos proyectos para el año 2027, Proyecto SIT-Gas y Proyecto 7 regiones disminuirá el volumen de las reservas disponibles al 2035, así tenemos que se tendrá una oferta de 1,061 TCF de las reservas probadas del lote 88. La cual estará en vías de agotamiento en un periodo de 2 años (para el año 2038 existirá déficit de gas natural).
- Se ha realizado pronósticos de la demanda teniendo en cuenta que tanto el mercado nacional y de exportación son coberturada por gas natural independiente del lote que se les extraiga. Así tenemos para un pronóstico

normal que incluya también a los proyectos nuevos, para el 2035 solo se contara con 0,018 TCF de las reservas probadas. Para un crecimiento optimista de la demanda, para el año 2035 se tendrá un déficit de 0,345 TCF (presentándose un periodo de escases de gas natural) , mientras que para el año 2035 con crecimiento pesimista de la demanda se tendrá 0,417 TCF de las reservas probadas totales.

- En respuesta a la hipótesis planteada si bien es cierto que, en los pronósticos planteadas en un horizonte de 12 años, muchos cubren la demanda de gas natural requerida, se presentan de esa fecha hacia adelante riesgos de suministro de gas natural, si es que no se han certificado más volúmenes de gas natural como reservas probadas.

Recomendaciones

- Tomando como referencia el presente informe, es tarea pendiente de estado, realizar una adecuada planificación futura de la matriz energética actual, la cual es dependiente del gas natural. Según se ha demostrado que en un horizonte de 12 años existe seguridad en la oferta de gas natural por las reservas disponibles, pero en periodos posteriores a ellos ya se visualiza problemas de escases, sino certificamos pronto nuevas reservas energéticas como probadas.
- El proyecto SIT-Gas se viene postergando desde varios años. Se recomienda realizar un estudio técnico para analizar los efectos de tener gas en la zona sur, básicamente su empleo en la generación de electricidad en las centrales termoeléctricas del Nodo Energético del Sur y la Reserva Fría de Ilo y su impacto en el costo de generación en el SEIN.
- Aunque no existen estudios técnicos referentes a la instalación de un complejo petroquímico en Ica, se recomienda de alguna forma estimar la demanda de gas natural requerida y poder tomarla en cuenta en los pronósticos de la demanda de gas natural.
- Como toda fuente energética convencional o no renovable, el gas natural está en proceso de agotamiento, es tiempo de buscar alternativas tecnológicas de su reemplazó en un proceso de transición energética básicamente en generación de energía y en el sector transporte, esto es con tecnologías emergentes como la electromovilidad y el hidrogeno.

Referencias bibliográficas.

Aguilar, J. (2021). Masificación del Gas Natural: retos y oportunidades. Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico. Disponible en: <https://ciup.up.edu.pe/analisis/masificacion-del-gas-natural-retos-y-oportunidades/>

Aguilar, R. (2022). Cogeneración de energía con grupos electrógenos para la generación de agua caliente sanitaria. Tesis para optar el título de Ingeniero en Energía. Universidad Nacional del Santa. Perú. Disponible en: <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3911>

Alvarado, J. (2014). Escenarios de oferta y demanda futura de gas natural proveniente de yacimientos no convencionales: el caso del gas natural asociado a mantos de carbón en Colombia. Tesis de Maestría en Economía. Universidad del Norte de Barranquilla. Colombia. Disponible en: <https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/11043/1075654283.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Álvarez, A. & Sánchez, G. (2019). Marco conceptual de reservas de hidrocarburos. Comisión Nacional de Hidrocarburos de México. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/485719/10-Marco_Conceptual_Reservas_Hidrocarburos.pdf

Andia, A. & Salas, L. (2016). Competitividad en el suministro de gas licuefactado en zonas aisladas del sur del Perú. Tesis de Maestría en Regulación y Servicios Públicos. Universidad del Pacífico. Disponible en: https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/2025/LuisS_Tesis_maestria_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ardila, S. (2020) Análisis Prospectivo del Mercado del Gas Natural en Colombia Mediante la Formulación de Escenarios. Trabajo para Optar por el título de Ingeniero de Petróleos. Universidad Industrial de Santander. Colombia. Disponible:

<http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2020/179237.pdf>

Asociación Automotriz del Perú. (2023). Observatorio Vial de la Asociación Automotriz del Perú. Asociación Automotriz del Perú. Disponible en: <https://aap.org.pe/mas-de-73-mil-vehiculos-fueron-convertidos-a-gnv-en-el-2022-observatorio-vial-estadisticas/>

Aurazo, J. & Rojas, P. (2018). Modelo de competencia espacial: una aplicación al mercado retail del GNV en el Perú. Tesis de Maestría en Economía. Universidad del Pacifico. Disponible en:

https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/2150/Jos%c3%a9_Tesis_Maestria_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Baltodano, M. & Huamán, M. (2012). Estudio técnico-económico para la implementación de gasocentros virtuales de GNV desde lima a Chimbote. Tesis para optar el título de Ingeniero en Energía. Universidad Nacional del Santa. Perú. Disponible en:

<https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/2293>

Barrantes, W. & Gómez, D. (2020). Efecto del diseño de la red interna para abastecimiento de gas natural en la empresa Cogorno – Planta Ventanilla. Tesis para optar el título de Ingeniero en Energía. Universidad Nacional del Santa. Perú. Disponible en:

<https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/3547/85118.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Barreto, F. & Castillo, F. (2014). Optimización de los indicadores de productividad de la empresa pesquera Ribaud S.A. mediante el uso de gas

natural licuado en el área de calderos. Tesis para optar el título de Ingeniero en Energía. Universidad Nacional del Santa. Perú. Disponible en:
<https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/1933>

Berrospi, F., Colina, I., Holguín, C. & Zuñiga, R. (2021). Propuesta de uso del GNL como combustible para transporte vehicular de carga pesada e interprovincial de pasajeros a lo largo del corredor vial costero en el Perú. Tesis para optar el grado de Maestro en ESAN, Perú. Disponible en:
https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/2373/2021_MAGE_18-1_01_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Campomani, M. & Hernández, A. (2022) Efecto del costo unitario de GNL virtual en las categorías tarifarias en la Zona de concesión de la Empresa QUAVII en la Provincia del Santa. Tesis para optar el título de Ingeniero en Energía. Universidad Nacional del Santa. Perú. Disponible en:
<https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/4104/52577.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cayani & Montenegro (2020). Principales variables que intervinieron en el desarrollo de la exportación de gas natural de Camisea durante el periodo 2000 – 2018. Tesis título profesional de Licenciado en Negocios Internacionales. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Disponible en:
[file:///C:/Users/HP%20250/Downloads/Cayani_BA%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP%20250/Downloads/Cayani_BA%20(1).pdf)

Coronel, F., Palacios, C. y Salcedo, O. (2021). Determinantes del incremento del número de clientes residenciales de gas natural en la concesión de lima y callao: 2007-2019. Tesis de Maestría en Regulación. Universidad del Pacifico. Disponible en:
https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/3489/Palacios%2C%20Carlos_Trabajo%20de%20investigaci%C3%B3n_Maestria_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Díaz, G. (2018). Calidad del Gas Natural Algunos Aspectos a Considerar para Prestar con Calidad el Servicio de Transporte de Gas Natural por Ductos. La Revista del Gas Natural. OSINERGMIN. Disponible en: http://larevistadelgasnatural.osinerg.gob.pe/articulos_recientes/files/archivos/16.pdf

Echevarría, L. & León, A. (2013). Estudio de proyección de la oferta y demanda de gas natural en el Perú para un consumo sostenido dentro del mercado energético peruano. Tesis para optar el título de Ingeniero en Energía. Universidad Nacional del Santa. Perú. Disponible en: Biblioteca UNS.

Escobedo, P., Mayta, D. & Narrea, J. (2021). Propuesta alternativa al desarrollo del Gasoducto Sur Peruano a través de una solución de generación eléctrica en Camisea y su integración al SEIN. Tesis para optar el grado de Maestro en ESAN, Perú https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/3055/2021_MAGE_18-1_02_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Flores, F. (2019). Diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar gallese con el uso de las normas complementadas norma técnica E.M. 040 instalaciones de gas y norma técnica peruana (111.011-2014).2016. Tesis para optar título de Ingeniero Civil. Universidad TELESUPO. Disponible en: <https://repositorio.utelesup.edu.pe/bitstream/UTELESUP/329/1/FREDDY%20RAMIRO%20FLORES%20VEGA-TEESIS-ING%20CIVIL.pdf>

Geotutoriales (2015). Método de Suavizamiento Exponencial Ajustado a la Tendencia (Suavización Exponencial Doble). Página web de Geotutoriales. Disponible en:

<https://www.gestiondeoperaciones.net/proyeccion-de-demanda/metodo-de-suavizamiento-exponencial-ajustado-a-la-tendencia-suavizacion-exponencial-doble/>

Gonzales, E., Loayza, P., More, A. y Simeón, V.(2019). Propuesta de utilización del Gas Natural Licuefactado en los camiones mineros – Evaluación de beneficios. Tesis para la obtención del grado académico de Maestro en Gestión de la Energía. ESAN. Disponible en:

https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/1737/2019_MAGE_17-1_01_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Guevara, R. (2023). Apuntes del Curso de Centrales Termoeléctricas. Universidad Nacional del Santa.

IDEHPUCP (2020). Observatorio anticorrupción1 casos emblemáticos. gasoducto. Pontificia Universidad Católica del Perú. Disponible en:

<https://cdn01.pucp.education/idehpucp/wp-content/uploads/2020/05/30204656/OBSERVATORIO-ANTICORRUPCIO%CC%81N-1.pdf>

Iñesta, J. & García, P. (2002). El Gas Natural, el recorrido de la energía. Dirección de Industria, Minas y Energía. Comunidad de Madrid. España. Disponible en:

<https://www.fenercom.com/wp-content/uploads/2019/05/recorrido-de-la-energia-gas-natural.pdf>

Ledesma, D. & Solorzano, J. (2019). Dinámica del comportamiento de la oferta de generación y su efecto en la reserva de energía del Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero en Energía. Universidad Nacional del Santa. Perú. Disponible en:

<https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3448>

López, C. & López, P. (2020). Análisis de factibilidad para el diseño y construcción de instalaciones de gas natural en viviendas unifamiliares empleando el R.N. E. EM-040, en el distrito de Trujillo – 2018. Tesis para título de Ingeniero Civil. Universidad Particular Antenor Orrego. Disponible en:
https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/6731/1/REP_PEDRO.L%C3%93PEZ_CHARLES.L%C3%93PEZ_AN%C3%81LISIS.DE.FACTIBILIDAD.pdf

Lucana, R. (2019). Construcción y habilitación de las redes de distribución de gas natural residencial de baja presión de 5 bar. AA.HH. las lomas – ventanilla. Trabajo de suficiencia para título de Ingeniero en Energía. Universidad Nacional del Callao. Disponible en:
<http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/6077>

Luna, K. & Reyes, N. (2020). Análisis sectorial de la industria del Gas Natural en el Perú: avances y problemática actual. Trabajo de investigación para optar el Grado de Máster en Dirección de Empresas. Universidad de Piura. Disponible en:
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4912/MDE_2036.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Martínez, O. (2019). Implementación de propuestas para la incorporación de Reservas en México bajo la Norma PRMS. Tesis para optar el título de Ingeniero de Petróleo. Instituto Politécnico Nacional de México. Disponible en:
<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/25036/Implementaci%C3%B3n%20de%20propuesta%20para%20la%20incorporaci%C3%B3n%20de%20reservas%20en%20M%C3%A9xico%20bajo%20la%20norma%20PRMS.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Medina, G. (2020). La masificación del gas natural en el Perú: evaluación y propuestas para impulsarla. Tesis para optar el grado académico de magíster en regulación de los servicios públicos. Pontificia Universidad Católica del Perú. Disponible en:

https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/17905/MEDINA_PAZ_GERARDO_ALFONSO_MASIFICACION_DEL_GAS_NATURAL.pdf?sequence=1

Mendoza, J. (2002). Análisis del diseño termodinámico de centrales eléctricas de ciclo combinado. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista. Universidad de Piura. Perú. Disponible en:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1449/IME_066.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mendoza, J., Jacome, J., Sandoval, R., Zurita, V. y Llerena, M. (2021). La industria del gas natural en el Perú. Mirando al Bicentenario y perspectivas recientes. Osinergmin. Disponible en:

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1927278/La%20industria%20del%20gas%20natural%20en%20el%20Per%C3%BA.%20Mirando%20al%20Bicentenario%20y%20perspectivas%20recientes..pdf?v=1623881581>

Muñoz, L. (2020). Las centrales con recursos energéticos renovables y la oferta de energía en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional. Tesis para optar el título de Ingeniero en Energía. Universidad Nacional del Santa. pero. Disponible en:

<https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3497>

Nevado, J. (2014). Distribución de Gas Natural -Tumbes. OSINERGMIN. Perú. Disponible en:

<https://docplayer.es/6728656-Distribucion-de-gas-natural-tumbes.html>

Osinermin. (2023). Portal Informativo. Osinermin. Disponible en:
<http://gasnatural.osinerg.gob.pe/#>

Osinermin (2024). Boletín estadístico IV Trimestre 2023. Procesamiento, Producción y Transporte de Gas Natural. Osinermin. Disponible en:
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4595844/Bolet%C3%ADn%20Estad%C3%ADstico%20de%20Gas%20Natural%20-Trimestre%202023-I.pdf?v=1684878061>

Osinermin (200). Informe N°0407-2009-GART. Osinermin. Disponible en:
<https://www2.osinergmin.gob.pe/Resoluciones/pdf/2009/Informe-No.0407-2009-GART.pdf>

Paramo, C. (2019). Modelos de Pronósticos. Instituto Tecnológico de San Luís Potosí. Bolivia. Disponible en:
<https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-de-san-luis-potosi/administracion-de-operaciones/1unidad-5-inv-de-operacion-modelos-de-pronosticos-e-inventarios/8206192>

Perú GNL (2023). Información de Planta de Licuefacción de Pampa Melchorita. Perú GNL. Disponible en:
<https://perulng.com/nuestra-empresa/planta/>

Rodríguez, L., Tinoco, R., Torres, C. & Vásquez, C. (2022). Análisis, Factores Críticos y Potencial para el desarrollo del Gas Natural mediante un Ducto Costero. Tesis para optar el grado de Maestro en ESAN, Perú. Disponible en_
https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/3052/2022_MAGE_2019-1_03_TI.pdf?sequence=1&isAllowed=1

- Tamayo, J. Salvador, J. Vásquez, A, & García, R. (2017). La Industria del Gas del Gas Natural. OSINERGMIN. Perú. Disponible en:
https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Libro-Industria-Gas-Natural-Peru-10anios-Camisea.pdf
- Total energie (2023). Aplicaciones industriales del gas natural. Web de Total energie. Disponible en:
<https://www.totalenergies.es/es/pymes/blog/uso-industrial-del-gas-natural>
- Valdés, J. (2011). Cálculo de reservas en yacimientos de gas. Tesis para optar el título de Ingeniero de Petróleo. Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en.
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2263/Tesis.pdf?sequence=1>
- Zamudio, J. (2021). Las TICs y su relación con la competitividad de las Empresas de Gasoducto Virtual, en la ciudad de Lima. Caso: Empresa de Transporte El Gran Z, 2019-2020. Grado de Maestro en Administración. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Disponible en:
[file:///C:/Users/HP%20250/Downloads/Zamudio_oj%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP%20250/Downloads/Zamudio_oj%20(1).pdf)
- Vásquez, C. (2014). Incidencia financiera y tributaria de la reinyección de gas natural seco. Tesis para optar el grado académico de doctor en contabilidad y finanzas. Universidad Particular San Martín de Porras. Perú. Disponible en:
https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/1138/vasquez_t.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS:

Anexo 1: Proyección de la tendencia de la demanda en Zonas de concesión del Perú

Anexo 2: Proyección de la tendencia del sector de generación de energía del Perú

Anexo 3: Proyección de la tendencia del mercado de exportación del Perú

Anexo 4: Pronostico de la demanda en Zonas de concesión del Perú 2023-2035

Anexo 5: Pronostico de la demanda en sector de generación del Perú 2023-2035

Anexo 6: Pronostico de la exportación del Perú 2023-2035

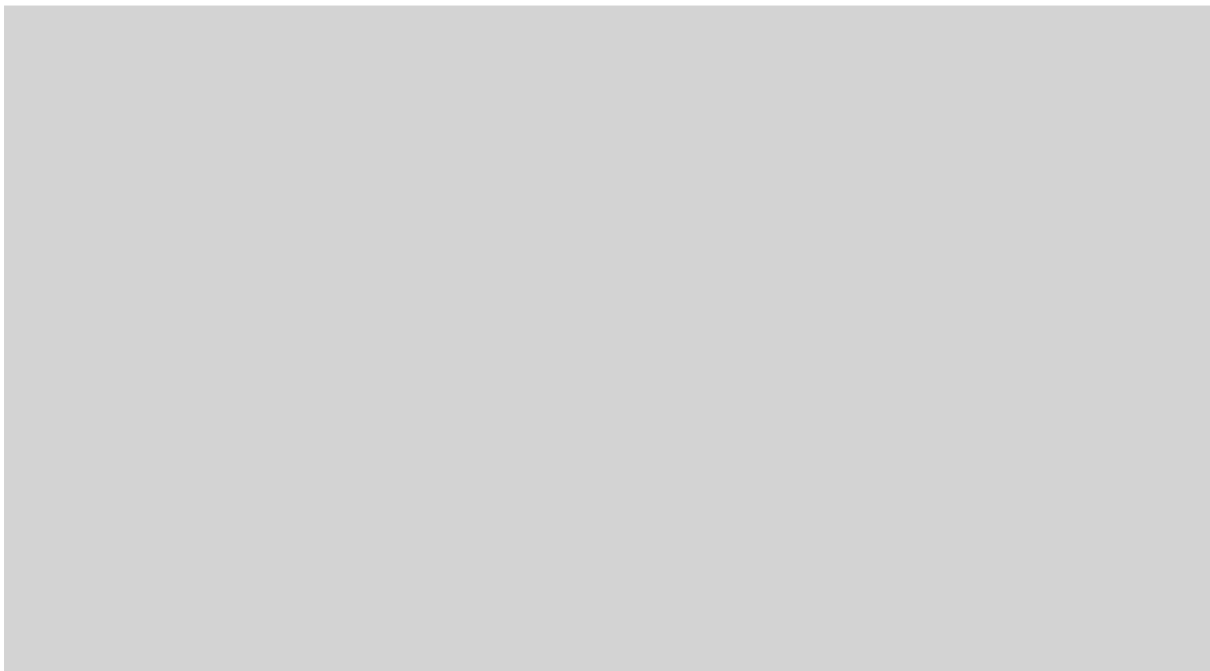
Anexo 7: Pronostico de la demanda y reservas de gas natural mercado nacional

Anexo 8: Pronostico de la demanda y reservas de gas natural mercado de exportación

Anexo 9: Pronostico de la demanda y reservas de gas natural mercado nacional incluido proyectos nuevos

Anexo 1: Proyección de la tendencia de la demanda en Zonas de concesión del Perú

Zonas de concesión de Calidda Gas Natural del Perú



Zona de concesión de Contugas

Contugas (Miles m ³)								
Año	Comercio	GNV	Industrial	Residencial	Total	Base de datos	Medias móviles	Suavizamiento exponencial
2015	434	1405	109523	3573	114935	114935	114935	114935
2016	953	7801	134505	5664	148923	148923	156265	121733
2017	844	9061	188463	6569	204937	204937	189024	138373
2018	865	11455	192842	8051	213213	213213	207476	153341
2019	1399	14684	179201	8995	204279	204279	204487	163529
2020	1900	10762	173255	10053	195970	195970	198464	170017
2021	2171	14641	169002	9330	195144	195144	188773	175043
2022	2666	20953	142000	9587	175206	175206	181585	175075
2023	2343	25418	135477	11168	174406	174406	174806	174941

Zona de concesión de Quavii

QUAVII SAC (Miles m ³)								
Año	Comercio	GNV	Industrial	Residencial	Total	Base de datos	Medias móviles	Suavizamiento exponencial
2018		740	7698	6480	14918	14918	14198	14918
2019	176	1070	29684	7941	38871	38871	43887	19709
2020	279	645	60448	16501	77873	77873	64703	31341
2021	464	2351	53881	20669	77365	77365	83901	40546
2022	709	5554	64496	25705	96464	96464	92328	51730
2023	403	7199	65492	30060	103154	103154	99809	62015

Zona de concesión de Naturgy

Año	NATURGY (Miles m³)					Medias móviles	Suavizamiento exponencial
	Comercio	Industria	Residencial	Total	Base de datos		
2019	127	27649	1473	29249	29249	29249	29249
2020	603	29771	1752	32126	32126	31205	29824
2021	957	29551	1732	32240	32240	34117	30308
2022	1089	35365	1531	37985	37985	35585	31843
2023	1144	33851	1536	36531	36531	37258	32781

Anexo 2: Proyección de la tendencia del sector de generación de energía del Perú.

Generacion (Millones de m3)				
Año	Total	Base de datos	Medias móviles	Suavizamiento exponencial
2005	677	677	677	677
2006	674	674	874	676
2007	1272	1272	1227	796
2008	1735	1735	1627	983
2009	1874	1874	2034	1162
2010	2494	2494	2488	1428
2011	3097	3097	2718	1762
2012	2563	2563	2992	1922
2013	3317	3317	3231	2201
2014	3813	3813	3717	2523
2015	4022	4022	4048	2823
2016	4310	4310	3969	3121
2017	3574	3574	3768	3211
2018	3419	3419	3554	3253
2019	3669	3669	3397	3336
2020	3102	3102	3512	3289
2021	3765	3765	3758	3384
2022	4406	4406	4322	3589
2023	4795	4795	4601	3830
	56578			

Anexo 3: Proyección de la tendencia del mercado de exportación del Perú.

Año	Millones de m ³	Base de datos	Medias moviles	Suavizamiento exponencial
2010	13	13	13	13
2011	5939	5939	3955	1198
2012	5913	5913	6065	2141
2013	6344	6344	5893	2982
2014	5423	5423	5335	3470
2015	4237	4237	4897	3623
2016	5031	5031	4630	3905
2017	4622	4622	5057	4048
2018	5519	5519	5442	4342
2019	6184	6184	5685	4711
2020	5351	5351	4756	4839
2021	2734	2734	4441	4418
2022	5238	5238	4398	4582
2023	5223	5223	5231	4710

Anexo 4: Pronóstico de la demanda en Zonas de concesión del Perú 2023-2035

Calidda Gas Natural del Perú (Miles m³)											
Año	Comercio	GNV	Industrial	Residencial	Total	Medias móviles	Suavizamiento exponencial	Comercio	GNV	Industrial	Residencial
2005	132	35	162705	80	162952	162952	162952	132	35	162705	80
2006	1681	8730	253474	708	264593	336992	183280,2	1681	8730	253474	708
2007	2220	62900	516780	1530	583430	556295	263310,2	2220	62900	516780	1530
2008	8400	156543	653490	2430	820863	763323	374820,7	8400	156543	653490	2430
2009	12240	257116	612720	3600	885676	911971	476991,8	12240	257116	612720	3600
2010	14172	362366	647568	5268	1029374	1084903	587468,2	14172	362366	647568	5268
2011	14725	417330	898669	8934	1339658	1277549	737906,2	14725	417330	898669	8934
2012	14357	510988	923138	15131	1463614	1471846	883047,7	14357	510988	923138	15131
2013	17239	571913	1000280	22835	1612267	1629151	1028891,6	17239	571913	1000280	22835
2014	21863	632270	1120891	36549	1811573	1746807	1185427,9	21863	632270	1120891	36549
2015	26425	655457	1084342	50358	1816582	1832984	1311658,7	26425	655457	1084342	50358
2016	35570	651409	1111773	72045	1870797	1852725	1423486,4	35570	651409	1111773	72045
2017	35570	651409	1111773	72045	1870797	1961842	1512948,5	35570	651409	1111773	72045
2018	40144	651707	1344652	107430	2143933	2059844	1639145,4	40144	651707	1344652	107430
2019	46915	659473	1325276	133138	2164802	2002101	1744276,7	46915	659473	1325276	133138
2020	41437	447947	1042281	165904	1697569	2019208	1734935,2	41437	447947	1042281	165904
2021	46389	528961	1444890	175013	2195253	2072018	1826998,7	46389	528961	1444890	175013
2022	58667	651596	1418289	194681	2323233	2284230	1926245,6	58667	651596	1418289	194681
2023	67103	655525	1371674	239901	2334203	2436647	2007837,1	67103	655525	1371674	239901
2024	60933	805087	1589728	196757	2652506	2585013	2136770,9	59383	784602	1549278	191751
2025	64367	840682	1653729	209551	2768329	2768329	2263082,6	64367	840682	1653729	209551
2026	67801	876277	1717730	222345	2884153	2884153	2387296,7	67801	876277	1717730	222345
2027	71235	911871	1781731	235138	2999976	2999976	2509832,6	71235	911871	1781731	235138
2028	74670	947466	1845732	247932	3115800	3115800	2631026,0	74670	947466	1845732	247932
2029	78104	983061	1909733	260726	3231623	3231623	2751145,4	78104	983061	1909733	260726
2030	81538	1018655	1973734	273520	3347447	3347447	2870405,6	81538	1018655	1973734	273520
2031	84972	1054250	2037735	286313	3463270	3463270	2988978,5	84972	1054250	2037735	286313
2032	88406	1089845	2101736	299107	3579093	3579093	3107001,5	88406	1089845	2101736	299107
2033	91840	1125439	2165736	311901	3694917	3694917	3224584,5	91840	1125439	2165736	311901
2034	95274	1161034	2229737	324694	3810740	3810740	3341815,6	95274	1161034	2229737	324694
2035	98708	1196629	2293738	337488	3926564	3868652	3458765,2	97253	1178980	2259909	332511

Contugas (Miles m ³)													
Año	Comercio	GNV	Industrial	Residencial	Total	Base de datos	Medias móviles	Suavizamiento exponencial	Comercio	GNV	Industrial	Residencial	
2015	434	1405	109523	3573	114935	114935	114935	114935	434	1405	109523	3573	
2016	953	7801	134505	5664	148923	148923	156265	121733	953	7801	134505	5664	
2017	844	9061	188463	6569	204937	204937	189024	138373	844	9061	188463	6569	
2018	865	11455	192842	8051	213213	213213	207476	153341	865	11455	192842	8051	
2019	1399	14684	179201	8995	204279	204279	204487	163529	1399	14684	179201	8995	
2020	1900	10762	173255	10053	195970	195970	198464	170017	1900	10762	173255	10053	
2021	2171	14641	169002	9330	195144	195144	188773	175043	2171	14641	169002	9330	
2022	2666	20953	142000	9587	175206	175206	181585	175075	2666	20953	142000	9587	
2023	2343	25418	135477	11168	174406	174406	184572	174941	2343	25418	135477	11168	
2024	2880	25073	163901	12249	204105	204105	209370	180774	2551	22207	145166	10849	
2025	3155	27506	165031	13077	208770	208770	215120	186373	2816	24556	147327	11674	
2026	3429	29939	166161	13905	213435	213435	220870	191785	3081	26902	149307	12495	
2027	3704	32372	167291	14733	218100	218100	226620	197048	3346	29248	151144	13311	
2028	3978	34805	168421	15561	222765	222765	232370	202192	3611	31591	152866	14124	
2029	4252	37238	169551	16389	227430	227430	238120	207239	3875	33932	154498	14934	
2030	4527	39671	170681	17217	232095	232095	243870	212210	4139	36272	156058	15742	
2031	4801	42104	171810	18045	236760	236760	249620	217120	4403	38611	157558	16548	
2032	5076	44537	172940	18872	241425	241425	255369	221981	4667	40950	159012	17353	
2033	5350	46970	174070	19700	246090	246090	261119	226803	4931	43289	160428	18156	
2034	5624	49403	175200	20528	250755	250755	266869	231593	5195	45627	161812	18960	
2035	5899	51836	176330	21356	255420	255420	272619	236359	5459	47967	163171	19762	

QUAVII SAC (Miles m ³)												
Año	Comercio	GNV	Industrial	Residencial	Total	Base de datos	Medias móviles	Suavizamiento exponencial	Comercio	GNV	Industrial	Residencial
2018	0	740	7698	6480	14918	14918	14198	14918	0	740	7698	6480
2019	176	1070	29684	7941	38871	38871	43887	19709	176	1070	29684	7941
2020	279	645	60448	16501	77873	77873	64703	31341	279	645	60448	16501
2021	464	2351	53881	20669	77365	77365	83901	40546	464	2351	53881	20669
2022	709	5554	64496	25705	96464	96464	92328	51730	709	5554	64496	25705
2023	403	7199	65492	30060	103154	103154	109690	62015	403	7199	65492	30060
2024	718	7672	85634	35429	129453	129453	132316	70785	734	7841	87528	36212
2025	827	9028	96686	40439	146980	146980	150658	80521	848	9254	99106	41451
2026	935	10383	107739	45449	164507	164507	169000	90256	961	10667	110682	46691
2027	1044	11739	118791	50460	182034	182034	187343	99992	1074	12082	122256	51931
2028	1153	13095	129844	55470	199561	199561	205685	109728	1188	13497	133828	57172
2029	1261	14451	140896	60480	217088	217088	224027	119464	1301	14913	145400	62413
2030	1370	15807	151949	65490	234616	234616	242369	129199	1415	16329	156971	67655
2031	1478	17162	163002	70501	252143	252143	260712	138935	1528	17746	168541	72897
2032	1587	18518	174054	75511	269670	269670	279054	148671	1642	19163	180111	78139
2033	1695	19874	185107	80521	287197	287197	297396	158407	1755	20580	191680	83381
2034	1804	21230	196159	85532	304724	304724	315739	168142	1869	21997	203249	88623
2035	1912	22586	207212	90542	322251	322251	334081	177878	1983	23415	214818	93865

NATURGY (Miles m ³)										
Año	Comercio	Industria	Residencial	Total	Base de datos	Medias móviles	Suavizamiento exponencial	Comercio	Industria	Residencial
2019	127	27649	1473	29249	29249	29249	29249	127	27649	1473
2020	603	29771	1752	32126	32126	31205	29824	603	29771	1752
2021	957	29551	1732	32240	32240	34117	30308	957	29551	1732
2022	1089	35365	1531	37985	37985	35585	31843	1089	35365	1531
2023	1144	33851	1536	36531	36531	38090	32781	1144	33851	1536
2024	1540	36637	1576	39753	39753	40268	33525	1560	37111	1597
2025	1792	38437	1567	41795	41795	42474	34434	1821	39061	1592
2026	2044	40236	1557	43838	43838	44680	35342	2083	41010	1587
2027	2296	42036	1548	45880	45880	46886	36250	2346	42958	1582
2028	2548	43836	1538	47922	47922	49092	37158	2610	44906	1576
2029	2800	45636	1529	49965	49965	51299	38066	2875	46854	1570
2030	3052	47436	1519	52007	52007	53505	38975	3140	48802	1563
2031	3304	49235	1510	54049	54049	55711	39883	3406	50749	1556
2032	3556	51035	1500	56092	56092	57917	40791	3672	52696	1549
2033	3808	52835	1491	58134	58134	60123	41699	3938	54643	1542
2034	4060	54635	1481	60176	60176	62329	42607	4205	56590	1534
2035	4312	56435	1472	62218	62218	64536	43515	4473	58536	1527

Anexo 5: Pronostico de la demanda en sector de generación del Perú 2023-2035

GENERACION				
Año	Millones m3	Base de datos	Medias moviles	Suavizamiento exponencial
2005	677	677	677	677
2006	674	674	874	676
2007	1272	1272	1227	796
2008	1735	1735	1627	983
2009	1874	1874	2034	1162
2010	2494	2494	2488	1428
2011	3097	3097	2718	1762
2012	2563	2563	2992	1922
2013	3317	3317	3231	2201
2014	3813	3813	3717	2523
2015	4022	4022	4048	2823
2016	4310	4310	3969	3121
2017	3574	3574	3768	3211
2018	3419	3419	3554	3253
2019	3669	3669	3397	3336
2020	3102	3102	3512	3289
2021	3765	3765	3758	3384
2022	4406	4406	4322	3589
2023	4795	4795	4601	3830
2024	4885	4923	4885	4229
2025	5076	5118	5076	4421
2026	5267	5312	5267	4612
2027	5458	5507	5458	4804
2028	5649	5701	5649	4995
2029	5841	5896	5841	5187
2030	6032	6090	6032	5378
2031	6223	6285	6223	5570
2032	6414	6479	6414	5761
2033	6605	6674	6605	5953
2034	6796	6868	6796	6145
2035	6987	7063	6987	6336

Anexo 6: Pronostico de la exportación del Perú 2023-2035

EXPORTACION			
Año	Millones de m3	Medias moviles	Suavizamiento exponencial
2010	13	13	13
2011	5939	3955	1198
2012	5913	6065	2141
2013	6344	5893	2982
2014	5423	5335	3470
2015	4237	4897	3623
2016	5031	4630	3905
2017	4622	5057	4048
2018	5519	5442	4342
2019	6184	5685	4711
2020	5351	4756	4839
2021	2734	4441	4418
2022	5238	4398	4582
2023	5223	5231	4710
2024	4841	5064	5811
2025	5128	5012	6119
2026	5067	5055	6428
2027	4969	4990	6736
2028	4934	4964	7044
2029	4988	4969	7353
2030	4984	4995	7661
2031	5012	4990	7969
2032	4973	4955	8277
2033	4880	4899	8586
2034	4844	4910	8894
2035	5006	4925	9202

Anexo 7: Pronostico de la demanda y reservas de gas natural mercado nacional.

Año	Demanda Acumulada (TCF)	Reservas probadas (TCF)	Reservas probables (TCF)	Reservas posibles (TCF)
2023	0,260	5,602	6,546	7,123
2024	0,539	5,323	6,267	6,844
2025	0,832	5,030	5,974	6,551
2026	1,137	4,725	5,669	6,246
2027	1,454	4,408	5,352	5,929
2028	1,783	4,079	5,023	5,600
2029	2,123	3,739	4,683	5,260
2030	2,476	3,386	4,330	4,907
2031	2,840	3,022	3,966	4,543
2032	3,216	2,646	3,590	4,167
2033	3,604	2,258	3,202	3,779
2034	4,004	1,858	2,802	3,379
2035	4,414	1,448	2,392	2,969

Anexo 8: Pronostico de la demanda y reservas de gas natural mercado de exportación.

Año	Exportacion anual (TCF)	Pronostico de mercado de exportacion (TCF)	Reservas probadas (TCF)	Reservas probables (TCF)	Reservas posibles (TCF)
2023	0,186	0,186	1,948	2,289	2,770
2024	0,189	0,189	1,945	2,286	2,767
2025	0,179	0,368	1,766	2,107	2,588
2026	0,180	0,548	1,586	1,927	2,408
2027	0,178	0,726	1,408	1,749	2,230
2028	0,177	0,903	1,231	1,572	2,053
2029	0,177	1,080	1,054	1,395	1,876
2030	0,178	1,258	0,876	1,217	1,698
2031	0,178	1,436	0,698	1,039	1,520
2032	0,177	1,612	0,522	0,863	1,344
2033	0,175	1,787	0,347	0,688	1,169
2034	0,175	1,962	0,172	0,513	0,994
2035	0,176	2,138	-0,004	0,337	0,818

Anexo 9: Pronostico de la demanda y reservas de gas natural mercado nacional incluido proyectos nuevos

Año	Pronostico de demanda mercado nacional (TCF)	Proyecto SIT-Gas(TCF)	Proyecto 7 regiones (TCF)	Mercado nacional con nuevos proyectos (TCF)	Reservas probadas (TCF)	Reservas probables (TCF)	Reservas posibles (TCF)
2023	0,260			0,260	5,602	6,546	7,123
2024	0,539			0,539	5,323	6,267	6,844
2025	0,832			0,832	5,030	5,974	6,551
2026	1,137			1,137	4,725	5,669	6,246
2027	1,454	0,179	0,002	1,636	4,226	5,170	5,747
2028	1,783	0,203	0,004	1,990	3,872	4,816	5,393
2029	2,123	0,224	0,006	2,353	3,509	4,453	5,030
2030	2,476	0,238	0,008	2,722	3,140	4,084	4,661
2031	2,840	0,255	0,010	3,105	2,757	3,701	4,278
2032	3,216	0,281	0,012	3,509	2,353	3,297	3,874
2033	3,604	0,313	0,014	3,931	1,931	2,875	3,452
2034	4,004	0,344	0,016	4,364	1,498	2,442	3,019
2035	4,414	0,369	0,018	4,801	1,061	2,005	2,582