

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA DE PROCESOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PETROQUÍMICA



TESIS

**MEJORA DE LA SEGURIDAD ENERGÉTICA DE GAS NATURAL EN
EL DISTRITO DE CHIMBOTE, ANCASH, MEDIANTE LA
INCORPORACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DE TRANSPORTE Y
ALMACENAMIENTO DE GNL**

PRESENTADO POR:

Br. JOSE GABRIEL ALAGON VARGAS
Br. JHIWSELL JORDANS CACERES
QUISPE

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO PETROQUÍMICO**

ASESORA:

Dra. AMANDA ROSA MALDONADO
FARFÁN

CUSCO – PERÚ

2026



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

La que suscribe, la asesora Amanda Rosa MALDONADO FARFÁN, quien aplica el software de detección de similitud a la tesis titulada: **MEJORA DE LA SEGURIDAD ENERGÉTICA DE GAS NATURAL EN EL DISTRITO DE CHIMBOTE, ANCASH, MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DE TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE GNL**

Presentado por: JOSE GABRIEL ALAGON VARGAS

DNI N° 71006813

Presentado por: JHIWSELL JORDANS CACERES QUISPE

DNI N° 47456397

Para optar al Título Profesional de Ingeniero Petroquímico.

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 2 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento. quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en condición de Asesora, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 16 de abril de 2026


.....
Dra. Ing. Amanda Rosa MALDONADO FARFAN
DNI: 23822559
ORCID: 0000-0002-4870-7078

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio:

<https://unsaac.turnitin.com/viewer/submissions/oid:27259:579566378?locale=es-MX>

MEJORA DE LA SEGURIDAD ENERGÉTICA DE GAS NATURAL EN EL DISTRITO DE CHIMBOTE, ANCASH, MEDIANTE LA INC...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:579566378

Fecha de entrega

16 abr 2026, 8:16 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

16 abr 2026, 8:19 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

MEJORA DE LA SEGURIDAD ENERGÉTICA DE GAS NATURAL EN EL DISTRITO DE CHIMBOTE, ANCASH....pdf

Tamaño del archivo

9.9 MB

164 páginas

39.863 palabras

210.362 caracteres

2% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 20 palabras)

Fuentes principales

- 2%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 1%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
13 caracteres sospechosos en N.º de página
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

PRESENTACIÓN

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería de Procesos:

En cumplimiento con lo establecido en el Reglamento de Grados y Títulos vigente de nuestra Facultad, tenemos el honor de presentar la tesis titulada: “MEJORA DE LA SEGURIDAD ENERGÉTICA DE GAS NATURAL EN EL DISTRITO DE CHIMBOTE, ANCASH, MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DE TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE GNL”, con la finalidad de optar el título profesional de Ingeniero Petroquímico.

DEDICATORIA

Todo camino largo comienza con una decisión silenciosa: la de no rendirse.

Esta tesis no solo representa horas de estudio y análisis, sino también el apoyo, la confianza y los sacrificios compartidos a lo largo de este proceso.

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por ser mi guía constante y por darme la fortaleza necesaria para perseverar en cada etapa, recordándome que el camino que Él elige para cada persona es único.

A mis padres, José Alagón y Elena Vargas, por ser mi mayor motivación y por los valores que me inculcaron. Por enseñarme que el esfuerzo siempre da frutos, que no hay logro sin constancia y que todo ocurre por una razón. Por estar siempre, por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Este logro también les pertenece.

A mis hermanas, Geydi, Candy y María Mercedes, por su sacrificio, su ejemplo y por impulsarme a no rendirme, recordándome que siempre existe una nueva oportunidad. Extiendo también esta dedicatoria a mi cuñado Orlando, por sus palabras de aliento y motivación; y a mi sobrino Mateo, quien trajo alegría a la familia e inspiró en mí el deseo de ser un mejor tío.

A la memoria de mis abuelos y tíos, por sus enseñanzas y su motivación constante. Aunque ya no estén presentes, su legado me acompaña y forma parte de este logro.

Finalmente, dedico este trabajo a mis demás familiares, así como a mis amigos del colegio y la universidad, por su apoyo sincero, sus palabras de ánimo y por acompañarme en cada etapa de este camino académico y personal.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por la vida, la salud y la fortaleza que hicieron posible culminar esta etapa académica.

Mi sincero agradecimiento a mi asesora, Dra. Amanda Rosa Maldonado Farfán, por su orientación, seguimiento, disponibilidad y confianza durante todo el desarrollo de esta tesis, lo cual fue fundamental para alcanzar su culminación.

A todos mis docentes de la universidad, en especial a la Ing. Lecsi Romero, Ing. Julio Lechuga e Ing. Uriel Fernández, por su disposición para las consultas, la tutoría y la motivación constante para seguir formándome como profesional.

Al Ing. Augusto Bernal, con quien nació este tema y quien me apoyó desde mis inicios en la entidad supervisora Osinergmin. De igual manera, al Ing. Jorge Ucañay, por sus valiosos aportes y su mentoría en mi formación profesional.

A mi gran amigo y compañero de tesis, Jordans Cáceres, por el trabajo en equipo, sus valiosos aportes derivados de su experiencia y el compromiso compartido a lo largo de este proceso.

Finalmente, a mis seres queridos, amigos del colegio y compañeros de carrera, por su apoyo y motivación constante.

José Gabriel Alagón Vargas

DEDICATORIA

El camino de mi formación profesional ha estado marcado por sacrificios, aprendizajes constantes y diversos desafíos, los cuales me permitieron comprender que el verdadero crecimiento no solo se refleja en los conocimientos adquiridos, sino también en la fortaleza emocional y en la capacidad de perseverar ante las dificultades.

Este logro no habría sido posible sin el apoyo de personas fundamentales en mi vida. Dedico este trabajo, en primer lugar, a mis padres, Gina Quispe Dueñas y David Cáceres Almonte, por el inmenso amor, la confianza y el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de toda mi vida, así como por sus consejos y buenos deseos que han guiado cada etapa de mi formación personal y profesional.

Asimismo, dedico este trabajo al Ing. Jorge Sánchez Paising, por brindarme la oportunidad de iniciar mi vida profesional en la entidad reguladora del Osinergmin del gas natural, en la sede Lima, y por su apoyo, orientación y ejemplo, hacia quien expreso una profunda admiración.

De igual manera, dedico esta investigación a mis amigos de la escuela profesional y a mis compañeros de la GRT, con quienes compartí valiosas experiencias de aprendizaje académico y personal. El acompañamiento, las palabras de aliento y la confianza de todos ellos fueron pilares importantes que me impulsaron a seguir adelante y contribuyeron significativamente a la realización del presente trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi formación profesional.

Expreso mi sincero agradecimiento a mi asesora, Dra. Amanda Rosa Maldonado Farfán, por su guía constante, disposición permanente y valiosos consejos brindados durante todo el proceso de elaboración de la presente tesis, los cuales fueron fundamentales para el desarrollo y culminación de este trabajo de investigación.

Asimismo, agradezco a los docentes de la facultad, en especial a la Ing. Lecsi Maricela Romero Peña, por sus orientaciones y consejos brindados durante el pregrado, los cuales fueron un impulso para continuar avanzando en mi desarrollo académico y profesional.

Finalmente, extiendo un agradecimiento especial a mi compañero José Gabriel Alagón Vargas, por el arduo trabajo realizado desde la búsqueda y definición del tema de investigación, por la unión de conocimientos aportados por cada uno desde su experiencia adquirida en su respectiva división, y por el apoyo constante brindado en los momentos en que más lo necesité.

Jhiwsell Jordans Cáceres Quispe

RESUMEN

El presente estudio técnico evaluó la incorporación de nuevas tecnologías de transporte y almacenamiento de gas natural licuado (GNL) como alternativa para fortalecer la seguridad energética del distrito de Chimbote, Áncash. Para ello, se analizó la cadena de valor del GNL e identificaron los principales factores de riesgo que provocan interrupciones en el suministro de gas natural, tales como mantenimientos programados, correctivos y bloqueos de carreteras por conflictos sociales. Asimismo, se determinó la demanda actual y proyectada de gas natural para el periodo 2023-2033, estimándose un consumo máximo de 212 722.93 Sm³/día durante la temporada de pesca del año 2033.

Se evaluó la capacidad de almacenamiento y regasificación de la Estación de Distrito (ED) de Chimbote, verificándose que puede atender la demanda proyectada en condiciones normales; sin embargo, durante interrupciones se requeriría un volumen adicional de GNL. Se analizaron tres escenarios: mantenimiento correctivo (45 días), mantenimiento programado (15 días) y bloqueo de carreteras (5 días), determinándose que en el escenario crítico se requerirían 12 448.65 m³ de GNL.

Frente a ello, se compararon tres tecnologías de transporte, seleccionándose los contenedores ISO UN T75 por su capacidad multimodal, compatibilidad con la infraestructura existente y disponibilidad en el mercado. El análisis técnico y económico determinó la necesidad de 14 contenedores ISO UN T75, obteniéndose un VAN de 441 801.26 USD, una TIR de 14.59 %, un ROI de 132.21 % y un periodo de recuperación de 8.40 años, demostrando la viabilidad de la propuesta.

Palabras clave: GNL, seguridad energética, contenedores ISO, interrupciones del suministro, Chimbote.

ABSTRACT

This technical study evaluated the incorporation of new liquefied natural gas (LNG) transportation and storage technologies as an alternative to strengthen the energy security of the Chimbote district in Áncash. To this end, the LNG value chain was analyzed, and the main risk factors that cause interruptions in the natural gas supply were identified, such as scheduled and corrective maintenance, and road blockades due to social conflicts. The actual and projected demand for natural gas for the period 2023-2033 was also estimated, with a maximum consumption of 212,722.93 Sm³/day projected during the 2033 fishing season. The storage and regasification capacity of the Chimbote District Station (DS) was evaluated, verifying that it can meet the projected demand under normal conditions; however, an additional volume of LNG will be required during interruptions. Three scenarios were analyzed: corrective maintenance (45 days), scheduled maintenance (15 days), and road closures (5 days). The critical scenario was determined to require 12,448.65 m³ of LNG.

Three transportation technologies were compared, and ISO UN T75 containers were selected due to their multimodal capacity, compatibility with existing infrastructure, and market availability. The technical and economic analysis determined the need for 14 ISO UN T75 containers, yielding a net present value (NPV) of USD 441,801.26, an internal rate of return (IRR) of 14.59%, an return on investment (ROI) of 132.21%, and a payback period of 8.40 years, demonstrating the viability of the proposal.

Keywords: LNG, energy security, ISO containers, supply disruptions, Chimbote.

TABLA DE CONTENIDO

PRESENTACIÓN	I
DEDICATORIA.....	II
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
NOMENCLATURA	XVI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: GENERALIDADES.....	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.1.1. Definición del problema	3
1.2. Formulación del problema	4
1.2.1. Pregunta general	4
1.2.2. Preguntas específicas	4
1.3. Objetivos.....	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	5
1.4. Justificación	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes.....	7
2.2. Bases teóricas	13
2.2.1. Gas natural	13
2.2.2. Cadena de valor del gas natural.....	14

2.2.3.	Distribución de gas natural por red de ductos	22
2.2.3.1.	Concesiones de distribución de gas natural por red de ductos en el Perú	23
2.2.4.	Programas de masificación de gas natural	28
2.2.5.	Transporte virtual.....	30
2.2.5.1.	Gas Natural Licuado	31
2.2.5.2.	Gas Natural Comprimido.....	34
2.2.6.	Estación de Distrito.....	36
2.2.6.1.	Almacenamiento de GNL en una Estación de Distrito	38
2.2.7.	Tecnologías de transporte y almacenamiento de GNL	39
2.2.7.1.	Embarcaciones de almacenamiento y regasificación	39
2.2.7.2.	LNG mobile regasification trailer	41
2.2.7.3.	LNG ISO containers	42
2.2.8.	Política energética y seguridad energética.....	42
2.2.8.1.	Política energética.....	42
2.2.8.2.	Seguridad energética	44
2.2.9.	Evaluación económica de la inversión del proyecto	44
2.2.9.1.	CAPEX	44
2.2.9.2.	OPEX	44
2.2.9.3.	Flujo de caja.....	44
2.2.9.4.	VAN.....	45
2.2.9.5.	TIR	45
2.2.9.6.	ROI (Return on Investment)	46
2.2.9.7.	Periodo de recuperación de la inversión (Payback).....	46
2.3.	Marco Conceptual.....	47
CAPITULO III: MÉTODOS		49

3.1. Análisis de la cadena de valor del GNL y determinación de factores de interrupción en el suministro de gas natural.....	49
3.2. Demanda de gas natural e identificación de clientes potenciales	54
3.3. Capacidad de almacenamiento y regasificación de la Estación de Distrito de Chimbote.....	62
3.4. Evaluación de nuevas tecnologías de transporte y almacenamiento de GNL	65
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	70
4.1. Análisis de la cadena de valor del GNL y determinación de factores de interrupción en el suministro de gas natural.....	70
4.1.1. Identificación de vulnerabilidades en la cadena de valor del GNL	70
4.1.2. Análisis cualitativo y cuantitativo de factores causantes de interrupción en el suministro de GN	72
4.1.2.1. Análisis cualitativo de factores causantes de interrupción en el suministro de GN.....	72
4.1.2.2. Análisis cuantitativo de factores causantes de interrupción en el suministro de GN.....	74
4.2. Demanda de gas natural e identificación de clientes potenciales	78
4.2.1. Demanda actual de GN	78
4.2.2. Demanda futura de GN	78
4.2.3. Análisis de la proyección de la demanda	80
4.2.4. Proyección de redes y demanda de GN	85
4.3. Capacidad de almacenamiento y regasificación de la Estación de Distrito de Chimbote.....	89
4.3.1. Infraestructura actual de la ED Chimbote.....	89

4.3.2.	Cálculo de la Capacidad de almacenamiento de la ED Chimbote	90
4.3.3.	Cálculo de la Capacidad de regasificación de la ED Chimbote	90
4.3.4.	Evaluación de la capacidad operativa frente a la demanda futura.....	92
4.3.4.1.	Capacidad de suministro frente a una interrupción de 45 días por mantenimiento correctivo en Planta Melchorita.....	92
4.3.4.2.	Capacidad de suministro frente a una interrupción de 15 días por mantenimiento programado en Planta Melchorita.....	98
4.3.4.3.	Capacidad de suministro frente a una interrupción de 5 días a causa de conflictos sociales.....	102
4.4.	Evaluación de nuevas tecnologías de transporte y almacenamiento de GNL	106
4.4.1.	Tecnologías para el transporte y almacenamiento de GNL	106
4.4.2.	Análisis comparativo de las tecnologías y selección de la tecnología más adecuada.....	108
CAPITULO V: DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA SELECCIONADA.....		112
5.1.	Contenedores ISO UN T75.....	112
5.1.1.	Especificaciones técnicas del contenedor ISO UN T75	113
5.1.2.	Disposiciones sobre el diseño y la seguridad de los contenedores ISO UN T75..	114
5.1.3.	GNL y contenedores ISO UN T75.....	116
5.1.4.	Intermodalidad y transporte de GNL mediante contenedores ISO UN T75	118
5.1.4.1.	Transporte terrestre de contenedores ISO UN T75	119
5.1.4.2.	Transporte marítimo de contenedores ISO UN T75	120
5.2.	Contenedores ISO requeridos para garantizar el suministro de GNL en Chimbote ante interrupciones e incrementos en la demanda de GN	122
5.2.1.	Contenedores ISO ante interrupciones del suministro de GNL.....	123

5.2.2.	Contenedores ISO ante incrementos en la demanda de GN.....	127
5.3.	Evaluación económica de la tecnología seleccionada.....	129
5.3.1.	Transporte marítimo de contenedores ISO UN T75 (escenario de contingencia). 130	
5.3.2.	Transporte terrestre de contenedores ISO UN T75 (operación normal)	140
5.4.	Identificación del espacio requerido y la ubicación adecuada para la implementación de la tecnología seleccionada	143
5.5.	Marco normativo aplicable al GNL y contenedores ISO UN T75	147
CONCLUSIONES.....		154
RECOMENDACIONES		156
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		157

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Índice de autonomía de reservas	15
Figura 2 Producción de gas natural por lotes y empresas a 2023 (MMPCD)	16
Figura 3 Producción fiscalizada de gas natural a nivel nacional a 2023 (MMPCD)	17
Figura 4 Red de transporte por ductos de gas natural	19
Figura 5 Transporte virtual de GNL - cisternas.....	19
Figura 6 Transporte virtual de GNC – contenedores MAT® de GALILEO	20
Figura 7 Esquema típico de redes de distribución de gas natural.....	23
Figura 8 Área de influencia de las concesiones de distribución de gas natural por red de ductos en el Perú	24
Figura 9 Mapa del sistema de distribución de GDP - Concesión Norte	26
Figura 10 Sistema de distribución virtual de GNL – Concesión Norte.....	27
Figura 11 Expansión de redes de GDP - Concesión Norte	27
Figura 12 Usuarios conectados de GDP - Concesión Norte	28
Figura 13 Programa BonoGas del Ministerio de Energía y Minas.....	30
Figura 14 Planta de licuefacción y terminal marítimo de PERÚ LNG.....	32
Figura 15 Terminal de carga de camiones de PERÚ LNG.....	33
Figura 16 Esquema del gasoducto virtual de GNC	35
Figura 17 Estación de Distrito – regasificación de GNL	37
Figura 18 Estación de Distrito de GDP - Concesión Norte	38
Figura 19 Tanques de almacenamiento de GNL en una Estación de Distrito.....	39
Figura 20 FSRU y barcaza de almacenamiento y regasificación de GNL.....	40
Figura 21 Remolque móvil de regasificación de GNL	41
Figura 22 Contenedor ISO de GNL	42
Figura 23 Evolución del consumo de GN (Sm ³) en el distrito de Chimbote (2018-2023).....	55

Figura 24 <i>Usuarios habilitados en el distrito de Chimbote</i>	57
Figura 25 <i>Tecnologías de transporte y almacenamiento de GNL</i>	66
Figura 26 <i>Diagrama de bloques de la metodología</i>	69
Figura 27 <i>Riesgos operacionales/emergencias – Frecuencias vs Impacto</i>	77
Figura 28 <i>Demanda proyectada del consumo de gas natural en el distrito de Chimbote</i>	81
Figura 29 <i>Evolución histórica y proyección del número de usuarios residenciales y comerciales en el distrito de Chimbote (2017-2033)</i>	84
Figura 30 <i>Redes proyectadas de PE en el distrito de Chimbote, periodo 2025-2029</i>	86
Figura 31 <i>Proximidad de clientes potenciales a las redes de distribución de GN en el distrito de Chimbote</i>	88
Figura 32 <i>Árbol de decisiones para la selección de una tecnología de GNL</i>	110
Figura 33 <i>Intermodalidad de los contenedores ISO UN T75</i>	119
Figura 34 <i>Dimensiones de la ED Chimbote</i>	144
Figura 35 <i>Área disponible para la ubicación de contenedores ISO UN T75</i>	145
Figura 36 <i>Distribución y distancias de seguridad de contenedores ISO UN T75 respecto a la ED Chimbote</i>	147

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 <i>Plantas de procesamiento de gas natural en el Perú</i>	18
Tabla 2 <i>Operadores del sistema de transporte de gas natural por ductos en el Perú</i>	21
Tabla 3 <i>Concesiones de distribución de gas natural por red de ductos en el Perú</i>	22
Tabla 4 <i>Principales datos de la Concesión Norte</i>	25
Tabla 5 <i>Declaratorias de emergencia relacionadas con la producción y transporte de GN</i>	50
Tabla 6 <i>Declaratorias de emergencia relacionadas con la producción de GNL y transporte virtual</i>	51
Tabla 7 <i>Duración de la emergencia según factores causantes de interrupción</i>	53
Tabla 8 <i>Resoluciones ministeriales que establecen las temporadas de pesca (2020-2023)</i>	56
Tabla 9 <i>Empresas industriales existentes y consumo de GN (2018-2023) – Distrito de Chimbote</i>	59
Tabla 10 <i>Relación de clientes industriales potenciales en el distrito de Chimbote</i>	61
Tabla 11 <i>Características de la ED Chimbote</i>	62
Tabla 12 <i>Valores referenciales de las condiciones operativas de la ED Chimbote</i>	63
Tabla 13 <i>Valores referenciales del volumen, caudal y presión de GN en la ED Chimbote durante el 2023</i>	63
Tabla 14 <i>Características de las FSRU y las barcasas de almacenamiento y regasificación de GNL</i>	67
Tabla 15 <i>Características técnicas y económicas de los remolques móviles de regasificación de GNL</i>	67
Tabla 16 <i>Características técnicas y económicas de los contenedores ISO UN T75 para GNL</i> ...	67
Tabla 17 <i>Vulnerabilidades en la cadena de valor del GNL</i>	71
Tabla 18 <i>Frecuencia de ocurrencia de factores causantes de interrupciones</i>	74
Tabla 19 <i>Nivel de impacto de factores causantes de interrupciones</i>	75

Tabla 20 <i>Demanda de GN por clientes industriales potenciales en el distrito de Chimbote</i>	79
Tabla 21 <i>Demanda de GN en el distrito de Chimbote (2023-2033)</i>	82
Tabla 22 <i>Demanda de GN por usuarios residenciales y comerciales en el distrito de Chimbote (2023-2033)</i>	84
Tabla 23 <i>Metrado proyectado de gasoducto de PE y TC, periodo 2025-2029</i>	85
Tabla 24 <i>Metrado proyectado de gasoducto de PE por ciudades, periodo 2025-2029</i>	85
Tabla 25 <i>Volumen de GN y GNL requerido para 45 días de interrupción, y autonomía actual de la ED Chimbote</i>	97
Tabla 26 <i>Volumen de GN y GNL requerido para 15 días de interrupción, y autonomía actual de la ED Chimbote</i>	101
Tabla 27 <i>Volumen de GN y GNL requerido para 5 días de interrupción, y autonomía actual de la ED Chimbote</i>	105
Tabla 28 <i>Análisis comparativo de tecnologías de transporte y almacenamiento de GNL</i>	108
Tabla 29 <i>Especificaciones del Contenedor ISO UN T75 de 40 ft de LongTeng</i>	113
Tabla 30 <i>Disposiciones sobre el manejo de los contenedores ISO UN T75</i>	114
Tabla 31 <i>Lista de Mercancías Peligrosas de la ONU: Gas Natural Licuado (GNL)</i>	117
Tabla 32 <i>Cantidad de contenedores ISO UN T75 para una interrupción de 45 días</i>	126
Tabla 33 <i>Cantidad de contenedores ISO UN T75 para una interrupción de 5 días</i>	127
Tabla 34 <i>Cantidad de contenedores ISO UN T75 ante el incremento de la demanda de GN</i> ...	129
Tabla 35 <i>Proyección del flujo de caja para la temporada de pesca</i>	136
Tabla 36 <i>Flujos descontados para el cálculo del VAN – Temporada de pesca</i>	137
Tabla 37 <i>Flujos de caja para el cálculo de la TIR – Temporada de pesca</i>	138
Tabla 38 <i>Flujos descontados acumulados para el cálculo del Payback – Temporada de pesca</i>	139
Tabla 39 <i>Indicadores económicos para la temporada de pesca – Transporte marítimo de GNL</i>	140
Tabla 40 <i>Indicadores económicos para la temporada de pesca – Transporte terrestre de GNL</i>	142

Tabla 41 <i>Clasificación de estaciones de regasificación por capacidad geométrica conjunta de almacenamiento</i>	146
Tabla 42 <i>Distancias de seguridad por capacidad total instalada</i>	146
Tabla 43 <i>Marco normativo nacional aplicable al GNL.....</i>	148
Tabla 44 <i>Marco normativo internacional aplicable al GNL.....</i>	150
Tabla 45 <i>Marco normativo internacional aplicable a contenedores ISO de GNL</i>	152
Tabla 46 <i>Proyección de la demanda de gas natural en el distrito de Chimbote estimada con CAGR</i>	170
Tabla 47 <i>Estimación del volumen promedio de GNL contratado por el comercializador para el distrito de Chimbote, considerando el promedio de los últimos seis meses y su autonomía para 30 días.....</i>	175

NOMENCLATURA

ASME	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos
BTU	Unidad Térmica Británica
CÁLIDDA	Gas Natural de Lima y Callao S.A.
CONTUGAS	Contugas S.A.C.
DGH	Dirección General de Hidrocarburos
FISE	Fondo de Inclusión Social Energético
FTV	Flete de Transporte Virtual
GASNORP	Gases del Norte del Perú S.A.C.
GLP	Gas Licuado de Petróleo
GN	Gas Natural
GNC	Gas Natural Comprimido
GNL	Gas Natural Licuefactado
IEA	Agencia Internacional de Energía
ISO	Organización Internacional de Normalización
LGN	Líquidos del Gas Natural
MAT	Módulo de Almacenamiento y Transporte
MINEM	Ministerio de Energía y Minas
MMPCD	Millones de Pies Cúbicos por Día en Condición Estándar
MMTPA	Millones de Toneladas por Año
NTP	Norma Técnica Peruana
OSINERGMIN	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
PETROPERÚ	Petróleos del Perú S.A.
PGNL	Precio del GNL

POC	Puesta en Operación Comercial
PROINVERSIÓN	Agencia de Promoción de la Inversión Privada
QUAVII - GDP	Gases del Pacífico S.A.C.
TPC	Trillones de Pies Cúbicos
TGP	Transportadora de Gas del Perú
UN	Organización de las Naciones Unidas (ONU)
USD/GJ	Dólares Americanos por Gigajoules
USD/Mm ³	Dólares Americanos por Millar de Metro Cúbico Estándar
USD/MMBTU	Dólares Americanos por Millones de Unidades Térmicas Británicas

INTRODUCCIÓN

El concepto de seguridad energética es versátil, pues se encuentra sujeto a múltiples interpretaciones. En este contexto, la Ley N° 29970¹ aprobada mediante el Decreto Supremo N° 005-2014-EM, en su Capítulo I “De la Seguridad Energética”, declara como prioritario a nivel nacional la adopción de medidas destinadas a mejorar la seguridad energética del país. Este enfoque abarca la ampliación de fuentes de energía, la disminución de la dependencia externa y el refuerzo de la confiabilidad en la cadena de suministro energético.

Con el propósito de mejorar el suministro de energía, el Ministerio de Energía y Minas en el ejercicio de sus facultades, establece principios clave como el uso de combustibles alternativos, la adopción de diversos modos de transporte y la mejora en el almacenamiento de energía. Además, define políticas, implementa acciones y desarrolla proyectos con la finalidad de incrementar la seguridad energética, considerando la posible participación de empresas estatales del sector.

Es evidente que la idea ha experimentado una ampliación gradual, abarcando temas como la transición energética, centrada en fuentes como las energías renovables y el GN, que pretenden reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar el impacto ambiental. Según la Revisión Estadística del Instituto de Energía sobre la Energía Mundial 2023, en 2022 las energías renovables representaron más del 7 % del consumo global de energía, mientras que el GN contribuyó con más del 23 %.

Actualmente, gran parte de las regiones costeras del Perú forman parte de las concesiones de distribución de GN por red de ductos. Sin embargo, al ser concesiones nuevas y abastecidas por medio del transporte virtual de Gas Natural Comprimido (en adelante, GNC) y/o Gas Natural Licuado (en adelante, GNL), como Gases del Pacífico y Petroperú, existe la

¹ Ley N° 29970 “Ley que afianza la seguridad energética y promueve el desarrollo de polo petroquímico en el sur del país”.

posibilidad de enfrentar interrupciones en el suministro de GN, afectando a los consumidores residenciales, comerciales e industriales. Ante esta eventualidad surge la necesidad de evaluar la seguridad energética y proponer medios para garantizar un suministro continuo de GN en cada región.

Por estas razones, el presente estudio técnico se enfocó en analizar la seguridad energética en el distrito de Chimbote, ubicado en la provincia del Santa, departamento de Ancash. Asimismo, se evaluó la incorporación de nuevas tecnologías de transporte y almacenamiento de GNL para garantizar el suministro continuo de GN ante posibles interrupciones, causadas por diversos factores, que fueron objeto de estudio.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Definición del problema

La distribución de GN por red de ductos, que implica el tendido de redes de acero y polietileno, tiene como objetivo suministrar GN a los consumidores finales o clientes típicos de una región.

En el Perú, actualmente operan cinco concesiones de distribución de GN por red de ductos: la concesión de Lima y Callao, operado por Gas Natural de Lima y Callao S.A. (en adelante, Calidda); la concesión de Ica, operado por Contugas S.A.C (en adelante, Contugas); la concesión sur oeste, operado por Petróleos del Perú S.A. (en adelante, Petroperú); la concesión norte, operado por GDP S.A.C. (en adelante, GDP) y la concesión de Piura; operado por Gases del Norte de Perú S.A.C (en adelante, Gasnorp); estos últimos representados por el nombre comercial de Quavii que forma parte del portafolio de empresas de Promigas.

La concesión norte de GN, operado por GDP, abarca a las regiones de Ancash, La Libertad, Lambayeque y Cajamarca, las cuales son abastecidas mediante el transporte virtual de GNL. Cada región dispone de instalaciones de regasificación y acondicionamiento del GN para su distribución final, denominadas Estaciones de Distrito. La autonomía de cada Estación depende directamente de la capacidad de almacenamiento de GNL y de la demanda diaria de GN por parte de los consumidores (residenciales, comerciales e industriales).

En los últimos años, la región de Ancash ha experimentado un aumento en la demanda de GN, con un enfoque en particular en las ciudades de Huaraz y Chimbote. La creciente demanda, impulsada en gran medida por el sector industrial y respaldada por los programas de masificación promovidos por el Estado, han convertido al distrito de Chimbote en un lugar altamente dependiente de esta fuente de energía. Sin embargo, ante una interrupción en el transporte de GNL, se activaría el Mecanismo de Racionamiento establecido en el Decreto

Supremo N° 017-2018-EM². Esto implicaría utilizar el volumen almacenado en las Estaciones de Distrito, dando prioridad a los usuarios residenciales y comerciales; pero afectando a industrias, como las pesqueras, que son los mayores consumidores de GN en la región, impactando la rentabilidad del concesionario.

Ante la ausencia de un plan de respuesta frente a posibles interrupciones en el suministro de GN, como mantenimientos programados y/o conflictos sociales, surgió la necesidad de evaluar la incorporación de nuevas tecnologías de transporte y almacenamiento de GNL para mejorar la seguridad energética en el distrito de Chimbote, Ancash.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Pregunta general

- ¿De qué manera la incorporación de nuevas tecnologías de transporte y almacenamiento de GNL mejora la seguridad energética de gas natural en el distrito de Chimbote, Ancash?

1.2.2. Preguntas específicas

- ¿Cuáles son los factores que afectan la cadena de valor del GNL y causan interrupciones en el suministro de gas natural en el distrito de Chimbote?
- ¿Cuánto es el volumen de gas natural consumido y cuáles son los clientes potenciales del distrito de Chimbote?
- ¿Cuál es la capacidad de almacenamiento y regasificación de la Estación de Distrito de Chimbote?
- ¿Qué nuevas tecnologías de transporte y almacenamiento de GNL podrían ser aplicables en el distrito de Chimbote?
- ¿Cuáles son las características de la tecnología seleccionada para el transporte y

² D.S. N°017-2018-EM: "Mecanismo de racionamiento para el abastecimiento de gas natural al mercado interno ante una declaratoria de emergencia".

almacenamiento de GNL en el distrito de Chimbote?

1.3. Objetivos

1.3.1. *Objetivo general*

- Evaluar técnicamente la incorporación de nuevas tecnologías de transporte y almacenamiento de GNL para la mejora de la seguridad energética de gas natural en el distrito de Chimbote, Ancash.

1.3.2. *Objetivos específicos*

- Analizar la cadena de valor del GNL y determinar los factores causantes de interrupciones en el suministro de gas natural en el distrito de Chimbote.
- Estimar el volumen de gas natural consumido e identificar los clientes potenciales del distrito de Chimbote.
- Determinar la capacidad de almacenamiento y regasificación de la Estación de Distrito de Chimbote.
- Evaluar la incorporación de nuevas tecnologías para el transporte y almacenamiento de GNL en el distrito de Chimbote.
- Caracterizar la tecnología seleccionada para el transporte y almacenamiento de GNL en el distrito de Chimbote.

1.4. Justificación

El presente estudio técnico se enfoca en evaluar la incorporación de nuevas tecnologías de transporte y almacenamiento de GNL como una solución para prevenir interrupciones en el suministro de GN en el distrito de Chimbote, Ancash. En los últimos años, la creciente demanda de GN en esta región ha generado una necesidad urgente de garantizar la seguridad energética, lo que hace necesario desarrollar estrategias efectivas para asegurar un suministro continuo y fiable de esta fuente de energía.

De acuerdo con el “Informe Anual del Sector Gas Natural en el Perú”, edición VIII 2023,

elaborado por la empresa Promigas Perú S.A., si la producción anual de GN se mantiene constante y no se añaden nuevas reservas probadas, el suministro de GN del país se extendería por un periodo de 18 años. A pesar de esta garantía, el distrito de Chimbote enfrenta el riesgo de interrupciones en el suministro continuo de GN debido a su dependencia de una sola modalidad de transporte de GNL³.

Esta situación resalta la necesidad de desarrollar un plan de respuesta que garantice el suministro ininterrumpido de GN en la región, conforme a lo dispuesto en la Ley N° 29969, “Ley que dicta Disposiciones a fin de Promover la Masificación del Gas Natural”. Además, se debe cumplir con el literal b) del artículo 42 y el artículo 63 del Texto Único Ordenado del Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos, aprobado mediante el Decreto Supremo N° 042-99-EM, así como con lo estipulado en el Decreto Supremo N° 064-2010-EM, que aprueba la “Política Energética Nacional del Perú 2010-2040”. Esta política establece la necesidad de “Desarrollar la industria del Gas Natural, y su aplicación en actividades como el uso domiciliario, transporte, comercio e industrias, además de promover la generación eficiente de electricidad”.

De no llevarse a cabo este estudio, Chimbote continuaría expuesto a interrupciones en el suministro de GN, aumentando los costos operativos y comprometiendo el cumplimiento de las normativas energéticas vigentes. En consecuencia, esto limitaría el desarrollo económico de la región y pondría en riesgo su seguridad energética.

³ Actualmente el transporte de GNL se realiza por medio de camiones cisterna desde Pampa Melchorita – Cañete.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

- El estudio titulado “Conceptual design of floating storage and regasification unit (FSRU) for Eastern Part Indonesia”, realizado por Khoiriyah, Buda Artana, & B. Dinariyana (2023), abarca el diseño de una Unidad Flotante de Almacenamiento y Regasificación (FSRU) para suministrar GN a centrales eléctricas con una capacidad de 60 MW a 70 MW en el este de Indonesia. Los autores argumentan que el transporte de GN en forma de GNL es más rentable que mediante ductos submarinos debido a la geografía del país y a su capacidad para satisfacer la creciente demanda de energía. Además, señalan que el diseño de las FSRUs debe equilibrar tres criterios clave: seguridad, economía y funcionalidad, y que una de estas puede ser entre un 50 % y un 60 % más económica que una terminal terrestre de GNL. Por otro lado, el Portal Energético para América Latina de Global Energy Monitor (2021) describe un proyecto de Aruaña Energía para una terminal FSRU en el puerto de Suape, Brasil, destinada a importar hasta 14 millones de metros cúbicos diarios de GNL para abastecer una central eléctrica y la red de distribución de Copergás. Además, Cordeiro Silveira (2021) reporta que en 2020 Turquía contaba con una capacidad anual de regasificación de 16.5 millones de toneladas de GNL, con casi el 50 % proveniente de FSRUs. Por su parte, la Dirección General Marítima de Colombia (Dimar, 2018) menciona el uso de una FSRU en Cartagena para la generación eléctrica en respuesta a condiciones climáticas que disminuyen las capacidades de las hidroeléctricas. Estos estudios destacan la flexibilidad y eficacia de las FSRUs en diversas aplicaciones.
- Chart Industries (2022) a través de su publicación “Mobile LNG Regas System at Coal Fueled Power Plant”, destaca la aplicabilidad de sus remolques móviles de

regasificación de GNL (LNG mobile regasification trailer). En este estudio, estos remolques fueron empleados por la empresa Thigpen Energy para proporcionar combustible de respaldo a una central eléctrica alimentada por carbón en Virginia Occidental. Inicialmente, se utilizaron como soporte operativo para la puesta en marcha de la central durante un periodo de tres meses. Sin embargo, su eficiencia y adaptabilidad llevaron a que se utilizaran como soporte operativo durante todo el año. Estos equipos, diseñados para enfrentar desafíos de rendimiento tanto en invierno como en verano y que requieren de permisos mínimos para su instalación, proporcionaron un respaldo eficiente a la central eléctrica en 2015. En total, se emplearon 12 remolques con una capacidad aproximada de 15000 galones cada uno, suministrando GN a presiones de entre 40 y 100 psig para la producción de energía eléctrica.

- El estudio titulado “Small-Scale LNG for Expanding Natural Gas Access in India”, realizado por Elango & Mallya (2021), ofrece alternativas para abordar el suministro de GN en las zonas más alejadas de la India. Inicialmente, se propone el suministro de GN a pequeña escala con el uso de los ISO contenedores a las ciudades de Tamil Nadu, Andhra Pradesh, Odisha, Chhattisgarh y Jharkhand, con la visión de implementar gasoductos una vez que esta alternativa resulte rentable. Además, en línea con los objetivos establecidos por el Ministerio de Petróleo y Gas Natural (MoPNG) para incrementar al 15 % la participación del GN como fuente de energía primaria y mitigar el cambio climático, se propone transportar el GNL de forma multimodal, ya sea por carretera o vía férrea, haciendo un especial hincapié en este último debido a que las líneas férreas cubren gran parte de la India y pueden proporcionar la vía más rápida para suministrar GN en ausencia de gasoductos.
- McFarlan (2020) en su estudio titulado “Techno-economic assessment of pathways for

liquefied natural gas (LNG) to replace diesel in Canadian remote northern communities”, evalúa técnica y económicamente el suministro de GNL a las comunidades remotas de Nunavut, ubicadas al norte de Canadá. Estas comunidades, carentes de red eléctrica y de GN, dependen de plantas de energía diésel independientes para cubrir sus necesidades de electricidad y calefacción. Dentro de su análisis, McFarlan explora diversas rutas de acceso y medios de transporte para el suministro de GNL. Opta por el uso de contenedores ISO de 40 ft transportados por vía marítima, descartando los buques metaneros debido a la baja demanda en estas comunidades y los ferrocarriles por los altos costos de fletes, que podrían alcanzar hasta 7600.00 USD. Además, las limitaciones geográficas, donde el acceso se restringe al transporte aéreo o marítimo, excluyen el uso de vías terrestres. El estudio se centra en dos proyectos propuestos por la empresa Qulliq Energy Corp. (QEC) que implican la construcción de dos nuevas centrales eléctricas a base de diésel en las comunidades de Artic Bay y Kugluktuk, cada una con dos tanques de almacenamiento de 90000 litros. McFarlan considera la posibilidad de suministrar GNL desde las plantas de producción dentro de Canadá y, a partir de esta premisa, determina el costo de capital (CAPEX), los costos de envío, los costos de carga/descarga y los costos de mantenimiento. Los resultados revelan que con un precio de 13.00 USD/GJ de GNL en el terminal de carga, 150000.00 USD por Contenedor ISO de 40 ft y un financiamiento del 75 % del CAPEX por parte del Fondo de Energía Ártica de Canadá, el costo de entrega de GNL a estas comunidades sería de 26.38 USD/GJ y 26.18 USD/GJ, respectivamente, o 0.94 USD/DLE⁴. Esto significaría una reducción del 13 % en comparación con el precio establecido de 1.07

⁴ DLE: Precio equivalente de diésel por litro.

USD/L para el fueloil Ártico en ambos casos. Por otro lado, aunque el costo de la electricidad apenas se ve afectado por el uso de GNL, la transición hacia el GNL o sistemas híbridos, como la energía eólica-diésel, podría reducir significativamente las emisiones de CO₂.

- Florescu & Seitz (2018), en su estudio titulado “LNG as cargo in the Danube ports”, destacan la importancia del uso del GNL en comparación con otros combustibles. Su estudio se enfoca en analizar tanto el uso actual del GNL como el desarrollo de proyectos destinados a su implementación en la región de Danubio, que abarca países como Alemania, Austria, Eslovaquia, Hungría, Croacia, Serbia, Rumania, Bulgaria y Moldavia, en concordancia con la Directiva de la Unión Europea 2014/94/UE “sobre el despliegue de infraestructura de combustibles alternativos”. Los autores sostienen que los contenedores ISO desempeñaran un papel importante para el transporte flexible del GNL a mediano e incluso corto plazo. Además, señalan que, en el futuro cercano, los puertos de Danubio se convertirán en excelentes puntos de partida para actuar como centros de distribución de GNL en diversas regiones, mejorando significativamente tanto el transporte terrestre como el transporte por vías navegables interiores, y contribuyendo a reducir la dependencia del gas ruso.
- El documento titulado “Guidance on LNG Bunkering to Port Authorities and Administrations”, publicado por la Agencia Europea de Seguridad Marítima (EMSA) (2018), resalta la importancia de los contenedores ISO de 20 y 40 ft en la cadena de suministro del GNL. Estos contenedores no solo se limitan a transportar carga, sino que también se consideran como una opción viable para almacenar GNL destinado a buques que han migrado a este combustible. De acuerdo con EMSA, esta perspectiva representa una estrategia ambientalmente ventajosa, ya que conlleva a una reducción inmediata y notable de emisiones de óxidos de azufre (SOx), partículas (PM) y óxidos

de nitrógeno (NOx), contribuyendo al objetivo de promover practicas más sostenibles en el transporte marítimo.

- Chart Industries (2017), a través de su publicación “LNG to Power - Virtual Pipeline solution for Madeira's natural gas fired power station”, destaca la aplicabilidad de sus contenedores ISO para transportar GNL. Asimismo, sostiene que como proveedor de contenedores ISO para Gáslink Gas Natural S.A. (Gáslink), facilita el transporte de GNL en Portugal. Gáslink traslada el GNL desde el terminal de importaciones de Sines hasta el puerto de Lisboa vía terrestre, y posteriormente, por vía marítima hasta la isla de Madeira, abasteciendo finalmente a la Central Eléctrica de Vítória. Según Chart Industries, la intermodalidad de sus contenedores ISO de 40 ft de longitud, con una capacidad de 43500 litros y una presión de diseño de 10 bares, proporciona una solución eficaz ante la carencia de un gasoducto, permitiendo que la central eléctrica suministre entre 240 y 450 GW/h de energía a la isla.
- Morgan & Atkinson (2016) en su estudio titulado “LPG and Natural Gas as Alternative Energy Sources for the Pacific”, evaluaron el potencial y la viabilidad económica del GLP, GNL y GNC para satisfacer las necesidades energéticas a mediano plazo en los Países y Territorios Insulares del Pacífico (PICTs, por sus siglas en inglés). El estudio incluyó a veinte países, entre ellos Fiji, Papua Nueva Guinea, Nueva Caledonia, Tonga y Vanuatu, así como la participación de funcionarios gubernamentales y demás representantes de la industria en estos países. Los autores llevaron a cabo un análisis detallado de la demanda del GNL, evaluaron las rutas del transporte, los costos asociados y las instalaciones para la distribución y recepción de este combustible. Destacaron que los países sin reservas de GN, a excepción de Papua Nueva Guinea y Timor-Leste, podrían acceder a una amplia variedad de terminales de GNL localizadas en Australia, Asia y América del Norte. Estas instalaciones suministran

GNL mediante embarcaciones, camiones cisterna y contenedores ISO. En particular, enfatizaron el uso de los contenedores ISO de 20 y 40 ft como un medio adecuado para abastecer a los PICTs, con un costo de envío estimado de alrededor de 15.00 USD/MMBTU, FOB⁵ desde Dandenong (Melbourne, Australia).

- Stewart & Tada (2016), en su estudio titulado “Japan Liquefied Natural Gas (LNG) Intermodal Container Operations: Applicability to U.S. Operations”, detallan el modelo japonés de transporte de contenedores intermodales de GNL entre las ciudades de Niigata y Kanazawa. Este modelo, que emplea contenedores de fabricación nacional en lugar de contenedores ISO, se centra en el transporte de GNL mediante camiones y vagones portacontenedores, respaldado por una sólida cultura de seguridad durante toda la operación. De acuerdo con Stewart & Tada (2016), el contenedor japonés tiene dimensiones de 9.125 m x 2.5 m x 2.488 m, con un peso máximo de hasta 20 toneladas y una capacidad de 21.347 m³. Cada contenedor cuenta con una etiqueta de identificación electrónica y sistema GPS para un monitoreo preciso. Este modelo ha estado en funcionamiento desde el año 2000, suministrando GN a hogares, plantas, hospitales y empresas en Minato, Kanazawa. Los autores concluyen que el modelo japonés podría replicarse en los Estados Unidos utilizando contenedores ISO de GNL. A pesar de ciertas limitaciones en el transporte ferroviario, sostienen que es operativamente viable debido a la disponibilidad de contenedores ISO en el mercado, como los fabricados por Chart Industries. Además, destacan la posibilidad de que el transporte de contenedores ISO por tren sea una solución eficaz en mercados con altos costos de transporte por camión, así como una opción para abastecer de GNL a trenes y buques que utilizan este tipo de combustible.

⁵ Precio del GNL libre a bordo (FOB): Se refiere al producto cargado en barcos; es decir, el costo del producto más todos los costos para colocarlo en el barco.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Gas natural

El GN es una mezcla de hidrocarburos gaseosos que se localizan en depósitos fósiles, ya sea de forma no asociada (de manera independiente), disuelta o asociada (acompañando al petróleo o al carbón). Su composición principal está constituida principalmente por metano, representando aproximadamente el 90 %, además de contener etano, propano, butano y de otros gases como N_2 y CO_2 . Esta composición hace que el GN sea un combustible más limpio que los derivados del petróleo.

En cuanto a sus aplicaciones, el GN puede ser empleado para la cocción de los alimentos, la calefacción de ambientes, la generación de electricidad, como combustible para vehículos, entre otros usos. Además, es utilizado como materia prima en la industria petroquímica y en la producción de fertilizantes (Osinergmin, 2012).

Las reservas de GN se refieren a las cantidades de hidrocarburos previstas para ser recuperables comercialmente mediante proyectos de desarrollo en acumulaciones conocidas, a partir de una fecha específica y bajo condiciones determinadas. Para ser consideradas como reservas, deben cumplir con cuatro criterios fundamentales: haber sido descubiertas, ser recuperables, poseer viabilidad comercial y mostrar remanentes a partir de una fecha establecida, todo ello basado en el(los) proyecto(s) de desarrollo aplicado(s). De acuerdo con la Dirección General de Hidrocarburos (DGH) las reservas se pueden clasificar en tres categorías principales: Probadas, Probables y Posibles (DGH-MINEM, 2023).

En este contexto, de acuerdo con la publicación del Energy Institute (2023), “Statistical Review of World Energy Data, 2023”, las reservas probadas de GN en el Perú se estimaron en 9.23 TPC para el año 2020⁶. En contraste, según el “Libro Anual de Recursos de Hidrocarburos”

⁶ Es importante resaltar que tanto British Petroleum como el Energy Institute decidieron abstenerse de actualizar las cifras de reservas mundiales para los años 2021 y 2022.

de la DGH-MINEM, las reservas probadas de GN en el país al 31 de diciembre de 2022 se estimaron en 8.39 TPC, registrando una disminución de 0.87 TPC en comparación con el año anterior.

2.2.2. Cadena de valor del gas natural

Según Aguirre (2021) la cadena de valor de GN en el Perú se desarrolla en cinco etapas: (1) Exploración, (2) Producción, (3) Procesamiento, (4) Transporte y (5) Distribución. Durante la etapa de **Exploración**, se descubren nuevos yacimientos, lo que contribuye a la formación de reservas una vez anticipada su viabilidad comercial. Actualmente, la inversión en esta etapa permanece estancada desde el año 2016, lo que ha obstaculizado el incremento de las reservas totales (probadas, probables y posibles). De acuerdo con Promigas Perú (2023), de los 31 contratos vigentes en el Perú a 2022, solo seis de ellos son de Exploración, de los cuales dos se encuentran suspendidos, y ninguno está ubicado en la Selva Sur, zona que alberga la mayor reserva de GN en el país (Camisea).

La segunda etapa comprende la **Producción**. De acuerdo con Promigas Perú (2023), en junio de 2024 se cumplirán 20 años desde que Pluspetrol y sus socios iniciaron la producción de GN en el Lote 88 (Camisea). El Lote 56 iniciaría su producción cuatro años más tarde, en setiembre de 2008, mientras que el Lote 57 lo hizo en marzo de 2014. Por otro lado, CNPC Perú anunció, en enero de 2023, su interés de comprender mejor la formación geológica para iniciar la producción en el Lote 58.

Cabe precisar que el Lote 88 está destinado principalmente al consumo interno, mientras que el Lote 56 y el Lote 57 se orientan a la exportación a través de PERÚ LNG desde Pampa Melchorita.

En relación con la producción, en 2022 se registró un aumento del 20 %. Durante ese mismo año, se observó una notable reducción en los volúmenes de GN reinyectados en los Lotes 56 y 88 en comparación con las cifras de 2021. La disminución de 139 MMPCD en la reinyección

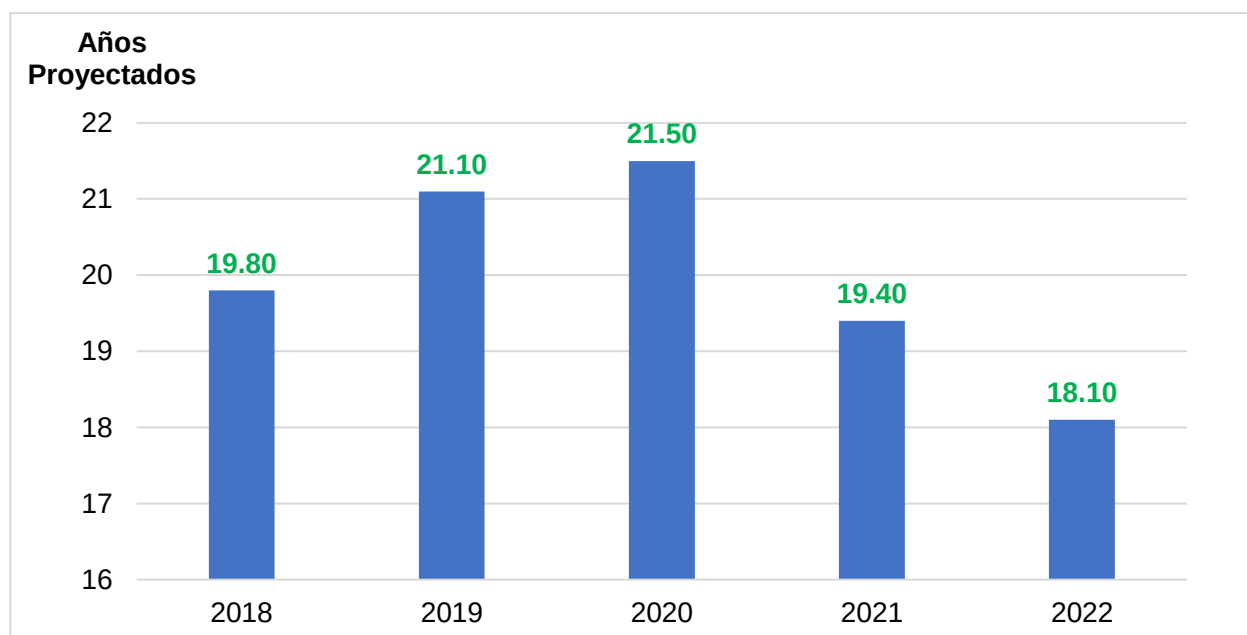
en el Lote 56 se debió al aumento en los volúmenes de GNL exportados, que alcanzaron los 2 MMm³. Por otro lado, la disminución de 91 MMPCD en la reinyección del Lote 88 se debió a un incremento de la demanda en el mercado interno, impulsada por la reactivación económica.

De acuerdo al cálculo de reservas probadas realizado por Promigas Perú, el índice de autonomía de reservas probadas (IAR) de Perú al cierre de 2022 indica que, en caso de que la producción anual de GN se mantenga constante y no se añadan nuevas reservas probadas, el suministro de GN del país se extendería por un periodo de 18 años. Este índice presenta una disminución de 1.3 años en comparación con el año anterior, dado el aumento en la producción que se presentó en 2022 con respecto a 2021 (Promigas Perú, 2023).

La **Figura 1** muestra la información determinada por Promigas acerca de la autonomía de reservas probadas (IAR) de Perú al cierre de 2022.

Figura 1

Índice de autonomía de reservas



Nota. Adaptado de (Promigas Perú, 2023)

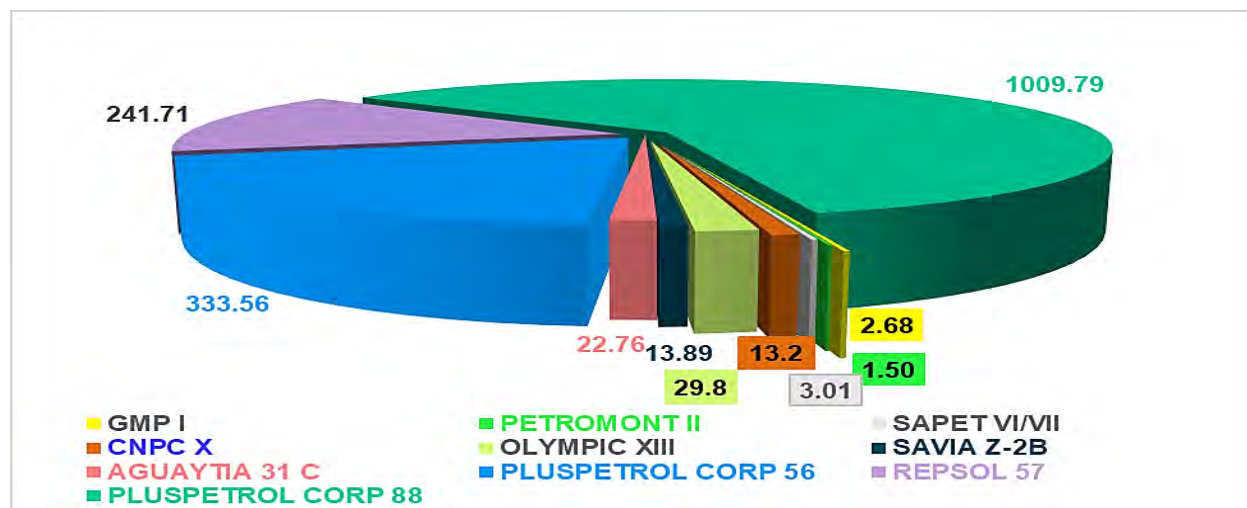
Durante el tercer trimestre de 2023, según la información de la División de Gas Natural de

la Gerencia de Regulación Tarifaria de Osinergmin (2023), la producción promedio de GN fue de 1394 MMPCD. El 95.13 % de esta producción (1327 MMPCD) provino de los Lotes 88, 57, 56 y 31C en la zona selva, mientras que el 3.87 % (54 MMPCD) fue de los Lotes I, II, VI/VII, X y XIII en la zona costa. Además, el Lote Z-2B en la zona zócalo contribuyó con el 1.00 % (14 MMPCD). Es importante destacar que la producción de los Lotes 56 y 57, mencionados anteriormente, está destinada a la exportación a través de la empresa PERÚ LNG.

La **Figura 2** muestra la producción del GN por lotes y empresas en el país hasta setiembre de 2023.

Figura 2

Producción de gas natural por lotes y empresas a 2023 (MMPCD)



Nota. Adaptado de la (GRT-División de Gas Natural, 2023)

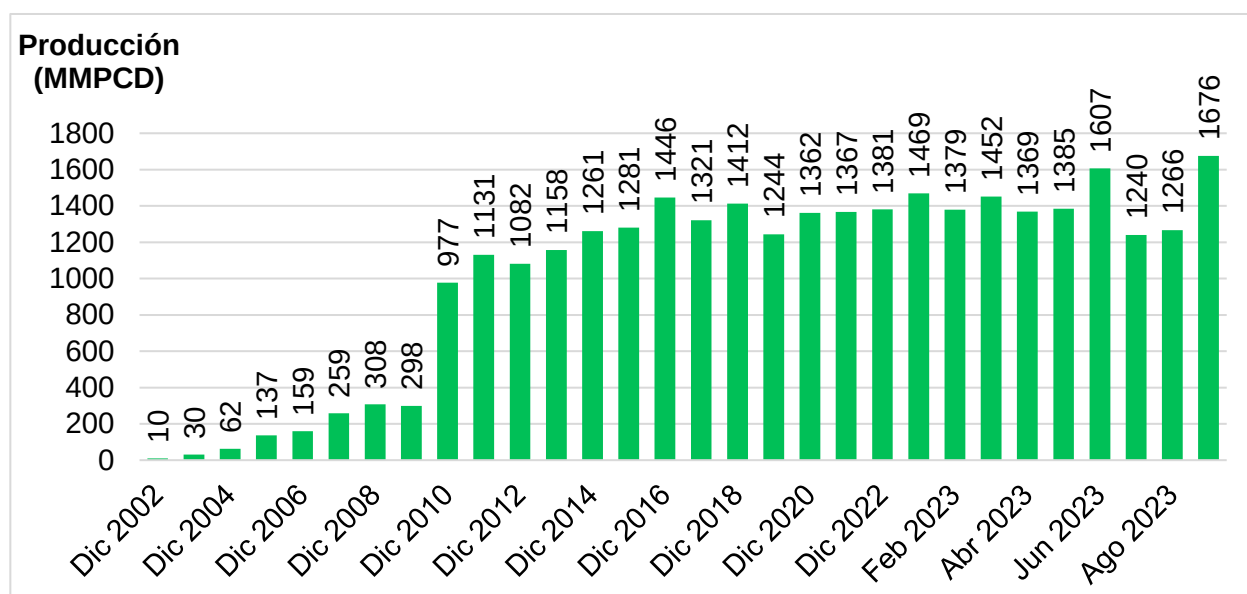
La **Figura 3** muestra la producción fiscalizada del GN a nivel nacional hasta setiembre de 2023.

Durante la etapa de **Procesamiento**, la mezcla de hidrocarburos proveniente de los lotes ya mencionados, es acondicionada y separada en GN y Líquidos de Gas Natural (LGN), para luego ser transportado. De acuerdo con Aguirre (2021), la Planta de Procesamiento de Gas – Malvinas cuenta con una capacidad de procesamiento de 1680 MMPCD, lo que permite

satisfacer la demanda de la Concesión de Ica, la Concesión de Lima y Callao, la Planta de Licuefacción de PERÚ LNG y las concesiones virtuales de GDP y Petroperú. Por otro lado, la planta de procesamiento de Aguaytía y del norte del país desempeñan un papel crucial en la satisfacción de la demanda de las áreas circundantes mediante la producción de GN, GLP, gasolinas, entre otros.

Figura 3

Producción fiscalizada de gas natural a nivel nacional a 2023 (MMPCD)



Nota. Adaptado de la (GRT-División de Gas Natural, 2023)

En la **Tabla 1** se detallan las principales plantas de procesamiento de GN en el Perú.

La cuarta etapa es el **Transporte** e incluye dos modalidades: a través de ductos para el GN y LGN, y por vía terrestre para el GNC y GNL. La infraestructura de transporte mediante ductos consiste en la implementación de redes que enlazan los depósitos de gas con instalaciones de procesamiento, así como con plantas de energía y/o producción de combustibles. Este enfoque posibilita que las empresas y usuarios ubicados en proximidad a los ductos puedan aprovechar las ventajas particulares de esta modalidad. Además, el transporte por ductos exhibe características de monopolio natural, por lo que las autoridades reguladoras

implementan un proceso de oferta pública. En este proceso, el concesionario asigna la capacidad de transporte a los solicitantes mediante evaluaciones de viabilidad técnica y económica, con el objetivo de evitar cualquier forma de discriminación. Por otro lado, el transporte terrestre, también conocido como “gasoducto virtual”, utiliza camiones equipados para transportar botellas de GNC o tanques de GNL (Aguirre, 2021).

Tabla 1

Plantas de procesamiento de gas natural en el Perú

Empresa	Unidades operativas	Capacidad de procesamiento
Pluspetrol Perú Corporation S.A.	Planta de Procesamiento de GN - Malvinas	1680 MMPCD
	Planta de Fraccionamiento de LGN - Pisco	120000 BPD
PERÚ LNG S.R.L.	Planta de Licuefacción de GN - Pampa Melchorita	625 MMPCD
Aguaytía Energy del Perú SRL	Planta de Procesamiento de GN - Curimaná	55 MMPCD
	Planta de Fraccionamiento LGN -Yarinacocha	4400 BPD
Procesadora de Gas Pariñas S.A.C.	Planta Criogénica de GN	40 MMPCD
Graña y Montero Petrolera S.A.	Planta de Procesamiento de Pariñas	44 MMPCD

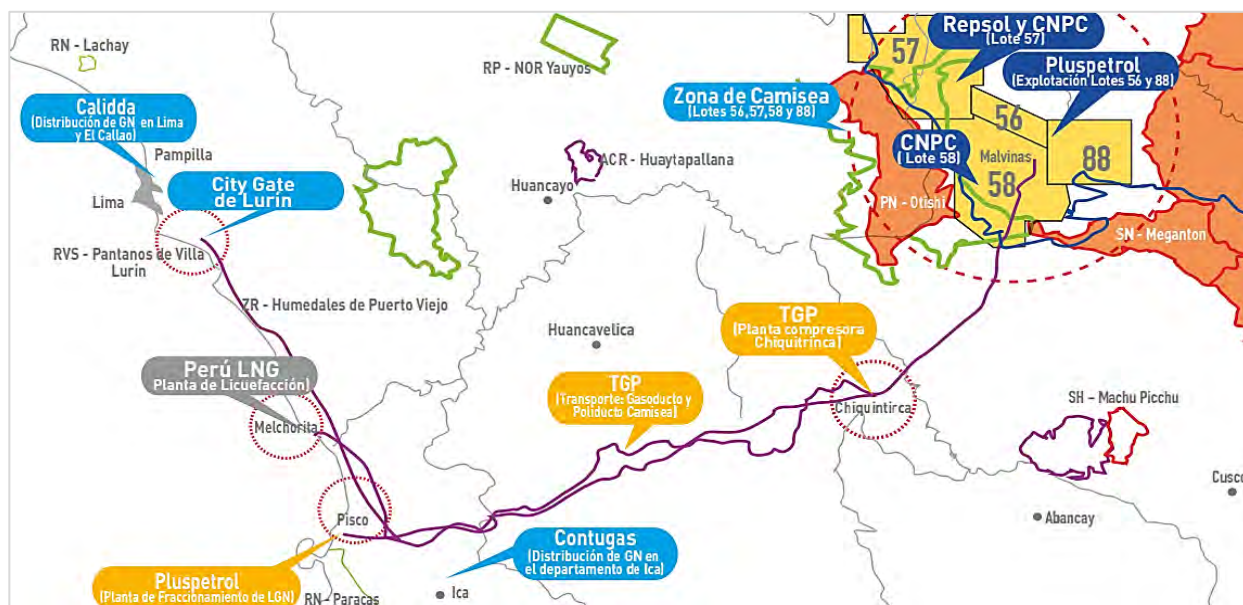
Nota. Adaptado de (Aguirre, 2021)

En el Perú, la empresa Transportadora de Gas del Perú S.A. (TGP), se encarga de transportar el GN y los LGN desde la Planta Malvinas hacia las ciudades de Ica y Lima, así como hasta Planta de Fraccionamiento de Pisco, respectivamente. Asimismo, PERÚ LNG dispone de un ducto para transportar GN desde la Planta Compresora de Chiquintirca hasta su Planta de Licuefacción en Pampa Melchorita. Por otro lado, el transporte virtual es gestionado por concesionarios como GDP y Petroperú.

La **Figura 4** muestra los principales ductos de transporte de GN y LGN con las que cuenta el país.

Figura 4

Red de transporte por ductos de gas natural



Nota. Tomado de (Osinergmin, 2014)

Las **Figura 5 y 6** muestran las tecnologías empleadas para el transporte de GNL y GNC en el interior del país.

Figura 5

Transporte virtual de GNL - cisternas



Nota. Tomado de (PERÚ LNG, 2023)

Figura 6

Transporte virtual de GNC – contenedores MAT® de GALILEO



Nota. Tomado de (GALILEO Technologies, 2024)

En la **Tabla 2** se detallan los principales operadores del sistema de transporte de GN en el país.

Cabe resaltar que, de acuerdo con la información proporcionada por Aguirre (2021), las empresas vinculadas a estaciones de compresión y carga para el GNC en el Perú ya presentan una diversidad en su número, concentrándose en los departamentos de Lima e Ica y la provincia constitucional del Callao.

Esto conduce a la etapa final de la cadena de valor del GN, que involucra las concesiones otorgadas para la distribución. En la actualidad la **Distribución** de GN en el Perú cuenta con cinco concesiones por contrato BOOT. Estas son: Cálidda, Contugas, GDP, Petroperú y Gases del Norte del Perú, centradas en la costa peruana. Es decir, la masificación del GN a nivel nacional se ha basado, principalmente, en Asociaciones Público Privadas (APP) (Aguirre, 2021).

En la **Tabla 3** se detallan las principales Concesiones de Distribución de GN por Red de Ductos en el país.

Tabla 2

Operadores del sistema de transporte de gas natural por ductos en el Perú

Sistema de ductos	Descripción
Transportadora de Gas del Perú S.A. (TGP)	• Sistema de transporte por ductos. • El gas de Camisea se extrae en la selva de Cusco y se procesa en la Planta de Separación de Malvinas. • El GN se transporta a Ica y Lima para su consumo en hogares, comercios, GNV y generadores eléctricos. Por su parte, los LGN se transportan hacia la Planta de Fraccionamiento de Pisco para producir GLP, gasolinas, etc.
PERÚ LNG S.R.L.	• Parte del proyecto de licuefacción de GN del PERÚ LNG. • Transporta GN hacia la primera Planta de Licuefacción del Perú, para transformarlo en GNL y exportarlo. • Inicia en Ayacucho y termina en la Planta de Licuefacción Pampa Melchorita.
Pluspetrol Perú Corporation S.A.	• Sistema de recolección e inyección -flowlines- de Pluspetrol. • Cumplimiento de obligaciones como titular de licencia de Lotes 88 y 56. • Flowlines transportan GN entre pozos de producción y la planta de separación.
Repsol Exploración Perú	• Flowlines de Repsol permiten flujo entre los Lotes 56 y 57 hacia Planta de Separación de Malvinas.
Aguaytia Energy del Perú S.R.L.	• Sistema de recolección e inyección, donde separa gas seco y líquidos, desde el Lote 31C hacia la Planta de Separación de Gas de Curimaná. • Posteriormente, el GN se transporta a Central Térmica de Aguaytía, mientras los líquidos a la Planta de Fraccionamiento de Yarinacocha.
Enel Generación Piura S.A.	• Actividad principal es la generación y distribución de energía eléctrica. • Opera entre Planta de Gas de Pariñas - Central Térmica de Malacas y Planta de Gas de Pariñas – Refinería de Talara.

Nota. Adaptado de (Aguirre, 2021)

Tabla 3*Concesiones de distribución de gas natural por red de ductos en el Perú*

Concesionario	Área de la concesión (Región)	Inicio de operación	Plazo del contrato	Modalidad
Gas Natural de Lima y Callao S.A. (Calidda)	Lima y Provincia Constitucional del Callao	2004	33 años	APP
Contugas S.A.C. (Contugas)	Ica	2014	30 años	APP
Gases del Pacífico S.A.C. (Quavii)	Ancash, La Libertad, Lambayeque y Cajamarca	2017	21 años	APP
Naturgy Perú S.A. (*)	Arequipa, Moquegua y Tacna	2017	21 años	APP
Gases del Norte del Perú S.A.C. (Gasnorp)	Piura	2021	32 años	Solicitud de parte

(*) A la fecha administrada por Petróleos del Perú - Petroperú S.A.

Nota. Adaptado de (Aguirre, 2021)

2.2.3. Distribución de gas natural por red de ductos

Según Energía y Sociedad (2024), las redes de distribución se presentan como derivaciones a partir de los gasoductos de transporte hasta las proximidades de los centros de consumo, que en su conjunto son un conglomerado de tuberías (acero y polietileno) de menor diámetro y presión, que llevan el GN hasta los consumidores finales.

En la red de distribución, se encuentran puntos de conexión conocidos como Estaciones de Regulación de Presión (ERP), cuya función es controlar la presión de salida del GN para evitar que supere los límites establecidos por los equipos de regulación. Las ERP presentan distintas características que se ajustan a los niveles de presión de entrada, presión regulada y caudales a suministrar.

Las redes de distribución pueden diseñarse de dos maneras: en forma de ramal (donde cada usuario cuenta con una única línea de suministro) o de forma mallada (donde la red que suministra al usuario se conecta en varios puntos con el resto de la red de distribución). Aunque el diseñado mallado implica costos mayores, ofrece una mayor fiabilidad y asegura el suministro

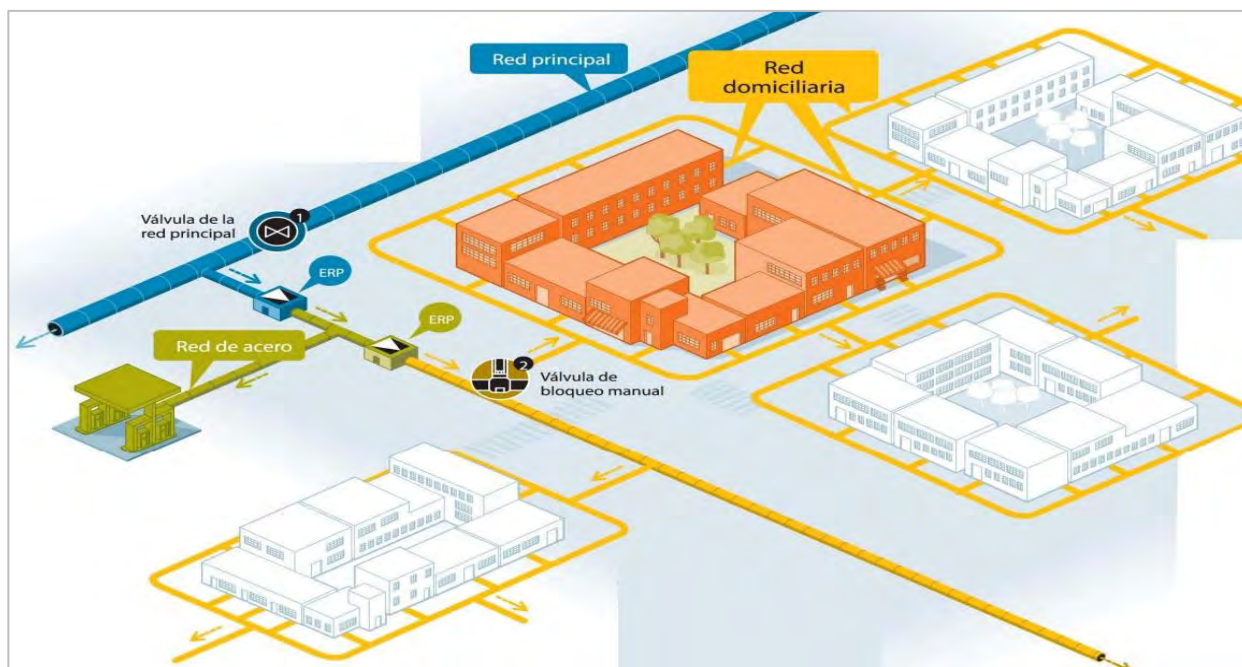
en caso de averías y/o siniestros.

La presión a la cual se suministra el GN varía según el tipo de cliente, oscilando desde presiones relativas inferiores a 0.05 bares para consumidores más pequeños, como los domésticos, hasta presiones que superan los 40 bares para centrales eléctricas y grandes consumidores industriales, que a menudo se alimentan directamente desde el sistema de transporte (Energía y Sociedad, 2024).

La **Figura 7** presenta el esquema típico de una red de distribución de GN empleada por los concesionarios.

Figura 7

Esquema típico de redes de distribución de gas natural



Nota. Tomado de (Cálidda, 2019)

2.2.3.1. Concesiones de distribución de gas natural por red de ductos en el Perú

Tal como indica Osinergmin (2021). En Perú, las licencias para la distribución de GN se conceden a través de dos métodos: (i) mediante licitación o concurso público y (ii) a través de

solicitudes de parte. Actualmente, existen cinco concesiones vigentes para la distribución de GN y todas se encuentran distribuidas en diez departamentos; dos en el norte, dos en el sur y una en el centro (Lima) del país.

La **Figura 8** muestra el área de influencia de las cinco concesiones de distribución de GN vigentes en el país.

Figura 8

Área de influencia de las concesiones de distribución de gas natural por red de ductos en el Perú



Nota. Tomado de (Promigas Perú, 2023)

- **Contrato de concesión del sistema de distribución de gas natural por red de ductos de la Concesión Norte**

Según el informe publicado de Osinergmin (2021), el 27 de julio de 2013 se adjudicó la buena pro de la Concesión del Sistema de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos - Concesión Norte a Gases del Pacífico S.A.C. (Quavii). Hasta el 31 de diciembre de 2019, los accionistas de la empresa son Promigas S.A. E.S.P. (con el 75 % de las acciones) y Surtidora de

Gas del Caribe S.A. E.S.P. (con el 25 % de las acciones). El proyecto fue adjudicado como una Asociación Público Privada autofinanciada con el objetivo de promover el uso de GN en las regiones de Ancash, La Libertad, Lambayeque y Cajamarca, especialmente en ciudades como Coishco, Chimbote, Huaraz, Pacasmayo, Trujillo, Chiclayo, Lambayeque y Cajamarca. Como parte de la concesión, la empresa concesionaria tiene la responsabilidad de diseñar, suministrar bienes y servicios, construir y operar el sistema de distribución, incluyendo su mantenimiento y reparación, así como proporcionar el servicio de distribución. La licitación se basó en el mayor valor presente del número total de consumidores conectados, y GDP ganó la licitación al comprometerse con la conexión de 150137 consumidores en los primeros cinco años de la concesión.

A la fecha, el contrato ha experimentado modificaciones a través de una adenda que alteró el pliego y la categoría tarifaria según lo estipulado en la cláusula 11 del contrato. Como se mencionó anteriormente, GDP está comprometida a conectar 150137 usuarios residenciales en un plazo de 5 años desde la fecha de POC, que fue el 7 de diciembre de 2017.

La **Tabla 4** detalla los aspectos más relevantes del contrato de concesión de distribución de GN de GDP.

Tabla 4

Principales datos de la Concesión Norte

Tema	Detalle
Concesionario	Gases del Pacífico S.A.C. (Quavii - GDP)
Factor de Competencia	Mayor número de consumidores conectados
Tipo de concesión	Autofinanciada
Fecha de la buena pro	27/07/2013
Fecha de firma del contrato o fecha de cierre	31/10/2013
Plazo de la concesión	21 años desde la fecha de cierre
Fecha POC	7/12/2017

Nota. Adaptado de (GPAE - Osinergmin, 2018)

- **Características del sistema de distribución de Gases del Pacífico**

Osinergrmin (2021), señala que el sistema de distribución de GN a través de la red de ductos de GDP se extiende por las ciudades de Coishco, Chimbote, Huaraz, Pacasmayo, Trujillo, Chiclayo, Lambayeque y Cajamarca. El transporte de GN se efectúa mediante camiones cisterna que operan como transporte virtual de GNL, desde la Planta de Licuefacción de GN administrada por PERÚ LNG en Cañete hasta las ED ubicadas en cada ciudad de la concesión.

Estas Estaciones incluyen sistemas de almacenamiento, regasificación, regulación, medición y odorización del GN. La distribución en las ciudades se lleva a cabo mediante tuberías de polietileno de diversos diámetros, como 32 mm, 63 mm, 90 mm, 110 mm, 160 mm y 200 mm.

La **Figura 9** muestra parte del área de influencia de la Concesión Norte y la ruta del transporte virtual de GNL.

Figura 9

Mapa del sistema de distribución de GDP - Concesión Norte

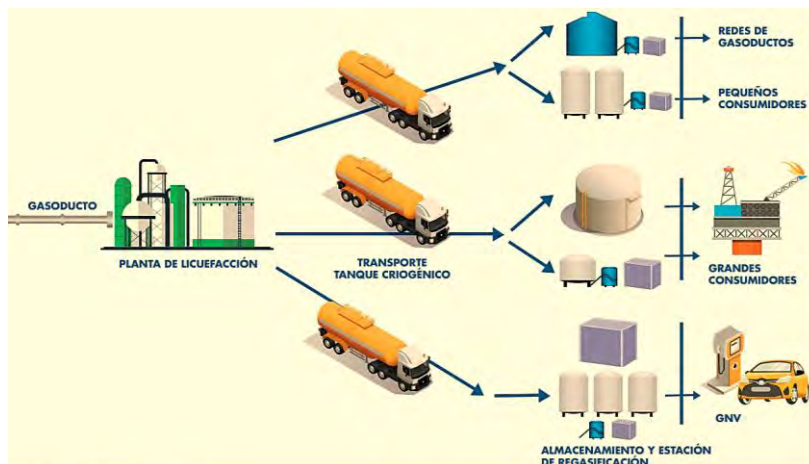


Nota. Tomado de la (GART - Osinergrmin, 2015)

La **Figura 10** muestra el esquema del transporte virtual del GNL y la distribución de GN a los usuarios finales en la Concesión Norte.

Figura 10

Sistema de distribución virtual de GNL – Concesión Norte

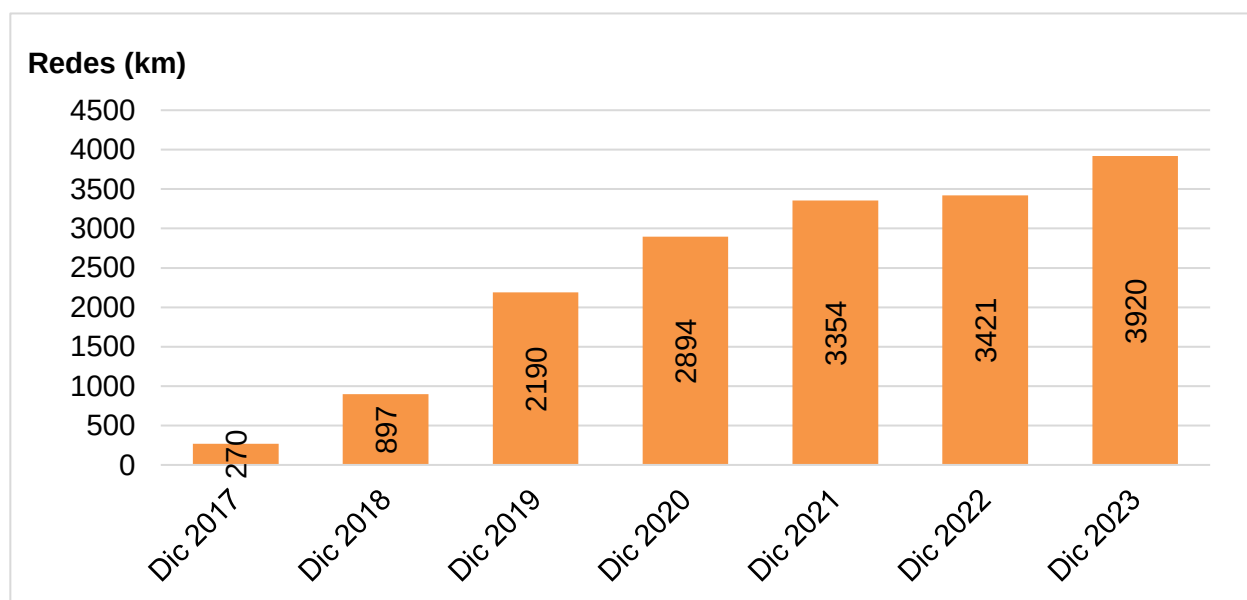


Nota. Tomado de (Osinergrmin, 2021)

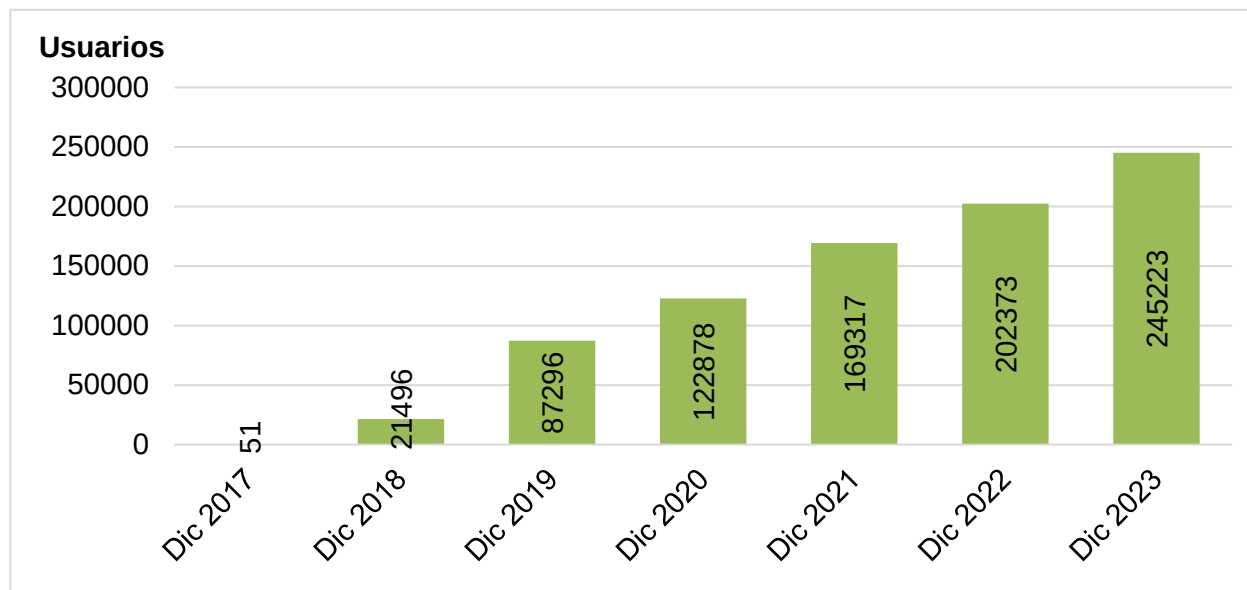
A diciembre de 2023, GDP cuenta con un total de 3920 km de redes de polietileno y 245223 usuarios conectados. Las **Figura 11** y **12** presentan la evolución del tendido de redes y la cantidad de usuarios conectados en la Concesión Norte desde su POC en 2017.

Figura 11

Expansión de redes de GDP - Concesión Norte



Nota. Adaptado de (Osinergrmin, 2024)

Figura 12*Usuarios conectados de GDP - Concesión Norte*

Nota. Adaptado de (Osinergrmin, 2024)

2.2.4. Programas de masificación de gas natural

Desde el inicio de las operaciones comerciales del Proyecto Camisea en 2004, las diversas administraciones estatales, tanto del Ejecutivo como del Legislativo, han expresado la intención de popularizar el uso de GN. Esto se interpreta como una política gubernamental orientada a llegar a un número significativo de usuarios residenciales y facilitarles el acceso al hidrocarburo a un costo asequible y constante. La ejecución del Proyecto Camisea fue presentada como una iniciativa destinada a proporcionar a la población en todo el país acceso a una fuente de energía no solo económica y estable, sino también sostenible y de bajo impacto ambiental.

Para ello el gobierno peruano implementó varios programas de incentivos con el objetivo de promover la adopción masiva del GN como una fuente de energía predominante en el país. Algunos de estos programas fueron:

- **Programa de conversión vehicular a gas natural:** Se establecieron incentivos

para la conversión de vehículos a GN, brindando apoyo económico a propietarios de vehículos que optaran por este tipo de conversión, a través de subsidios, reducción de impuestos o facilidades en el acceso al crédito.

- **Programa de masificación del uso del gas natural residencial:** Se implementaron incentivos para promover la instalación de conexiones de GN en hogares, especialmente en zonas urbanas, ofreciendo subsidios o tarifas preferenciales para la instalación de sistemas de GN en viviendas.
- **Incentivos para industrias y comercios:** Se establecieron programas destinados a incentivar a las industrias y comercios para que cambien sus sistemas de energía a GN, ofreciendo beneficios fiscales, subsidios o asesoramiento técnico para la transición hacia este combustible.
- **Desarrollo de infraestructura:** Se promovieron inversiones en infraestructura para la distribución de GN, incluyendo la construcción de redes de distribución y estaciones de servicio de gas natural vehicular (GNV) (Revista Energia, 2022).
- **Plan Con Punche Perú:** Es una iniciativa del gobierno creada por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) mediante el Fondo de Inclusión Social Energético (FISE), dirigido a estimular la reactivación económica a través de una variedad de medidas, entre las que se destaca la inversión en infraestructura. Un ejemplo de esta inversión es la construcción de más de 1100 kilómetros de redes de distribución de GN, lo que permitió la conexión del servicio para 274357 familias, en las regiones de Ica, Lima, Callao, Ancash, La Libertad, Lambayeque, Cajamarca y Piura.

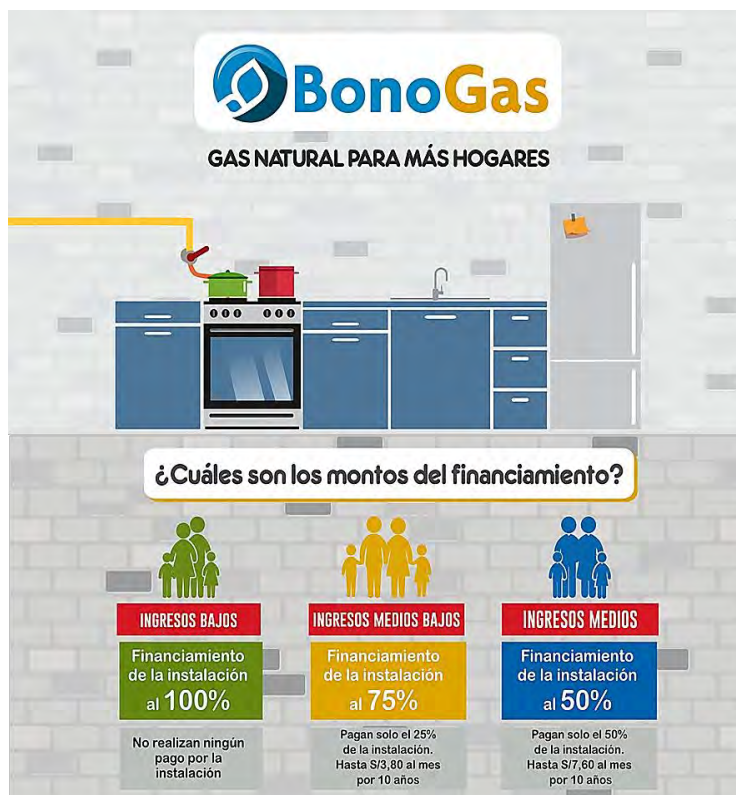
Durante el año 2023, gracias al Plan Con Punche Perú, se reactivó la masificación de gas en la Concesión Sur Oeste, mediante el programa BonoGas. Estas acciones permitirán que 22061 nuevos beneficiarios en las ciudades de Arequipa, Tacna, Moquegua e Ilo accedan al GN

residencial (El Peruano, 2024).

La **Figura 13** presenta algunos aspectos importantes del programa BonoGas.

Figura 13

Programa BonoGas del Ministerio de Energía y Minas



Tomado de (MINEM, 2024).

Nota. El BonoGas es un incentivo destinado a financiar la instalación de GN en hogares. Para acceder a este beneficio, el solicitante debe pertenecer a una manzana con un nivel socioeconómico clasificado como medio, medio bajo o bajo, según el INEI. Además, es necesario que la red de GN pase cerca de su residencia. Cabe destacar que el BonoGas puede cubrir el 100 %, 75 % o 50 % de los costos de instalación, dependiendo del nivel socioeconómico según el INEI (MINEM, 2024).

2.2.5. Transporte virtual

La definición de los gasoductos virtuales se justifica en su diferencia con respecto a los

gasoductos convencionales, tanto en su concepción como en su funcionamiento. Desde el punto de vista técnico, estos representan una alternativa rápida y flexible para el transporte de GN en comparación con los ductos convencionales (Garamendi Durán, 2021).

Según Zapata M. (2017), un gasoducto virtual es una alternativa de suministro de GN, ya sea por vía terrestre o marítima. Este tipo de gasoducto se utiliza en situaciones donde no existen gasoductos convencionales o los existentes están limitados en su capacidad. Asimismo, se emplean en periodos de alta demanda, durante mantenimientos y reparaciones de gasoductos existentes, así como en la promoción del uso de GNV, entre otros escenarios.

En el Perú, el transporte virtual tiene como principal objetivo suministrar GN a las concesiones de distribución de GN por red de ductos que no están conectadas al ducto de transporte de TGP. Este servicio resulta crucial para la Concesiones Norte y Sur Oeste, ya que operan con ED y utilizan camiones cisterna para abastecerse de GNL desde Pampa Melchorita. Además, la Concesión Norte cuenta con estaciones de descompresión de GNC ubicadas en las ciudades de Trujillo y Chiclayo, lo que les permite acceder a GNC desde Piura en periodos de alta demanda o situaciones de emergencia.

2.2.5.1. Gas Natural Licuado

El Gas Natural Licuado, también llamado GNL, es el GN que ha sido convertido a su fase líquida mediante un proceso de enfriamiento a temperaturas inferiores a -163°C . Una vez que el GN se encuentra en estado líquido, su volumen se reduce hasta en 600 veces, lo cual permite un transporte más eficiente (PERÚ LNG, 2016).

Al igual que el Gas Natural Comprimido o GNC, el uso de la tecnología del GNL es atractivo cuando una población está muy alejada del gasoducto y no es económicamente eficiente la construcción de otro ducto exclusivo para su abastecimiento (Osinergrmin, 2014).

- **Planta de licuefacción de PERÚ LNG**

La planta de licuefacción de GN de PERÚ LNG se encuentra en Pampa Melchorita,

Cañete, Lima. Fue inaugurada el 10 junio de 2010 y marcó un hito siendo la primera planta de licuefacción de GN de Sudamérica. Esta planta tiene una capacidad instalada de 4.45 MMTPA y procesa aproximadamente 625 MMPCD de GN, capacidad que cubre los 4.2 MMTPA de GNL establecidos en su contrato (PERÚ LNG, 2022).

En este complejo, el GN proveniente de Camisea es acondicionado y sometido a un primer enfriamiento con propano. Luego, se somete al proceso de licuefacción, donde se enfría y sub enfría mediante una mezcla de refrigerantes (metano, etano, etileno, propano y nitrógeno). El GNL resultante se almacena en dos tanques de almacenamiento, cada uno con una capacidad de 130000 m³, hasta su posterior despacho a los buques metaneros y camiones cisterna (PERÚ LNG, 2016).

Gran parte del GNL producido se destina a la exportación; sin embargo, una fracción menor está dirigida al mercado interno. Esta porción se destina a las Concesiones de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos de GDP S.A.C. y Petroperú S.A., según el acuerdo establecido entre estas empresas y Shell GNL Perú S.A. (DSGN - Osinergmin, 2023).

La **Figura 14** presenta la planta de licuefacción y el terminal marítimo de PERÚ LNG.

Figura 14

Planta de licuefacción y terminal marítimo de PERÚ LNG



Nota. Tomado de PERÚ LNG (GART - Osinergmin, 2012)

- **Terminal de carga de camiones de GNL**

El terminal de carga de camiones de GNL, ubicado en las instalaciones de la Planta de PERÚ LNG, inició sus operaciones comerciales el 9 de julio de 2018 luego de completar la fase de pruebas y obtener los permisos finales emitidos por Osinergmin. Desde entonces, este terminal ha garantizado el suministro de GNL a las ED en el Norte y Sur Oeste del país mediante el uso de camiones cisterna. Además, ha atendido a Limagas, un nuevo cliente de PERÚ LNG responsable de transportar GNL para la región Cusco (PERÚ LNG, 2022).

La **Figura 15** presenta la planta de licuefacción de GN de PERÚ LNG y el terminal de carga de camiones cisterna de GNL, destinado para atender las concesiones virtuales.

Figura 15

Terminal de carga de camiones de PERÚ LNG



Nota. Tomado de (PERÚ LNG, 2022)

- **Camiones cisterna de GNL**

De acuerdo con SEDIGAS (2019), una cisterna se define como un depósito que incluye tanto sus equipos de servicio como su estructura. En este contexto, un camión cisterna de GNL es un vehículo diseñado específicamente para transportar GNL de manera segura y eficiente por carretera.

De acuerdo con SEDIGAS (2017), las cisternas para el transporte de GNL son cisternas aisladas térmicamente, diseñados para mantener el líquido a una temperatura extremadamente baja de alrededor de -160°C , permitiendo así que se conserve durante el tiempo necesario para llevar a cabo las operaciones de suministro.

Los materiales que entran en contacto con el GNL deben ser altamente resistentes y capaces de soportar bajas temperaturas, como es el caso del acero inoxidable, bronce, aluminio, entre otros.

De acuerdo con EMSA (2018), en términos del diseño del tanque de carga, los camiones de GNL se pueden dividir en dos tipos: camiones cisterna aislados con poliuretano y camiones cisterna aislados al vacío. Los camiones cisterna aislados con poliuretano se caracterizan por disponer de un único depósito fabricado en acero inoxidable, el cual está aislado mediante paneles rígidos de poliuretano. Por otro lado, los camiones cisterna aislados al vacío son unidades que disponen de un tanque de carga de doble pared, aislado al vacío, cuyo espacio entre los tanques está aislado con materiales como la perlita.

2.2.5.2. Gas Natural Comprimido

Según el ente fiscalizador y regulador Osinergmin, el GNC se refiere al GN almacenado a elevadas presiones normalmente en un rango de 200 a 250 bar, conforme a las regulaciones de cada país. El proceso comienza con la compresión del GN para su almacenamiento en recipientes especializados que son montados sobre unidades vehiculares para luego, ser transportados por carretera hasta llegar al destino previsto.

Los gasoductos virtuales son creados por la empresa Argentina Galileo, término utilizado por sus creadores para resaltar que, a pesar de no invertir en la construcción de un costoso gasoducto, el usuario final recibe el suministro de GN de manera similar a si dicho gasoducto estuviera presente. Esto se logra mediante botellas que almacenan el GN a presiones aproximadamente de 250 bares y en modulo que constan de alrededor de 36 cilindros, pesando cerca de 7 toneladas por modulo, conocidos como Modulo de Almacenamiento y Transporte (MAT). Los módulos se montan sobre plataformas, se descomprimen y se conectan a una red de abastecimiento doméstico o industrial (Osinegmin, 2021).

La **Figura 16** muestra la representación gráfica de un gasoducto virtual de GNC.

Figura 16

Esquema del gasoducto virtual de GNC



Nota. Tomado de (GALILEO Technologies, 2024)

El Sistema de Distribución por Red de Ductos permite que las empresas o usuarios cercanos a las redes accedan al uso del GN, obteniendo los beneficios de su consumo. No obstante, este sistema no logra llegar a usuarios en áreas distantes de las redes o que residen en zonas con baja demanda, ya que la ampliación de las redes de GN implican costos elevados. En

estos casos, se utilizan otros medios de transporte como alternativa para promover el uso del GN (Osinergmin, 2021).

2.2.6. Estación de Distrito

Es el sistema compuesto por instalaciones de almacenamiento, regasificación y regulación, diseñadas para proveer GN a consumidores locales ubicados en áreas no cubiertas por redes de GN canalizado. En estos lugares, el suministro se lleva a cabo mediante la descarga de cisternas que transportan GNL por carretera.

La ED es la instalación que permite el logro de los siguientes objetivos: i) recepción y almacenamiento del GNL; y ii) vaporización / regasificación (el GNL retorna a su estado gaseoso a temperatura próxima a la de la temperatura ambiente), regulación, medición y odorización.

La ED se compone principalmente de los siguientes elementos:

- **Área de descarga de cisternas de GNL.**
- **Tanques de almacenamiento de GNL:** Se trata de recipientes cilíndricos, que pueden ser horizontales o verticales, dependiendo de sus capacidades y de los requisitos de espacio necesarios para cumplir con las distancias de seguridad establecidas por la normativa correspondiente. Estos depósitos están provistos de válvulas, instrumentos y dispositivos de control, la mayoría de los cuales se encuentran agrupados en uno de los extremos del depósito y dispuestos de manera accesible.
- **Sistema de regasificación (atmosférico y forzado):** Tiene como propósito proporcionar energía térmica al GNL para inducir su cambio de estado, de líquido a gaseoso, y luego calentarlos hasta alcanzar la temperatura ambiente.
- **Sistemas de odorización:** La finalidad de este sistema es mejorar la detección de posibles fugas de GN al incorporar una pequeña cantidad de odorizante a la corriente de salida del GN.
- **Sistema de regulación y medición:** Se instalan con el propósito de medir, reducir y

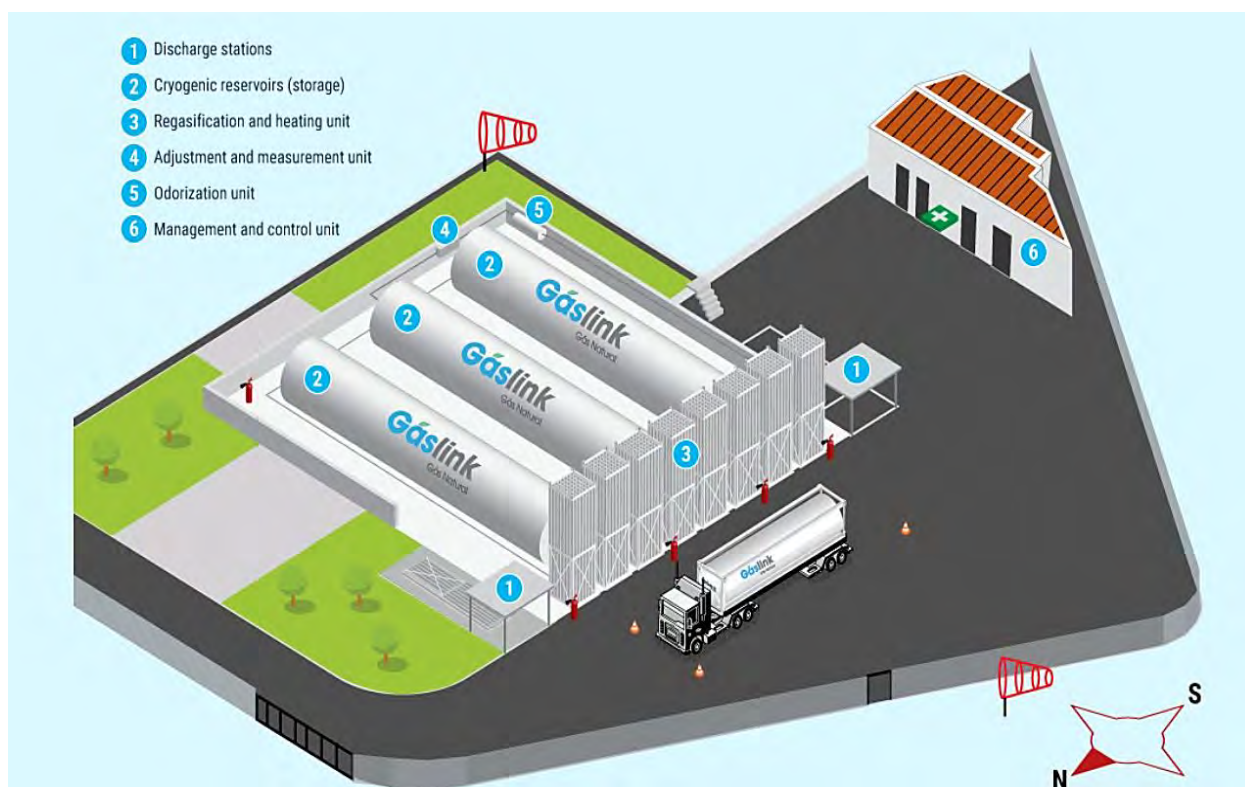
regular la presión del GN, asegurando un suministro eficiente a la red de distribución.

- **Sistema de control y funcionamiento de la planta:** Con el objetivo de mantener un sistema contralado en todos sus parámetros de funcionamiento, con paradas de emergencia que le permitan cortar el suministro de forma inmediata en caso de alguna emergencia (Carvajal, 2018).

La **Figura 17** muestra el esquema detallado de una ED.

Figura 17

Estación de Distrito – regasificación de GNL



Nota. Tomado de (Gáslink, 2024)

En el Perú, GDP y Petroperú cuentan con ED para abastecer de GN a los consumidores dentro de su concesión.

La concesión operada por GDP cuenta con ED en las ciudades de Coishco, Chimbote, Huaraz, Pacasmayo, Trujillo, Chiclayo, Lambayeque y Cajamarca. Por su parte, la concesión

operada por Petroperú cuenta con ED en las ciudades de Arequipa, La Joya, Moquegua, Ilo y Tacna.

La **Figura 18** muestra una ED de GDP. Es preciso señalar que todas las ED cuentan con Vaporizadores Ambientales para la regasificación de GNL.

Figura 18

Estación de Distrito de GDP - Concesión Norte



Nota. Tomado de (Revista Energía, 2019)

2.2.6.1. Almacenamiento de GNL en una Estación de Distrito

De acuerdo con SEDIGAS (2019), en las ED se pueden identificar distintos grupos funcionales de instalaciones principales. Dentro de estos grupos se encuentra la instalación de Almacenamiento de GNL, la cual está constituida por uno o varios depósitos criogénicos diseñados específicamente para contener GNL.

Por lo general, en estas Estaciones se utilizan tanques de doble envoltente metálica. La capa interior de estos tanques está hecha de acero inoxidable y la exterior de acero al carbono. El espacio entre los tanques se somete a vacío y se rellena con perlita expandida.

Estos tanques, ya sean horizontales o verticales según sus capacidades y el espacio disponible para cumplir con las distancias de seguridad, se fabrican de acuerdo con las normativas internacionales y nacionales vigentes de Aparatos a Presión. Además, es fundamental que estos tanques obtengan la debida homologación para ser utilizados de manera segura con GNL.

La **Figura 19** muestra los tanques de almacenamiento de una ED. Como se mencionó previamente, estos tanques pueden ser de tipo horizontal (a) o vertical (b) dependiendo de la demanda local o el espacio disponible para su instalación.

Figura 19

Tanques de almacenamiento de GNL en una Estación de Distrito



Nota. Tomado de (SEDIGAS, 2019).

2.2.7. Tecnologías de transporte y almacenamiento de GNL

2.2.7.1. Embarcaciones de almacenamiento y regasificación

Las embarcaciones de almacenamiento y regasificación de GNL son unidades flotantes que permiten la recepción, el almacenamiento y la regasificación del GNL en entornos marítimos (offshore), facilitando su posterior inyección en redes de transporte y distribución de GN. Estas

unidades representan una solución tecnológica que combina almacenamiento, regasificación y movilidad, lo que las convierte en una alternativa flexible frente a los terminales terrestres convencionales.

De manera general, se distinguen dos tipos principales:

- **Unidades Flotantes de Almacenamiento y Regasificación (FSRU):** embarcaciones de gran capacidad que incorporan sistemas avanzados de almacenamiento y regasificación, orientadas a cubrir demandas significativas de GN (ExxonMobil, 2017).
- **Barcazas de almacenamiento y regasificación:** unidades de menor escala que, pese a su tamaño reducido, cumplen funciones similares, adaptándose a contextos específicos donde la infraestructura fija es limitada (Wärtsilä, 2016).

Entre sus características más relevantes destacan la flexibilidad operativa y la posibilidad de asegurar el suministro sin necesidad de ejecutar grandes obras civiles permanentes. En particular, las FSRU y barcazas pueden retirarse una vez finalizado un proyecto, evitando así la permanencia de instalaciones redundantes en tierra (Carniani, 2023).

La **Figura 20** muestra un ejemplo representativo de este tipo de unidades.

Figura 20

FSRU y barcaza de almacenamiento y regasificación de GNL



Nota. Tomado de (ExxonMobil, 2017) y (Wärtsilä, 2016).

2.2.7.2. LNG mobile regasification trailer

Los remolques móviles de regasificación de GNL son unidades móviles que integran en un solo sistema la capacidad de almacenamiento y regasificación, permitiendo suministrar GN a localidades sin acceso a redes convencionales, proyectos especiales o grupos electrógenos. Estos equipos están diseñados para ser remolcados por camiones facilitando su traslado rápido y eficiente a distintos puntos de consumo (Chart Industries, 2023).

Su diseño incorpora un tanque criogénico horizontal de acero inoxidable aislado al vacío, junto con un sistema de regasificación que permite convertir el GNL en GN. Debido a estas características, constituyen una alternativa viable para la generación de energía a pequeña escala y para la industrialización, como lo destacó Abdalla Altayeb (2015) en la conferencia “17th África OILGASMINE” organizada por la UNCTAD⁷.

La **Figura 21** presenta un ejemplo de este tipo de unidades:

Figura 21

Remolque móvil de regasificación de GNL



Nota. Tomado de (Chart Industries, 2023)

⁷ Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo.

2.2.7.3. LNG ISO containers

Los contenedores ISO de GNL son tanques criogénicos presurizados montados sobre un bastidor estándar ISO, lo cual permite su manipulación y traslado a través de una cadena logística intermodal eficiente (EMSA, 2018). Estos contenedores, también denominados contenedores portátiles criogénicos, incorporan un tanque de acero inoxidable protegido por una envolvente de acero al carbono (Cambridge Systematics, Inc., 2019). El espacio entre ambos se aísla mediante materiales multicapa y escudos contra la radiación térmica, mantenido al vacío para reducir la transferencia de calor y conservar el GNL en estado líquido (UNECE, 2021).

La **Figura 22** presenta un contenedor ISO utilizado en el transporte y almacenamiento del GNL.

Figura 22

Contenedor ISO de GNL



Nota. Tomado de (Cambridge Systematics, Inc., 2019)

2.2.8. Política energética y seguridad energética

2.2.8.1. Política energética

De acuerdo con la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) (2016), las políticas públicas son instrumentos que posibilitan al Estado satisfacer requerimientos políticos,

económicos y sociales, a través del establecimiento de derechos y obligaciones a nivel nacional, así como mediante la coordinación entre actores nacionales e internacionales, basadas en una visión política de plazo determinado. En ese contexto, OLADE describe la política energética como *“un conjunto de directrices y estrategias consensuadas y adoptadas por una autoridad gubernamental competente, orientadas a abordar situaciones públicas y cumplir con las necesidades sociales asociadas al sector energético”*.

En el Perú, estos lineamientos están definidos en el Decreto Supremo N° 064-2010-EM, que aprueba la Política Energética Nacional del Perú 2010-2040. En relación al GN, esta política tiene como objetivo principal:

- *“Fomentar la industria del gas natural, y su aplicación en actividades como el uso domiciliario, transporte, comercio e industrias, además de promover la generación eficiente de electricidad”*.

Además, con la finalidad de favorecer el desarrollo del GN y cumplir con el objetivo mencionado, se establecieron los siguientes lineamientos:

- Fomentar la sustitución de los combustibles líquidos derivados del petróleo, en la industria y el transporte, mediante el uso de GN y GLP.
- Promover la implementación de sistemas de distribución de GN en todos los sectores de consumo a lo largo del país.
- Impulsar el uso eficiente del GN.
- Incentivar el progreso en la industria petroquímica.
- Buscar la implementación de una tarifa única de GN según el sector de consumo.
- Extender y fortalecer el uso de GN y GLP en la población peruana.
- Promocionar la expansión de infraestructuras de transporte y almacenamiento de hidrocarburos en concordancia con el progreso del país.

Hasta la fecha, estos lineamientos han contribuido a un aumento progresivo en el número

de familias que tienen acceso a una energía más limpia en comparación con los derivados del petróleo. Sin embargo, para garantizar un suministro continuo de GN, es esencial considerar medidas a tomar ante una posible interrupción de este recurso y enfocarse en fortalecer la seguridad energética.

2.2.8.2. Seguridad energética

De acuerdo con Tamayo Pacheco & Quintanilla Acosta (2017), las fuentes de energía primaria como el petróleo y GN son esenciales para el crecimiento económico. Estos recursos contribuyen a mejorar la calidad de vida de las personas y permiten satisfacer necesidades como transporte, alimentación, vivienda, salud y educación. Sin embargo, asociado al uso de estos recursos existe el riesgo de un desabastecimiento energético.

2.2.9. Evaluación económica de la inversión del proyecto

2.2.9.1. CAPEX

El CAPEX (*Capital Expenditure*) se refiere a la inversión en bienes de capital o activos fijos destinada a mejorar la capacidad o eficiencia productiva de la empresa, como la adquisición o renovación de infraestructura y equipos (Boronat Ombuena, Leotesc, & Navarro Enguítanos, 2019).

2.2.9.2. OPEX

El OPEX (*Operational Expenditure*) comprende los gastos operativos asociados al uso y mantenimiento de los bienes de capital, necesarios para el funcionamiento continuo de las actividades empresariales (Boronat Ombuena, Leotesc, & Navarro Enguítanos, 2019).

2.2.9.3. Flujo de caja

El flujo de caja representa los ingresos y egresos de un proyecto durante un periodo determinado, permitiendo evaluar su rentabilidad y viabilidad económica. De acuerdo con Sapag Chain, Sapag Chain, & Sapag Puelma (2014), el flujo de caja de un proyecto se compone de cuatro elementos fundamentales:

- a) Ingresos y egresos de operación,
- b) Egresos iniciales de inversión,
- c) Momento en que ocurren los flujos, y
- d) Valor de desecho o salvamento⁸ del proyecto.

2.2.9.4. VAN

El Valor Actual Neto (VAN) es un indicador que mide la rentabilidad de un proyecto al calcular el valor presente de los flujos de caja futuros y descontar la inversión inicial (Virreira Ávila, 2020). Según Sapag Chain, Sapag Chain, & Sapag Puelma (2014), un proyecto es viable cuando su VAN es *igual o superior a cero*, lo que indica que los flujos netos actualizados superan los costos de inversión. La expresión para su cálculo se define como:

$$VAN = -C_0 + \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} + \frac{VR_n}{(1+r)^n} \quad (1)$$

Donde:

- C_0 : Inversión inicial.
- CF_n : Flujo neto durante el periodo “n”.
- r : Tasa de descuento⁹.
- VR_n : Valor residual.
- n : Número de periodos u horizonte del proyecto.

2.2.9.5. TIR

La Tasa Interna de Retorno (TIR), es la tasa de descuento que hace que el VAN del proyecto sea igual a cero (Baca Urbina, 2013). Según Virreira Ávila (2020), un proyecto es viable cuando la TIR es igual o superior a la tasa de descuento (r), ya que la rentabilidad generada

⁸ Valor de salvamento: corresponde al monto que se espera recuperar por la venta o liquidación de los activos al término de su vida útil (Sapag Chain, Sapag Chain, & Sapag Puelma, 2014).

⁹ Tasa de descuento: denominada así porque convierte el valor futuro del dinero a su equivalente presente (Baca Urbina, 2013).

supera la rentabilidad mínima requerida. La expresión para su cálculo se define como:

$$-C_0 + \frac{CF_1}{(1+TIR)^1} + \frac{CF_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+TIR)^n} = 0 \quad (2)$$

Donde:

- C_0 : Inversión inicial.
- CF_n : Flujo neto durante el periodo “n”.
- TIR: Tasa Interna de Retorno.
- n: Horizonte del proyecto.

2.2.9.6. ROI (Return on Investment)

El Retorno sobre la Inversión (ROI) es un indicador que mide la rentabilidad de una inversión comparando los beneficios netos obtenidos con el costo de la inversión, expresado en porcentaje (Pulliam Phillips & Phillips, 2019). Su cálculo se define mediante la siguiente expresión:

$$ROI = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Inversion inicial}} \times 100 \quad (3)$$

Donde:

- Beneficio Neto: ganancias después de costos y gastos.
- Inversión Inicial: total de recursos invertidos en el proyecto

Un ROI positivo indica ganancias, mientras que un ROI negativo refleja pérdidas (Cuevas Villegas, 2001).

2.2.9.7. Periodo de recuperación de la inversión (Payback)

El periodo de recuperación o Payback determina el número de periodos necesarios para recuperar la inversión inicial a partir de los flujos netos de beneficios generados por el proyecto (Sapag Chain, Sapag Chain, & Sapag Puelma, 2014). La expresión para su cálculo se define como:

$$PR = \frac{I_0}{BN} \quad (4)$$

Donde:

- PR: periodo de recuperación.
- I_0 : inversión inicial.
- BN: beneficios netos anuales generados por el proyecto.

Un proyecto es más atractivo cuando su periodo de recuperación es menor, ya que implica mayor liquidez y menor riesgo (Sapag Chain, Sapag Chain, & Sapag Puelma, 2014).

2.3. Marco Conceptual

- **Gas natural:** Mezcla de Hidrocarburos en estado gaseoso cuyo componente principal es el metano (CH_4) (Osinergmin, 2012).
- **Gas Natural Comprimido (GNC):** GN almacenado a altas presiones (Osinergmin, 2021).
- **Gas Natural Licuefactado (GNL):** GN convertido a su estado líquido mediante un proceso criogénico (PERÚ LNG, 2016).
- **Regasificador (vaporizador) ambiental:** Intercambiador de calor que vaporiza el GNL utilizando el aire del ambiente (Carvajal, 2018).
- **Cisterna:** Un depósito, incluidos sus equipos de servicio y de estructura (SEDIGAS, 2019).
- **Transporte multimodal:** Modalidades diferentes de transporte (EMSA, 2018).
- **Transporte virtual de gas natural:** Medios de transporte de GN que difieren de un ducto convencional (Zapata M., 2017).
- **Contenedores ISO o ISO contenedores:** Recipientes estandarizados para el transporte seguro y eficiente del GNL (Cambridge Systematics, Inc., 2019).
- **Política energética:** Conjunto de disposiciones para gestionar el uso y suministro de energía de manera eficiente y sostenible (OLADE, 2016).

- **Seguridad energética:** Disponibilidad ininterrumpida de fuentes de energía a un precio asequible (Tamayo Pacheco & Quintanilla Acosta, 2017).
- **Cadena de valor del gas natural:** Conjunto de procesos o eslabones que sigue el GN desde la fase de exploración, producción, transporte y distribución, hasta llegar a disposición del usuario final (Aguirre, 2021).
- **Distribución de gas natural:** Movilización del GN a distancias cortas y bajas presiones hacia los consumidores finales (Aguirre, 2021).
- **Concesiones de distribución:** Derecho que otorga el Estado, a una persona jurídica, para diseñar y construir el sistema de Distribución (Osinermin, 2021).
- **Área de concesión:** Extensión geográfica dentro de la cual el concesionario presta el servicio de Distribución (Osinermin, 2021).
- **Transporte de gas natural:** Transferencia de GN a través de tuberías (Aguirre, 2021).
- **Programas de masificación:** Programas del Estado que financian el acceso al servicio público de gas natural, como el BonoGas (MINEM, 2024).
- **Estación de Distrito:** Conjunto de instalaciones de recepción, almacenamiento y regasificación de GNL destinadas a suministrar GN por red de ductos a consumidores finales (Carvajal, 2018).

CAPITULO III: MÉTODOS

3.1. Análisis de la cadena de valor del GNL y determinación de factores de interrupción en el suministro de gas natural

En esta sección se llevó a cabo un análisis integral de la cadena de valor del GNL, desde la producción de GN en los pozos de Camisea hasta la descarga y regasificación en la ED Chimbote. El objetivo fue identificar los puntos vulnerables en la cadena y determinar los factores que pueden ocasionar interrupciones en el suministro de GN en el distrito de Chimbote, comprometiendo su seguridad energética.

Para lograr este objetivo, se revisó la cadena de valor descrita en el marco teórico, con énfasis en el GNL. Este análisis permitió reconocer **vulnerabilidades** específicas en cada eslabón, cuyos resultados se presentan en la **sección 4.1.1**.

Los **factores de interrupción del suministro** se determinaron mediante un **análisis cualitativo y cuantitativo** de resoluciones ministeriales sobre declaratorias de emergencia, las cuales se emitieron en respuesta a situaciones que afectaron total o parcialmente el abastecimiento de GN al mercado interno.

En cuanto al **análisis cualitativo**, se recopiló y revisó la información contenida en resoluciones ministeriales emitidas por el MINEM entre 2021 y 2023. Estas resoluciones corresponden a situaciones que afectaron el suministro de GN en diferentes fases de la cadena: producción, transporte, licuefacción y transporte de GNL hacia la ED Chimbote. A partir de esta revisión, se identificaron los factores de interrupción más relevantes para la Concesión Norte.

Es importante señalar que las declaratorias de emergencia se rigen por el Decreto Supremo N° 017-2018-EM, el cual establece el mecanismo de racionamiento para el abastecimiento de GN ante una declaratoria de emergencia. Según el artículo 1, se considera como emergencia el desabastecimiento total o parcial de GN debido a cualquier situación que afecte el suministro, transporte y/o distribución, debidamente calificada por el MINEM mediante

resolución. Asimismo, el literal a) del artículo 3 establece que, para actividades de mantenimiento u otras intervenciones programadas, la comunicación puede realizarse con hasta noventa (90) días de anticipación. Por otro lado, el literal b) indica que, en situaciones no programadas, los Productores, Concesionarios de Transporte y Distribución de GN, así como los operadores de Plantas de Licuefacción, deben informar a la DGH en un plazo máximo de veinticuatro (24) horas tras detectada la emergencia para su calificación.

Las **Tablas 5 y 6** presentan las declaratorias de emergencia que influyeron en el suministro continuo de GN en la Concesión Norte.

Tabla 5

Declaratorias de emergencia relacionadas con la producción y transporte de GN

N°	Resolución ministerial	Motivo de la declaración de emergencia	Fecha de emisión
1	Resolución Ministerial N° 072-2021-MINEM/DM	Mantenimiento programado en Planta Malvinas – Pluspetrol, y en el Sistema de Transporte de Gas Natural por Ductos (STD), a la altura del KP 43 – TGP.	25/03/2021
2	Resolución Ministerial N° 152-2022-MINEM/DM	Mantenimiento programado en la Planta Compresora Chiquintirca, a la altura del KP 211 – TGP.	12/04/2022
3	Resolución Ministerial N° 345-2022-MINEM/DM	Mantenimiento correctivo en las Unidades Criogénicas Nro. 4 y 5 de Planta Malvinas – Pluspetrol.	20/09/2022
4	Resolución Ministerial N° 416-2022-MINEM/DM	Mantenimiento correctivo en la Unidad Criogénica Nro. 3 de Planta Malvinas – Pluspetrol.	26/11/2022
5	Resolución Ministerial N° 430-2022-MINEM/DM	Por cuestiones de seguridad de la Planta Compresora Kamani, ubicada en el KP 127 - TGP.	13/12/2022
6	Resolución Ministerial N° 142-2023-MINEM/DM	Mantenimiento programado en la Planta Compresora Chiquintirca, a la altura del KP 211 – TGP.	31/03/2023

De manera complementaria, para el **análisis cuantitativo** se emplearon las mismas resoluciones, con el objetivo de identificar los factores más recurrentes y evaluar su impacto en el abastecimiento de GN en la Concesión Norte.

Tabla 6

Declaratorias de emergencia relacionadas con la producción de GNL y transporte virtual

N°	Resolución ministerial	Concesión afectada - Motivo de la declaración de emergencia	Fecha de emisión
1	Resolución Ministerial N° 067-2021-MINEM/DM	Norte y Sur Oeste - Interrupción del tránsito vehicular en carretera debido a conflictos sociales provocados por gremios de transportistas.	18/03/2021
2	Resolución Ministerial N° 127-2021-MINEM/DM	Norte y Sur Oeste - Afectación a la operación de carga de GNL en Melchorita por un periodo de aproximadamente 45 días calendario.	28/04/2021
3	Resolución Ministerial N° 426-2021-MINEM/DM	Norte - Interrupción del tránsito vehicular en carretera debido a conflictos sociales provocados por grupos organizados de ciudadanos de la región La Libertad.	26/11/2021
4	Resolución Ministerial N° 127-2022-MINEM/DM	Norte y Sur Oeste - Interrupción del tránsito vehicular debido al paro de transportistas que impiden la circulación de camiones cisterna en las carreteras Panamericana Norte y Sur.	29/03/2022
5	Resolución Ministerial N° 220-2022-MINEM/DM	Norte y Sur Oeste – Mantenimiento programado en Planta Melchorita.	14/06/2022
6	Resolución Ministerial N° 253-2022-MINEM/DM	Norte - Mantenimiento programado en Planta Melchorita.	8/07/2022
7	Resolución Ministerial N° 254-2022-MINEM/DM	Norte - Mantenimiento programado en Planta Melchorita.	13/07/2022
8	Resolución Ministerial N° 412-2022-MINEM/DM	Norte - Interrupción del tránsito vehicular debido al paro de transportistas de carga pesada que impiden la circulación de camiones cisterna en la carretera Panamericana Norte.	24/11/2022
9	Resolución Ministerial N° 017-2023-MINEM/DM	Norte - Interrupción del tránsito vehicular debido al paro de transportistas de carga pesada que impiden la circulación de camiones cisterna en la carretera Panamericana Norte.	16/01/2023
10	Resolución Ministerial N° 112-2023-MINEM/DM	Norte - Interrupción del tránsito vehicular por el colapso del Puente Sechin en Casma, Ancash, debido al desborde del río a causa de las lluvias.	16/03/2023

Para ello, se tomó como referencia el estudio de la consultora internacional Arthur D. Little

(2008) en Colombia, titulado “*Evaluación de Riesgos de Abastecimiento de Hidrocarburos en el Corto, Mediano y Largo Plazo*”. En dicho estudio, la probabilidad de ocurrencia de los factores que causan desabastecimiento se clasificó en tres categorías: Alta (A), Media (M) y Baja (B). Asimismo, el impacto se evaluó considerando la fracción de mercado afectada y criterios cualitativos, como la duración de la interrupción y el número de poblaciones comprometidas.

En este contexto, para el presente análisis se establecieron los siguientes umbrales por categoría con el fin de determinar la **frecuencia de ocurrencia** de los factores identificados:

- **Alta (A):** Mas del 50 % de las menciones en las resoluciones.
- **Media (M):** Entre el 20 % y el 50 % de las menciones.
- **Baja (B):** Menos del 20 % de las menciones.

En cuanto al **impacto**, se utilizó el período de duración de las declaratorias de emergencia como indicador principal, bajo el supuesto de que, a mayor duración, mayor riesgo de desabastecimiento y, por ende, mayor impacto generado por el factor que originó la interrupción.

La **Tabla 7** presenta las resoluciones ministeriales recopiladas, el factor que motivó la declaratoria de emergencia y la duración de cada una estas.

De manera similar al análisis de la frecuencia de ocurrencia, se aplicó un sistema de umbrales por categorías para medir el impacto, en este caso ajustado según el número de días de emergencia consignados en las resoluciones analizadas. Este análisis de impacto se aplicó únicamente a los mantenimientos, ya que solo para este tipo de factores se contó con datos de duración. En el caso de los conflictos sociales, desastres naturales y atentados de terceros, no se dispuso de dicha información, por lo que no se incluyeron en esta parte del análisis.

- **Alto (A):** Mas de 30 días de emergencia.
- **Medio (M):** Entre 10 y 30 días de emergencia.
- **Bajo (B):** Menos de 10 días de emergencia.

Tabla 7*Duración de la emergencia según factores causantes de interrupción*

N°	Resolución Ministerial	Factor Causante	Periodo de Emergencia		
			Desde	Hasta	N° Días
1	Resolución Ministerial N° 067-2021-MINEM/DM	Conflictos sociales - Paro de transportistas (cierre de carreteras).	18/03/2021	(*)	-
2	Resolución Ministerial N° 072-2021-MINEM/DM	Mantenimiento en Malvinas y en el STD, a la altura del KP 43 (interrupción en el procesamiento y transporte de GN).	27/03/2021	4/04/2021	9
3	Resolución Ministerial N° 127-2021-MINEM/DM	Mantenimiento en Melchorita (reparación de turbina que acciona compresor de propano).	28/04/2021	11/06/2021	45
4	Resolución Ministerial N° 426-2021-MINEM/DM	Conflictos sociales - Grupos organizados (cierre de carreteras).	25/11/2021	(*)	-
5	Resolución Ministerial N° 127-2022-MINEM/DM	Conflictos sociales - Paro de transportistas (cierre de carreteras).	29/03/2022	(*)	-
6	Resolución Ministerial N° 152-2022-MINEM/DM	Mantenimiento en Chiquintirca KP 211 (interrupción parcial en el transporte de GN).	14/04/2022	15/04/2022	2
7	Resolución Ministerial N° 220-2022-MINEM/DM	Mantenimiento en Melchorita (interrupciones en la operación del cargadero de GNL).	15/06/2022	30/06/2022	16
8	Resolución Ministerial N° 253-2022-MINEM/DM	Mantenimiento en Melchorita (interrupciones en la operación del cargadero de GNL).	7/07/2022	9/07/2022	3
			21/07/2022	23/07/2022	3
9	Resolución Ministerial N° 254-2022-MINEM/DM	Mantenimiento en Melchorita (interrupciones en la operación del cargadero de GNL).	13/07/2022	28/07/2022	16
10	Resolución Ministerial N° 345-2022-MINEM/DM	Mantenimiento en Malvinas (reemplazo de	11/08/2022	24/08/2022	14
			24/08/2022	20/09/2022	28

		componentes - Unidades Criogénicas N° 4 y 5).	20/09/2022	6/10/2022	17
11	Resolución Ministerial N° 412-2022-MINEM/DM	Conflictos sociales – Paro indefinido de transportistas (cierre de carreteras).	24/11/2022	(*)	-
12	Resolución Ministerial N° 416-2022-MINEM/DM	Mantenimiento en Malvinas (reemplazo de componentes de la Unidad Criogénica N° 3).	26/11/2022	28/11/2022	3
13	Resolución Ministerial N° 430-2022-MINEM/DM	Atentado de terceros (toma y paralización de la Planta Compresora Kamani).	13/12/2022	(*)	-
14	Resolución Ministerial N° 017-2023-MINEM/DM	Conflictos sociales – Paro indefinido de transportistas (cierre de carreteras).	16/01/2023	(*)	-
15	Resolución Ministerial N° 112-2023-MINEM/DM	Desastre Natural (colapso de Puente Sechin, Ancash, por desborde de río).	11/03/2023	(*)	-
16	Resolución Ministerial N° 142-2023-MINEM/DM	Mantenimiento en Chiquintirca KP 211 (interrupción parcial en el transporte de GN).	6/04/2023	7/04/2023	2

(*) La finalización de la declaratoria de emergencia está supeditada a la solución de los conflictos sociales (protestas), al control del atentado de terceros y a la atención de los desastres naturales.

Para los mantenimientos con características similares, como el mantenimiento de las unidades criogénicas en Malvinas, se utilizó el promedio de duración. En otros casos, se empleó la duración específica registrada.

Los resultados de estos análisis se detallan en la **sección 4.1.1.**

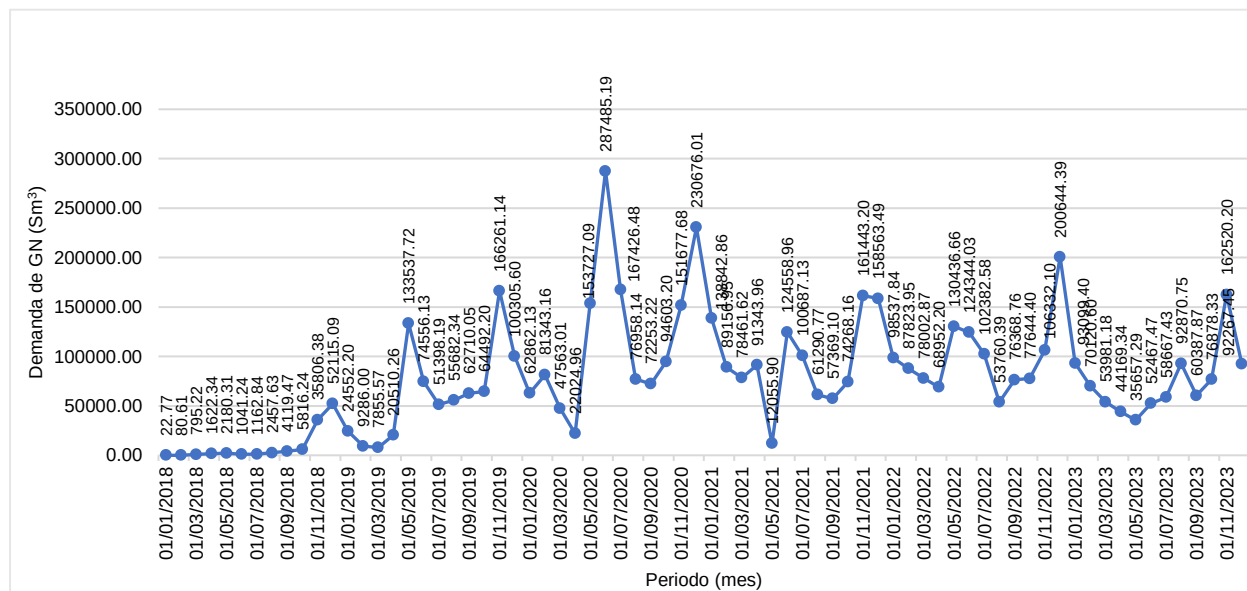
3.2. Demanda de gas natural e identificación de clientes potenciales

En esta sección se analizó la demanda actual GN en el distrito de Chimbote y, a partir de ella, se proyectó la demanda futura, la cual se detalla en el capítulo de resultados. Para ello, se utilizó información registrada por el concesionario GDP y reportada periódicamente a Osinergmin, a la cual se accedió mediante una SAIP. La información completa se encuentra en el **Anexo 1**,

mientras que la **Figura 23** ilustra la evolución de la demanda durante el periodo 2018-2023.

Figura 23

Evolución del consumo de GN (Sm³) en el distrito de Chimbote (2018-2023)



Nota. Adaptado de la información proporcionada por la UTGN-Osinergmin a través de una SAIP.

Con base en la serie histórica de consumo, en la **sección 4.2.3** se proyecta la demanda para un horizonte de 10 años (2023-2033), empleando el método de la tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR). Este método permite estimar la evolución futura de la demanda a partir de una tasa de crecimiento promedio constante, calculada sobre el periodo histórico analizado (Fernando, 2026).

$$CAGR = \left(\left(\frac{V_f}{V_i} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right) * 100 \quad (5)$$

Donde:

- V_f : Valor final
- V_i : Valor inicial
- n : Número de periodos

Asimismo, la proyección contempló tres escenarios: **optimista, base y pesimista**. Para la

evaluación del proyecto se adoptó el escenario optimista, bajo un criterio conservador de diseño, a fin de dimensionar la infraestructura en condiciones de mayor demanda y verificar su desempeño en un contexto exigente.

Los escenarios se determinaron en función de las variaciones históricas recientes del consumo de GN durante el periodo 2021-2023. El escenario base corresponde al CAGR calculado; el escenario optimista asume un crecimiento anual de 5.0 %¹⁰, mientras que el pesimista considera una reducción equivalente de la tasa de crecimiento respecto al escenario base.

Con el fin de mejorar la precisión de la proyección durante su ejecución, se diferenciaron los consumos correspondientes a la temporada normal y a la temporada de pesca, definiendo los meses de cada periodo conforme a las resoluciones ministeriales de PRODUCE emitidas entre 2020 y 2023 (**Tabla 8**).

Tabla 8

Resoluciones ministeriales que establecen las temporadas de pesca (2020-2023)

Año	Resolución de inicio y fin de la temporada de pesca		Periodo de pesca	
	Temporada I	Temporada II	Temporada I	Temporada II
2020	Resolución Ministerial N.º 147-2020-PRODUCE	Resolución Ministerial N.º 383-2020-PRODUCE	13/05/2020	12/11/2020
	Resolución Ministerial N.º 263-2020-PRODUCE	Resolución Ministerial N.º 025-2021-PRODUCE	15/08/2020	25/01/2021
2021	Resolución Ministerial N.º 120-2021-PRODUCE	Resolución Ministerial N.º 380-2021-PRODUCE	22/04/2021	15/11/2021
	Resolución Ministerial N.º 242-2021-PRODUCE	Resolución Ministerial N.º 008-2022-PRODUCE	12/08/2021	14/01/2022
2022	Resolución Ministerial N.º 167-2022-PRODUCE	Resolución Ministerial N.º 391-2022-PRODUCE	04/05/2022	22/11/2022
	Resolución Ministerial N.º 254-2022-PRODUCE	Resolución Ministerial N.º 043-2023-PRODUCE	23/07/2022	05/02/2023
2023	(*)	Resolución Ministerial N.º 358-2023-PRODUCE	-	26/10/2023
		Resolución Ministerial N.º 008-2024-PRODUCE	-	13/01/2024

(*) No se llevó a cabo por alta incidencia de ejemplares juveniles (PRODUCE, 2023)

Por otro lado, para estimar la demanda de los usuarios residenciales y comerciales,

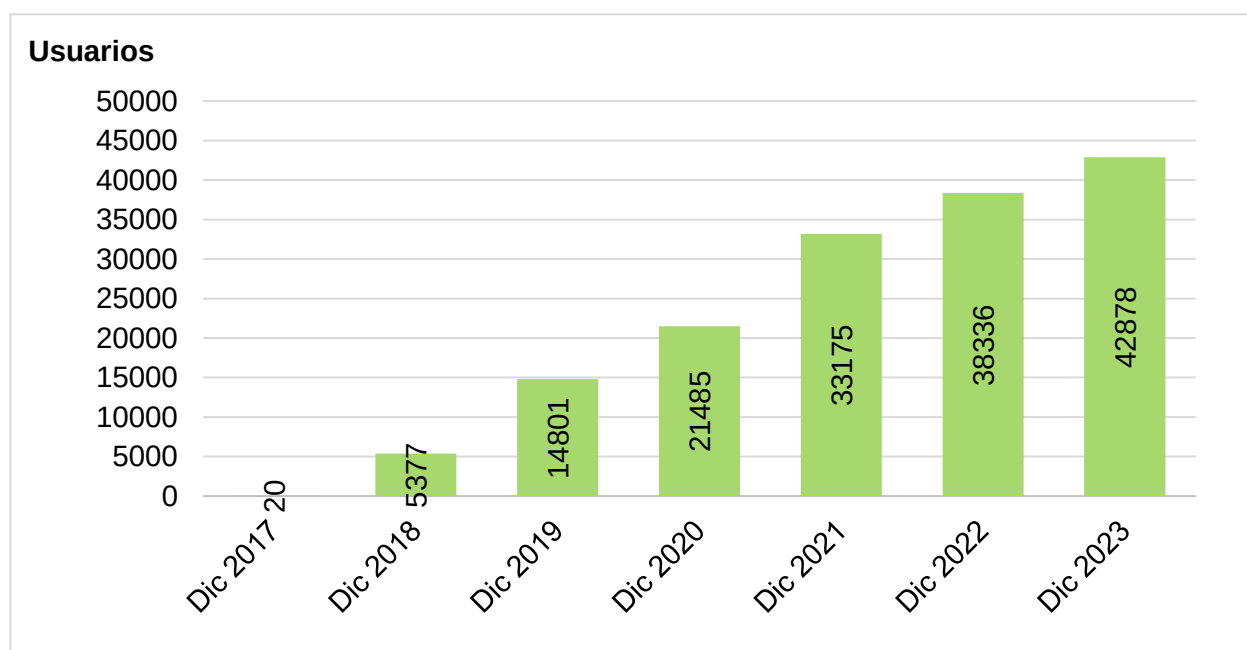
¹⁰ Se adoptó una tasa de 5.0 % para el escenario optimista por ser el único crecimiento positivo observado en el periodo histórico. El escenario pesimista se definió aplicando a la tasa base (CAGR) una reducción equivalente a la diferencia respecto al 5.0 %.

considerados prioritarios en el suministro según el D.S. N° 017-2018-EM, se tomó como base la información histórica presentada en la **Figura 24**, correspondiente al número de usuarios habilitados en el distrito de Chimbote y su evolución a lo largo del tiempo. Asimismo, se consideró la población urbana obtenida de los Censos Nacionales 2017 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2018), junto con el tamaño promedio del hogar reportado para el ámbito de estudio, a fin de establecer un límite referencial del número potencial de usuarios.

Adicionalmente, se analizaron las tasas de crecimiento mensual del número de usuarios habilitados, identificando su tendencia en el tiempo. Con base en este comportamiento, se definieron tasas de crecimiento representativas para la proyección, asegurando que los valores estimados se mantengan dentro de un rango coherente con las condiciones demográficas del área de estudio.

Figura 24

Usuarios habilitados en el distrito de Chimbote



Nota. Adaptado de la información proporcionada por la UTGN-Osinergmin a través de una SAIP.

En cuanto a los clientes industriales activos hasta 2023, se identificaron 26 industrias,

principalmente del sector pesquero y de otros rubros manufactureros, con base en el estudio *“Servicio para la identificación y cuantificación de la demanda de gas natural estratégica en las regiones de Áncash, La Libertad, Lambayeque y Cajamarca”*, elaborado por la consultora RedLand (2023) para Osinergmin. Estas industrias explican los niveles de consumo observados, incluidos los picos registrados en temporadas de mayor actividad productiva (**Figura 23**), las cuales se presentan en la **Tabla 9**.

En la **Tabla 9**, las industrias pesqueras destacan por sus altos volúmenes de consumo de GN, que en 2023 alcanzaron los 27.82 millones de Sm³. Entre ellas sobresalen empresas como Austral Group S.A.A., Pesquera Hayduk S.A. y Pesquera Exalmar S.A.A.

Asimismo, en el estudio de RedLand (2023) se identificaron 20 industrias con potencial de consumo, cuya incorporación podría representar una demanda aproximada de 35 528 054.18 Sm³/año de GN. Este volumen constituye una oportunidad relevante para ampliar la cobertura del servicio, optimizar la infraestructura existente y fortalecer el crecimiento del mercado local. La relación de estas industrias se presenta en la **Tabla 10**.

En la **Tabla 10**, las industrias con mayor consumo proyectado de GN son COPEINCA, TASA y CFG Invesment S.A.C. que en conjunto representarían aproximadamente el 53.46 % del volumen total estimado, reforzando su papel estratégico en el crecimiento de la demanda local.

Tabla 9*Empresas industriales existentes y consumo de GN (2018-2023) – Distrito de Chimbote*

Distrito	Tipo de industria	Cliente	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Chimbote	Pesca - Conserva	GERVASI PERU S.A.C.	0	0	174031	135548	279422	287805
Chimbote	Pesca - Harina	PESQUERA HAYDUK S.A.	0	2987064	7328642	4506270	5642893	5812180
Chimbote	Pesca - Conserva	PESQUERA KARSOL	0	0	0	90802	213569	219976
Chimbote	Pesca - Harina	AUSTRAL GROUP S.A.A.	0	4977277	9761822	6663480	5272889	5431076
Chimbote	Pesca - Conserva	CANTARANA	0	0	0	610318	889933	916631
Chimbote	Pesca - Conserva	CMM PRODUCTS S.A.C.	0	0	61170	310853	117396	120918
Chimbote	Pesca - Conserva	COLPEX INTERNATIONAL S.A.C	0	0	0	0	117699	121230
Chimbote	Pesca - Conserva	CONSERVERA SAN LUCAS S.A.C.	0	34145	202910	411934	1207099	1243312
Chimbote	Pesca - Conserva	CONSORCIO PESQUERO EL FERROL	0	0	0	0	232714	239695
Chimbote	Pesca - Conserva	CORPORACION DE ALIMENTOS MARITIMOS S.A.C.	0	0	0	0	0	212907
Chimbote	Pesca - Conserva	CORPORACION MARQUEZA S.A.C.	0	539219	1833621	1314832	1386557	1428153
Chimbote	Pesca - Conserva	CORPORACIÓN PESQUERA APOLO S.A.C.	0	0	0	369874	435659	448729
Chimbote	Pesca - Conserva	DOIL INTERNATIONAL S.A.C.	0	0	57858	133403	157502	162227
Chimbote	Pesca - Harina	GEREXPORT S.A.	0	0	0	0	111	114
Chimbote	Pesca - Conserva	GROUP CORPORATION REYES S.A.C.	0	0	50	447252	864010	889930
Chimbote	Pesca - Conserva	INVERSIONES GENERALES DEL MAR S.A.C.	0	0	46738	246272	357049	367760
Chimbote	Pesca - Conserva	INVERSIONES KATHYMAR S.A.C.	0	0	93098	381359	408782	421045

Chimbote	Pesca - Harina	INVERSIONES OSLO S.A.C.	0	0	0	0	26811	27615
Chimbote	Pesca - Conserva	INVERSIONES QUIAZA S.A.C.	49,044	326291	330371	242087	253564	261171
Chimbote	Pesca - Conserva	LA CHIMBOTANA S.A.C.	0	0	0	0	0	163728
Chimbote	Pesca - Conserva	OLDIM S.A.C.	0	0	0	2029	175685	180955
Chimbote	Pesca - Harina	PESQUERA CENTINELA	0	0	0	0	1302609	1341687
Chimbote	Pesca - Harina	PESQUERA EXALMAR S.A.A.	2381820	5751144	7191868	5151134	6108652	6291912
Chimbote	Pesca - Harina	PESQUERA JADA S.A.	0	0	0	0	166788	171792
Chimbote	Pesca - Conserva	PESQUERA NAFTES S.A.C.	0	0	0	83191	347472	357896
Chimbote	Pesca - Conserva	PESQUERA OP7 BELL S.A.C.	282,710	328619	864306	658639	681154	701588
Total (Sm³/año)			2713575	14943759	27946484	21759277	26646018	27822033

Nota. Adaptado de (RedLand , 2023)

Tabla 10*Relación de clientes industriales potenciales en el distrito de Chimbote*

Distrito	Cliente	Consumo	Vol. (gal/año)
Chimbote	CORPORACION PESQUERA INCA S.A.C.-COPEINCA	Residual	1850861.00
Chimbote	TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. (TASA)	Residual	1629549.00
Chimbote	CANTARANA S.A.C.	Residual	955942.66
Chimbote	CFG INVESTMENT S.A.C.	Residual	1197507.00
Chimbote	PESQUERA CENTINELA S.A.C.	Residual	701370.97
Chimbote	PESQUERA CANHANN S.A.C.	Residual	483166.67
Chimbote	VLACAR S.A.C.	Residual	467580.65
Chimbote	COMPAÑIA PESQUERA DEL PACIFICO CENTRO S.A.	Residual	415627.24
Chimbote	GER EXPORT S.A.	Residual	259767.03
Chimbote	INVERSIONES OSLO S.A.C.	Residual	259767.03
Chimbote	PESQUERA CAPRICORNIO S.A.	Residual	207813.62
Chimbote	PESQUERA OP7 & BELL S.A.C. / OP7 & BELL S.A.C.	Residual	51953.41
Chimbote	CORPORACION MARQUEZA S.A.C.	Residual	46758.06
Chimbote	EMPRESA PESQUERA GAMMA S.A.	Residual	41562.72
Chimbote	INVERSIONES QUIAZA S.A.C.	Residual	41562.72
Chimbote	GROUP CORPORATION REYE'S S.A.C.	Residual	41562.72
Chimbote	PESQUERA HILLARY E.I.R.L.	Residual	33769.71
Chimbote	TRIADA FOODS S.A.C.	Residual	25976.70
Chimbote	DON FERNANDO S.A.C.	Residual	25664.98
Chimbote	LA CHIMBOTANA S.A.C.	Residual	12988.35
Total			8750752.24

Nota. Adaptado de (RedLand , 2023)

3.3. Capacidad de almacenamiento y regasificación de la Estación de Distrito de Chimbote

En esta sección se evaluó la capacidad de almacenamiento y regasificación de la ED Chimbote, con el propósito de determinar si la infraestructura actual podría garantizar un suministro continuo de GN frente al crecimiento de la demanda futura (**sección 4.2.**).

Adicionalmente, se consideraron tres escenarios de interrupción del suministro: 45 días por mantenimiento correctivo, 15 días por mantenimiento programado y 5 días por conflictos sociales, con el fin de analizar si, ante dichos eventos y el incremento proyectado de la demanda, la estación podría seguir garantizando el suministro continuo o si sería necesario contar con un volumen adicional de GNL.

Para ello, se solicitó información a Osinergmin mediante una SAIP, referida a la infraestructura existente y a las condiciones operativas referenciales en temporada normal y en temporada de pesca. Dicha información se presenta en las **Tablas 11, 12 y 13**, y constituyó la base para los cálculos cuyos resultados se presentan en la **sección 4.3.**

Tabla 11

Características de la ED Chimbote

Parámetro	Valor
Número de tanques de almacenamiento	5
Capacidad de almacenamiento por tanque	200 m ³
Número de vaporizadores ambientales	8
Capacidad de regasificación por vaporizador	3900 Nm ³ /h
Estaciones de Regulación de Presión (ERP)	3
Condiciones de operación de las ERP	4 y 6 bar

Nota. Adaptado de la información proporcionada por la UTGN-Osinergmin a través de una SAIP

(Anexo 2).

Tabla 12

Valores referenciales de las condiciones operativas de la ED Chimbote

ERM'S	Condiciones Operativas			
	P. Entrada a ERP (bar)	P. Salida de ERP (bar)	T. entrada GN-ERP (°C)	T. Salida GN-ERP (°C)
ERP - 4 bar	5.97	4.00	15.80	15.77
ERP - 6 bar	8.51	5.97	15.80	15.80
ERP - 6 bar (Ramal nuevo)	8.49	5.96	15.80	15.45

Nota. Adaptado de la información proporcionada por la UTGN-Osinergmin a través de una SAIP.

Tabla 13

Valores referenciales del volumen, caudal y presión de GN en la ED Chimbote durante el 2023

Temporada	Volumen entregado (Sm ³)	Caudal mínimo (m ³ /h)	Caudal máximo (m ³ /h)	Presión de entrega (bar)
Normal	54768.00	168.30	5201.66	5.94
Pesca	303146.97	5586.63	8058.68	5.90

Nota. Adaptado de los reportes volumétricos de (Quavii, 2025)

Para determinar la **capacidad de almacenamiento** actual de la ED Chimbote se consideraron los valores registrados en la **Tabla 11**, los conceptos aplicados por Reganosa (2007) y SEDIGAS (2019), así como los criterios establecidos por Osinergmin.

De acuerdo con SEDIGAS (2019), la capacidad real de almacenamiento (CRA) de una ED se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$CRA = 0.90 * CNA \quad (6)$$

Donde:

- CRA: Capacidad Real de Almacenamiento de GNL (m³)
- CNA: Capacidad Nominal de Almacenamiento (m³)

Según Reganosa (2007) y SEDIGAS (2019), la CRA o capacidad utilizable de los depósitos de GNL suele encontrarse entre el 85 % y 90 % de la capacidad geométrica, debido a consideraciones de seguridad: la franja superior no puede contener GNL y la franja inferior debe

mantenerse como remanente para evitar la pérdida súbita de frío. SEDIGAS (2019) establece que la capacidad utilizable es el 90 %, asignando un 5 % en la parte superior para el Boil-Off y otro 5 % en la parte inferior como líquido de reserva. De manera similar, según Osinergmin, GDP toma como referencia este mismo valor (90 %), por lo que se adoptó para los cálculos en la ecuación (6).

Por otro lado, para calcular la autonomía¹¹ de la ED Chimbote se utilizó la siguiente relación:

$$\text{Autonomia} = \frac{\text{CRA} * 600}{\text{CPD}_{\text{GN}}} \quad (7)$$

O, equivalentemente:

$$\text{Autonomia} = \frac{(0.9 \text{ CNA}) * 600}{\text{CPD}_{\text{GN}}} \quad (8)$$

Donde:

- CPD_{GN} : Consumo Promedio Diario de GN ($\text{Sm}^3/\text{día}$)

En cuanto al factor de conversión de GNL a GN, se adoptó el valor de 600, dado que 1 m^3 de GNL equivale aproximadamente a 600 m^3 de GN en condiciones estándar, en concordancia con lo establecido por GDP y Osinergmin. Al ser el valor comúnmente utilizado por ambas entidades para estimar autonomías, también fue considerado en este estudio y se refleja en la ecuación (8).

Cabe precisar que, aunque el D.S. N° 017-2018-EM y la RCD 162-2019-OS/CD dan a entender que, ante una interrupción y declaración de emergencia, la autonomía suele calcularse con base en el consumo promedio de GN de los últimos 7 días calendario, y que por lo general GDP y Osinergmin emplean este método, en este caso no se utilizó. Ello se debe a que se trabajó con valores ya promediados de la demanda futura, por lo que aplicar nuevamente un

¹¹ Autonomía de GN: número de días que la ED Chimbote puede garantizar el suministro continuo con el GNL almacenado, sin reabastecimiento externo.

promedio de 7 días habría resultado redundante. Además, este enfoque es más pertinente en emergencias reales, mientras que el análisis se centró en escenarios futuros. Por tal motivo, se optó únicamente por el uso de promedios, aplicando la ecuación (8).

Para el cálculo de la **capacidad de regasificación** de la ED Chimbote frente a la demanda futura, se utilizó la información proporcionada por Osinergmin mediante la SAIP, referida al número de vaporizadores ambientales, la capacidad de regasificación de cada equipo y el periodo total de operación (**Tabla 11**). Con esta información se determinó el volumen total de GN a regasificar por día y se comparó con el consumo pico más alto proyectado para el periodo 2023-2033 en temporada de pesca, a fin de verificar si la ED podría cubrir dicho volumen.

Finalmente, para estimar el **volumen de GN-GNL necesario frente a los tres escenarios de interrupción** (45 días por mantenimiento correctivo, 15 días por mantenimiento programado y 5 días por conflictos sociales), se consideró el consumo promedio en temporada de pesca, el consumo promedio en temporada normal y el consumo proyectado de usuarios residenciales y comerciales a entre 2023 y 2033. Este enfoque permitió determinar con mayor precisión la cantidad de GN y GNL necesaria en caso de emergencia, evaluando año por año si la capacidad actual de la ED Chimbote sería suficiente o si se requeriría un volumen adicional. En este último caso, el volumen faltante se obtuvo restando la capacidad disponible de la ED respecto al volumen total requerido. Asimismo, se calculó para cada escenario la autonomía y el consumo promedio diario de GNL a lo largo del periodo analizado.

Los resultados de todos estos análisis, cálculos y evaluaciones se presentan en la **sección 4.3**.

3.4. Evaluación de nuevas tecnologías de transporte y almacenamiento de GNL

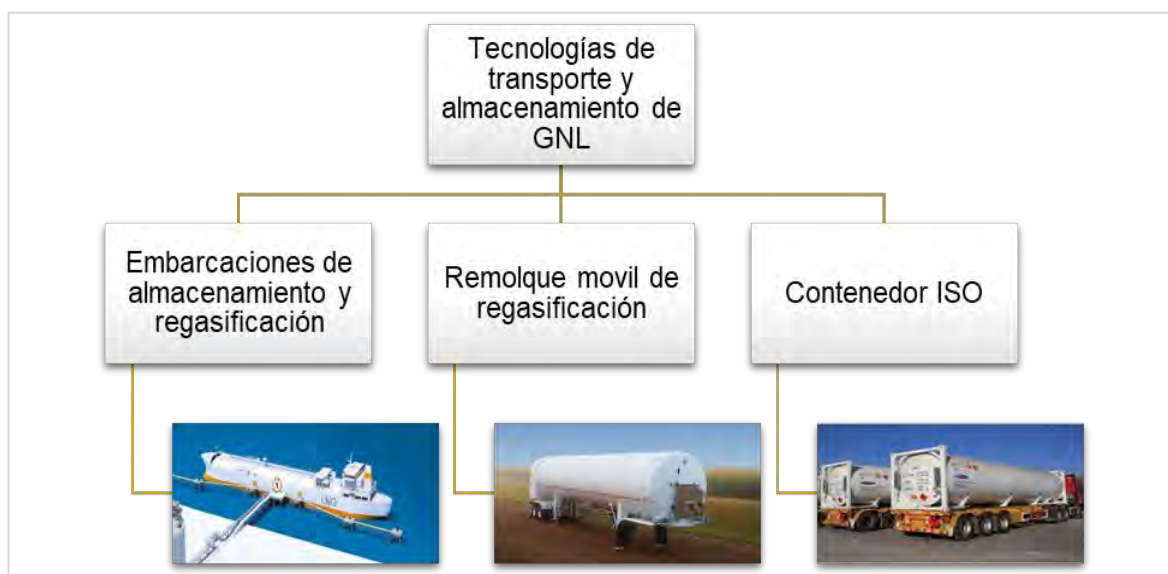
En esta sección se evaluaron tres tecnologías de transporte y almacenamiento de GNL como alternativas para garantizar el suministro continuo de GN en el distrito de Chimbote, considerando los escenarios de interrupción analizados en el capítulo anterior y la necesidad de

disponer de un volumen adicional de GNL.

Las tecnologías evaluadas fueron: embarcaciones de almacenamiento y regasificación de GNL (barcazas y FSRU), remolques móviles de regasificación y contenedores ISO de GNL. La elección de cada una se basó en su potencial para asegurar el suministro continuo de GN, considerando criterios de capacidad, flexibilidad y rapidez de implementación. Estas tecnologías, ya descritas en el marco teórico, se presentan en la **Figura 25**.

Figura 25

Tecnologías de transporte y almacenamiento de GNL



Para ello, se recopiló información sobre las características, costos y ventajas de cada tecnología, las cuales se presentan en las **Tablas 14, 15 y 16**, y que constituyeron la base el análisis comparativo mediante el “*método del árbol de decisiones*”. Según Galvis Moreno (2006), este método permite representar de forma clara y estructurada diferentes alternativas de decisión considerando eventos inciertos y sus posibles consecuencias, siendo especialmente útil para decisiones secuenciales bajo condiciones de incertidumbre.

Tabla 14

Características de las FSRU y las barcasas de almacenamiento y regasificación de GNL

Característica	FSRU	Barcaza
Capacidad de almacenamiento	25000 – 300000 m ³	1000 – 30000 m ³
Costo estimado de inversión	225 – 350 millones USD	Menor a 200 millones USD
Costo estimado de arrendamiento	80000.00 – 120000.00 USD/día	Inferior a los FSRU
Tiempo de implementación	12 – 18 meses	Menor a 12 meses
Flexibilidad operativa	Alta (unidad reubicable)	Alta (posibilidad de configuración híbrida)

Nota. Adaptado de (Carniani, 2023), (Wärtsilä, 2018), (UPME, 2017) y (GNL GLOBAL, 2024).

Tabla 15

Características técnicas y económicas de los remolques móviles de regasificación de GNL

Característica	Descripción
Capacidad de almacenamiento	Hasta 15000 galones (aproximadamente 56 m ³)
Caudal de GN entregado	Entre 31500 y 50000 SCFH ¹²
Dimensiones aproximadas	Largo: 55' Ancho: 8'6" y Alto: 12'7"
Flexibilidad operativa	Alta (unidad reubicable)
Control de operación	Automatizado e interrumpido
Costo estimado	Superior a 300000.00 USD

Nota: Adaptado de (Chart Industries, 2023) y (TRACTEBEL ENGINEERING S.A., 2015).

Tabla 16

Características técnicas y económicas de los contenedores ISO UN T75 para GNL

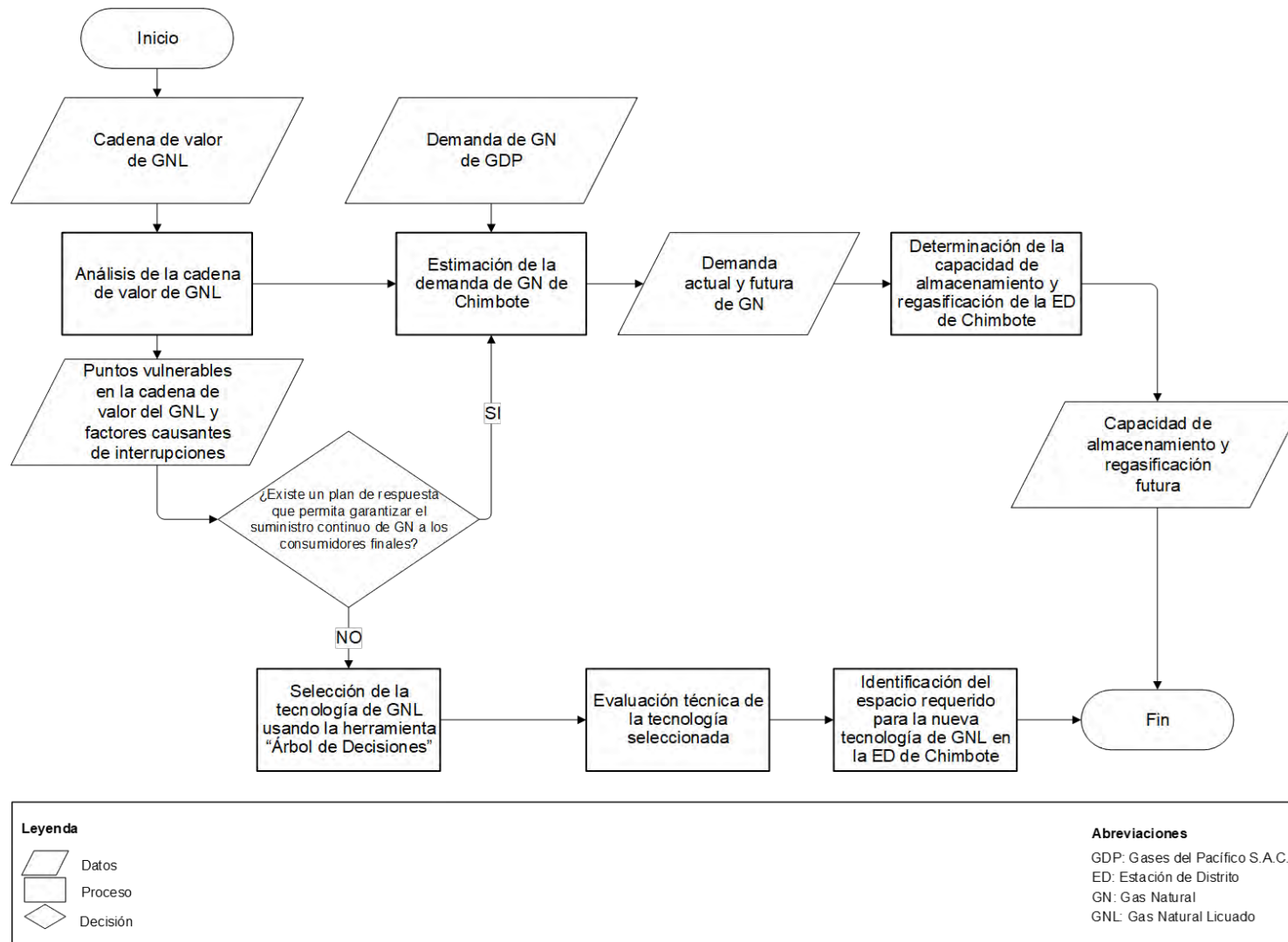
Característica	Descripción
Tipo de contenedor	T75 (UN T75) contenedores criogénicos portátiles
Dimensiones estándar	20 y 40 ft
Capacidad de almacenamiento	Entre 5300 y 12100 galones (aprox. 20 a 45 m ³)
Tiempo de retención	Mayor a 40 días calendario
Compatibilidad logística	Transporte terrestre marítimo y ferroviario
Vida útil	20 años
Costo estimado	Entre 50000.00 USD y 150000.00 USD

Nota: Adaptado de (Chart Industries, 2013), (Shandong AUYAN New Energy Technology Co.,

¹² SCFH (Standard Cubic Feet per Hour): Pies cúbicos estándar por hora.

Ltd, 2022) y LongTeng Industrial Co., Ltd. (2024).

Los resultados obtenidos se presentan en la **sección 4.4.** del presente trabajo.

Figura 26*Diagrama de bloques de la metodología*

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. **Análisis de la cadena de valor del GNL y determinación de factores de interrupción en el suministro de gas natural**

En esta sección se presentan los resultados del análisis de la cadena de valor del GNL, a partir del cual se identificaron las vulnerabilidades más relevantes que podrían afectar el suministro de GN. Asimismo, con base en las resoluciones ministeriales recopiladas, se determinaron los factores de interrupción del suministro, los cuales fueron analizados cualitativa y cuantitativamente para destacar aquellos que generan mayor impacto y se presentan con mayor frecuencia en la Concesión Norte.

4.1.1. *Identificación de vulnerabilidades en la cadena de valor del GNL*

Habiendo analizado la cadena de valor descrita en el marco teórico, con énfasis en el GNL, se determinó que las vulnerabilidades presentes en cada etapa constituyen un riesgo directo para la seguridad energética en el distrito de Chimbote. Dichas vulnerabilidades se presentan en la **Tabla 17**.

La **Tabla 17** detalla las vulnerabilidades presentes a lo largo de la cadena de valor del GNL, las cuales resultan críticas para garantizar un suministro continuo de GN en Chimbote. Entre las más relevantes se encuentran la falta de inversión en exploración y producción (E&P), los atentados de terceros, la infraestructura no redundante y los fenómenos naturales. Estas condiciones pueden desencadenar eventos como la interrupción de la producción y el transporte de GN, la suspensión del proceso de licuefacción, una menor eficiencia en los vaporizadores ambientales y, en última instancia, la interrupción del suministro a los usuarios finales del distrito.

En ese sentido, al reconocer la magnitud de estas vulnerabilidades y los riesgos que representan para la continuidad del servicio, se revisaron las resoluciones ministeriales con el propósito de identificar los factores que efectivamente ocasionaron interrupciones en la cadena de valor del GNL.

Tabla 17*Vulnerabilidades en la cadena de valor del GNL*

Etapas	Vulnerabilidades potenciales	Impacto potencial
Exploración y producción (E&P)	- Falta de inversión en E&P, - Atentado de terceros. - Infraestructura no redundante (ductos de producción-separación), - Infraestructura expuesta a fenómenos naturales. - Problemas técnicos en las instalaciones (errores operativos, problemas eléctricos, etc.),	Interrupción en la extracción y procesamiento de GN.
Licuefacción	- Atentado de terceros, - Boil-Off.	- Detención en las operaciones de licuefacción, - Perdida de volumen del GNL y riesgos para la seguridad operativa.
Transporte / Transporte Virtual	- Infraestructura no redundante (ducto de transporte de GN – TGP), - Infraestructura expuesta a fenómenos naturales, - Atentado de terceros, - Conflictos sociales (cierre de carreteras), - Fallas mecánicas de camiones cisterna, - Boil-Off.	- Interrupción en el suministro de GN a Melchorita, - Interrupción en el suministro de GNL a la ED Chimbote.
Regasificación	- Imprevistos en la descarga del GNL (falla humana, equipos), - Boil-Off, - Problemas técnicos en las instalaciones (SCADA, válvula de frío, etc.), - Atentado de terceros, - Variabilidad climática.	- Detención en las operaciones de regasificación, - Baja eficiencia de los vaporizadores ambientales, - Interrupción en el suministro de GN a los clientes finales del distrito de Chimbote.
Distribución	- Atentado de terceros (municipalidades, empresas prestadoras de servicios), - Falta de supervisión (construcción de redes).	- Daños a la infraestructura de distribución, - Fugas, - Riesgos para la seguridad de los usuarios, - Interrupción en el suministro de GN.

De esta manera, se evidencia cómo determinadas vulnerabilidades llegaron a materializarse en factores concretos, los cuales se analizan en la siguiente sección.

4.1.2. Análisis cualitativo y cuantitativo de factores causantes de interrupción en el suministro de GN

A partir de la revisión de las resoluciones ministeriales de la sección 3.1, se identificaron los eventos que ocasionaron interrupciones en el suministro de GN en la Concesión Norte (análisis cualitativo). Asimismo, se determinaron los factores más frecuentes y los que generaron mayor impacto sobre la continuidad del suministro (análisis cuantitativo).

4.1.2.1. Análisis cualitativo de factores causantes de interrupción en el suministro de GN

El análisis cualitativo de las resoluciones ministeriales recopiladas (**Tablas 5 y 6**) permitió identificar los factores que ocasionaron interrupciones de GN en la Concesión Norte, entre 2021 y 2023, los cuales se detallan a continuación:

- **Mantenimientos programados y correctivos:** Estas actividades se realizaron en diferentes puntos de la cadena de valor del GN, como plantas de producción y procesamiento, plantas compresoras, ductos de transporte y la planta de producción de GNL. Aunque su objetivo es prevenir o corregir fallas, generaron interrupciones parciales o totales en el suministro. Un ejemplo es el mantenimiento correctivo en la Planta Melchorita, que se extendió por 45 días calendario en 2021 y afectó significativamente el abastecimiento de GNL (Resolución Ministerial N° 127-2021-MINEM/DM).
- **Conflictos sociales:** Paros de transportistas y otros gremios provocaron bloqueos de carreteras, impidiendo el transporte de GNL hacia las ED de la Concesión Norte y comprometiendo la continuidad del suministro.
- **Desastres naturales:** Eventos como la crecida del río Sechin, ocasionada por lluvias

intensas en Casma, interrumpieron el tránsito normal de camiones cisterna de GNL hacia las ED de la Concesión Norte.

- **Atentado de terceros:** Casos como la toma de la Planta Compresora Kamani y el atentado a sus instalaciones en diciembre de 2022 redujeron el volumen de GN transportado por el ducto de TGP, afectando a los usuarios aguas abajo.

Cada uno de estos factores tuvo un impacto significativo en el suministro de GN en la Concesión Norte, lo que llevó a declaratorias de emergencia y la activación del mecanismo de racionamiento. Esto, a su vez, afectó a los usuarios finales, especialmente en periodos de alta demanda de GN por parte del sector industrial, como ocurrió en Chimbote en julio de 2022, según la Resolución Ministerial N° 253-2022-MINEM/DM.

Un aspecto importante para destacar es que las resoluciones ministeriales emitidas por el MINEM autorizan a los concesionarios a interrumpir el suministro de GN a los usuarios industriales, priorizando el abastecimiento a usuarios residenciales y comerciales, en conformidad con el artículo 79 del TUO de la Ley Orgánica de Hidrocarburos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 042-2005-EM, que establece que la distribución de GN por red de ductos constituye un servicio público en el país.

Finalmente, el análisis cualitativo evidencia que los factores identificados condicionaron directamente la continuidad del suministro de GN en la Concesión Norte, lo que resalta la importancia de un marco normativo sólido y de la aplicación de medidas oportunas para mitigar su impacto en los usuarios finales. Asimismo, subraya la necesidad de incorporar alternativas adicionales de transporte y almacenamiento de GNL que garanticen un suministro continuo y confiable, en beneficio de los usuarios residenciales y comerciales, así como de los industriales, principales consumidores de GN.

4.1.2.2. Análisis cuantitativo de factores causantes de interrupción en el suministro de GN

El análisis de las 16 resoluciones ministeriales emitidas entre 2021 y 2023 permitió cuantificar la **frecuencia** de los factores que ocasionaron la declaratoria de emergencia en la Concesión Norte. Del total de resoluciones, 9 correspondieron a mantenimientos en las instalaciones de Pluspetrol, TGP y Melchorita, representando el 56.25 % y constituyendo el factor más recurrente. En segundo lugar, se identificaron 5 resoluciones vinculadas a conflictos sociales, que equivalen al 31.25 %. Finalmente, los desastres naturales y atentados de terceros fueron mencionados en una resolución cada uno, alcanzando el 6.25 % respectivamente.

Estos resultados evidencian que los mantenimientos programados y correctivos han sido el factor de mayor incidencia en la continuidad del suministro, seguidos por los conflictos sociales que afectaron el transporte de GNL hacia las ED de la Concesión Norte. En contraste, los desastres naturales y atentados de terceros tuvieron una baja incidencia en el periodo analizado. La **Tabla 18** presenta la frecuencia de ocurrencia de estos factores, en base a las resoluciones ministeriales identificadas.

Tabla 18

Frecuencia de ocurrencia de factores causantes de interrupciones

Riesgo	Causa	Frecuencia		
		A	M	B
Interrupción en el suministro de GN	Mantenimiento	x		
	Conflictos sociales		x	
	Desastres naturales			x
	Atentado de terceros			x

Por su parte, el análisis del **impacto** evidencia cómo estos factores afectaron el suministro de GN en la Concesión Norte, considerando la duración de las declaratorias de emergencia como indicador clave (**Tabla 7**). Los resultados se presentan en la **Tabla 19**.

Tabla 19*Nivel de impacto de factores causantes de interrupciones*

Riesgo	Factor Causante	Nivel de Impacto		
		A	M	B
Interrupción en el suministro de GN	Mantenimiento programado en Malvinas y en el STD (unidades de procesamiento y ducto de GN)			x
	Mantenimiento correctivo en Malvinas (unidades criogénicas)		x	
	Mantenimiento programado en Melchorita (unidades & cargadero de GNL)		x	
	Mantenimiento correctivo en Melchorita (unidades de producción de GNL)	x		
	Mantenimiento programado en el STD (planta compresora)			x

El análisis reveló que, en algunos casos, el periodo de emergencia superó los 30 días calendario, generando un impacto significativo en el suministro continuo de GN a las concesiones virtuales, particularmente en la Concesión Norte. Los mantenimientos más prolongados, como el mantenimiento correctivo en Melchorita que duró 45 días calendario debido a la reparación de la turbina que acciona el compresor de propano (Resolución Ministerial N° 127-2021-MINEM/DM), representan el mayor impacto, ya que una mayor duración del mantenimiento implica una interrupción más extensa en el suministro. Por otro lado, los mantenimientos programados en Melchorita, que interrumpieron la operación del cargadero de GNL, tuvieron un impacto medio, afectando el normal abastecimiento de GNL a las cisternas de las concesiones. De igual manera, los mantenimientos correctivos en Malvinas, con una duración promedio de 15 días calendario y

centrados en las unidades criogénicas N° 3, 4 y 5, también tuvieron un impacto medio. Finalmente, los mantenimientos con una duración menor a 10 días calendario, como los mantenimientos programados en la Planta Compresora Chiquintirca, el STD y la Planta Malvinas, generaron un impacto menor en el suministro de GN. Sin embargo, situaciones como una parada de planta repentina en Malvinas podrían tener un impacto significativo, ya que la falta de aviso previo puede dificultar la implementación de medidas correctivas o alternativas, a diferencia de los mantenimientos programados que permiten a los concesionarios tomar medidas preventivas. Este tipo de mantenimientos tienen la obligación de ser informados con un mínimo de 90 días calendario antes de su ejecución, de acuerdo con el Art. 3 del Decreto Supremo N° 017-2018-EM.

Aunque en esta sección no se logró estimar cuantitativamente el impacto de factores como conflictos sociales, desastres naturales y atentados de terceros, es importante destacar que estos eventos, además de repentinos, pueden resultar muy perjudiciales dependiendo de la parte de la cadena de valor del GN en que ocurran. Por ejemplo, de acuerdo con la GART - Osinergmin (2007), el ducto de transporte de GN atraviesa zonas con alto riesgo de derrumbes y rupturas, y al no contar con redundancia, un desastre natural como huaycos o derrumbes podría provocar un desabastecimiento total.

Por otro lado, los conflictos sociales, como el paro de transportistas o de gremios que conllevan el cierre de carreteras, son particularmente perjudiciales para las concesiones virtuales, ya que impiden el tránsito de camiones cisterna hacia la Planta Melchorita para el abastecimiento de GNL o hacia las ciudades concesionadas para su descarga en las ED. Estos conflictos, cuya duración es incierta y depende de las negociaciones entre los gremios y las autoridades, se han identificado como uno de los principales factores de interrupción de GN como se determinó en el análisis de la frecuencia de ocurrencia.

En cuanto a los atentados de terceros, si bien no son frecuentes, eventos como el

ocurrido el 13 de diciembre de 2022 pueden ocasionar interrupciones parciales en el transporte y suministro de GN. Aunque no son comunes en gran parte de la cadena de valor, en el sistema de distribución constituyen una de las causas principales de interrupción, debido a trabajos de alcantarillado, mejora de vías, entre otros. Según Osinergmin, estos eventos deben ser reportados por el concesionario en un plazo no mayor a 24 h tras la emergencia, conforme a la RCD N° 253-2021-OS/CD¹³.

Finalmente, al combinar el análisis de la frecuencia de ocurrencia con el impacto de los factores de interrupción, se obtuvo la matriz que se presenta en la **Figura 27**. Esta matriz resume los hallazgos presentados y permite evaluar de manera más clara los riesgos asociados al suministro de GN.

Figura 27

Riesgos operacionales/emergencias – Frecuencias vs Impacto

MAYOR IMPACTO ↓	MAYOR FRECUENCIA →			
	Impacto potencial	Frecuencia		
		A	M	B
	A			④
	M	② ③	⑥	
	B	① ⑤		⑦ ⑧
				① Mantenimiento programado en Malvinas y en el STD (unidades de procesamiento y ducto de GN)
				② Mantenimiento correctivo en Malvinas (unidades criogénicas)
				③ Mantenimiento programado en Melchorita (unidades & cargadero de GNL)
				④ Mantenimiento correctivo en Melchorita (unidades de producción de GNL)
				⑤ Mantenimiento programado en el STD (planta compresora)
				⑥ Conflictos sociales (protestas)
				⑦ Desastres naturales (crecida de ríos)
				⑧ Atentado de terceros (toma de instalaciones)

De acuerdo con los análisis, los trabajos de mantenimiento y los conflictos sociales constituyen los principales factores que afectan la continuidad del suministro de GN en la Concesión Norte, destacándose tanto por su frecuencia como por su impacto. Asimismo, Arthur

¹³ Resolución del Consejo Directivo de Osinergmin que modifica la RCD N° 172-2009-OS/CD, resolución que aprueba el “Procedimiento para el Reporte y Estadísticas en materia de Emergencias y Enfermedades Profesionales en las Actividades del Subsector Hidrocarburos”

D. Little (2008) concluyó que los trabajos de mantenimiento y las rupturas de ductos por actos malintencionados son las causas más frecuentes e impactantes de interrupción del servicio de GN. En muchos casos, los actos malintencionados que afectan a los ductos pueden estar relacionados con conflictos sociales, como ocurrió durante el atentado a la Planta Compresora Kamani en diciembre de 2022.

Estos hallazgos resaltan la necesidad de implementar nuevos medios de transporte y almacenamiento de GNL que aseguren un suministro continuo en las concesiones virtuales, especialmente en la Concesión Norte y, en particular, en el distrito de Chimbote, Ancash, incluso en situaciones de emergencia provocadas por mantenimientos o conflictos sociales.

4.2. Demanda de gas natural e identificación de clientes potenciales

En esta sección se estimó la demanda futura de GN en el distrito de Chimbote a partir de la serie histórica de la demanda actual, obtenida de Osinergmin mediante la SAIP. Asimismo, se analizaron los clientes potenciales identificados en la zona, los cuales podrían representar un consumo significativo para la ED.

4.2.1. Demanda actual de GN

La demanda de GN en el distrito de Chimbote ha mostrado un crecimiento sostenido desde el inicio de la POC, impulsado por programas sociales como el FISE y otros incentivos que promovieron su consumo. Al cierre de diciembre de 2023, se registró un consumo promedio de 74 423.94 Sm³/día, con 42 878 usuarios conectados y una red de distribución de 817.95 km, lo que refleja un crecimiento conjunto en infraestructura y consumo respecto al año anterior.

4.2.2. Demanda futura de GN

En el distrito de Chimbote se proyecta un incremento de la demanda de GN, impulsado por la incorporación de clientes potenciales. Entre ellos destacan industrias que actualmente emplean principalmente combustible residual (R500), además de GLP o GNC, y que podrían migrar progresivamente al uso de GN, motivadas por la transición energética y el ahorro

económico que ofrece este recurso, consolidándolo como una alternativa eficiente y competitiva frente a otras fuentes energéticas.

La identificación de estos clientes potenciales estuvo alineada con el plan quinquenal de inversiones y con programas de masificación del GN, como el FISE y Con Punche Perú, los mismos que se presentan en la **Tabla 20**.

Tabla 20

Demanda de GN por clientes industriales potenciales en el distrito de Chimbote

Distrito	Cliente	Consumo	Residual (gal/año)	GN (Sm ³ /año)
Chimbote	CORPORACION PESQUERA INCA S.A.C. - COPEINCA	RESIDUAL	1850861.00	7310900.95
Chimbote	TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. (TASA)	RESIDUAL	1629549.00	6436718.55
Chimbote	CANTARANA S.A.C.	RESIDUAL	955942.66	3775973.51
Chimbote	CFG INVESTMENT S.A.C.	RESIDUAL	1197507.00	4730152.65
Chimbote	PESQUERA CENTINELA S.A.C.	RESIDUAL	701370.97	2770415.33
Chimbote	PESQUERA CANHANN S.A.C.	RESIDUAL	483166.67	1908508.35
Chimbote	VLACAR S.A.C.	RESIDUAL	467580.65	1846943.57
Chimbote	COMPAÑIA PESQUERA DEL PACIFICO CENTRO S.A.	RESIDUAL	415627.24	1641727.60
Chimbote	GER EXPORT S.A.	RESIDUAL	259767.03	1026079.77
Chimbote	INVERSIONES OSLO S.A.C.	RESIDUAL	259767.03	1026079.77
Chimbote	PESQUERA CAPRICORNIO S.A.	RESIDUAL	207813.62	820863.80
Chimbote	PESQUERA OP7 & BELL S.A.C. / OP7 & BELL S.A.C.	RESIDUAL	51953.41	205215.97
Chimbote	CORPORACION MARQUEZA S.A.C.	RESIDUAL	46758.06	184694.34
Chimbote	EMPRESA PESQUERA GAMMA S.A.	RESIDUAL	41562.72	164172.74
Chimbote	INVERSIONES QUIAZA S.A.C.	RESIDUAL	41562.72	164172.74
Chimbote	GROUP CORPORATION REYE'S S.A.C.	RESIDUAL	41562.72	164172.74
Chimbote	PESQUERA HILLARY E.I.R.L.	RESIDUAL	33769.71	133390.35
Chimbote	TRIADA FOODS S.A.C.	RESIDUAL	25976.70	102607.97
Chimbote	DON FERNANDO S.A.C.	RESIDUAL	25664.98	101376.67
Chimbote	LA CHIMBOTANA S.A.C.	RESIDUAL	12988.35	51303.98
Total			8750752.24	34565471.35

Nota. Adaptado de (RedLand , 2023)

Los volúmenes de combustible residual en la **Tabla 20** fueron convertidos a su equivalente energético en GN, expresando la demanda en Sm³ de GN.

La relación entre el combustible residual y el GN se calculó para determinar cuántos Sm³ de GN corresponden a un galón de residual, utilizando el Poder Calorífico Inferior (PCI) de cada combustible:

- (PCI) residual¹⁴ $\approx 151279.33 \frac{\text{BTU}}{\text{gal}}$
- (PCI) gas natural¹⁵ $\approx 38267.26 \frac{\text{BTU}}{\text{Sm}^3}$

La equivalencia obtenida fue:

$$\frac{151279.33 \frac{\text{BTU}}{\text{gal}}}{38267.26 \frac{\text{BTU}}{\text{Sm}^3}} \approx 3.95 \frac{\text{Sm}^3}{\text{gal}}$$

Aplicando esta relación al primer valor de la **Tabla 20**, correspondiente al volumen anual de residual, se obtuvo:

$$1850861.00 \frac{\text{gal}}{\text{año}} * 3.95 \frac{\text{Sm}^3}{\text{gal}} = 7310900.95 \frac{\text{Sm}^3}{\text{año}}$$

Este resultado evidencia que la incorporación de estos usuarios no solo incrementaría significativamente el consumo industrial, sino que también incentivaría mayores inversiones en infraestructura, facilitando la expansión de las redes y el acceso al GN para un número creciente de usuarios residenciales y comerciales en el distrito de Chimbote.

4.2.3. Análisis de la proyección de la demanda

Con base en la demanda actual del distrito de Chimbote se proyectó el consumo futuro, utilizando los registros de 2018 a 2023 (**Figura 23**). El análisis de los promedios mensuales permitió caracterizar la evolución histórica de la demanda y definir la base de proyección en las áreas de interés. Para este cálculo se empleó la tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR), cuyos resultados se presentan en el **Apéndice A**¹⁶ y su grafico se presenta en la **Figura 28**.

La **Figura 28** muestra el comportamiento de la proyección en comparación con la serie

¹⁴ El PCI del combustible residual R500 se tomó de Guillén (2021).

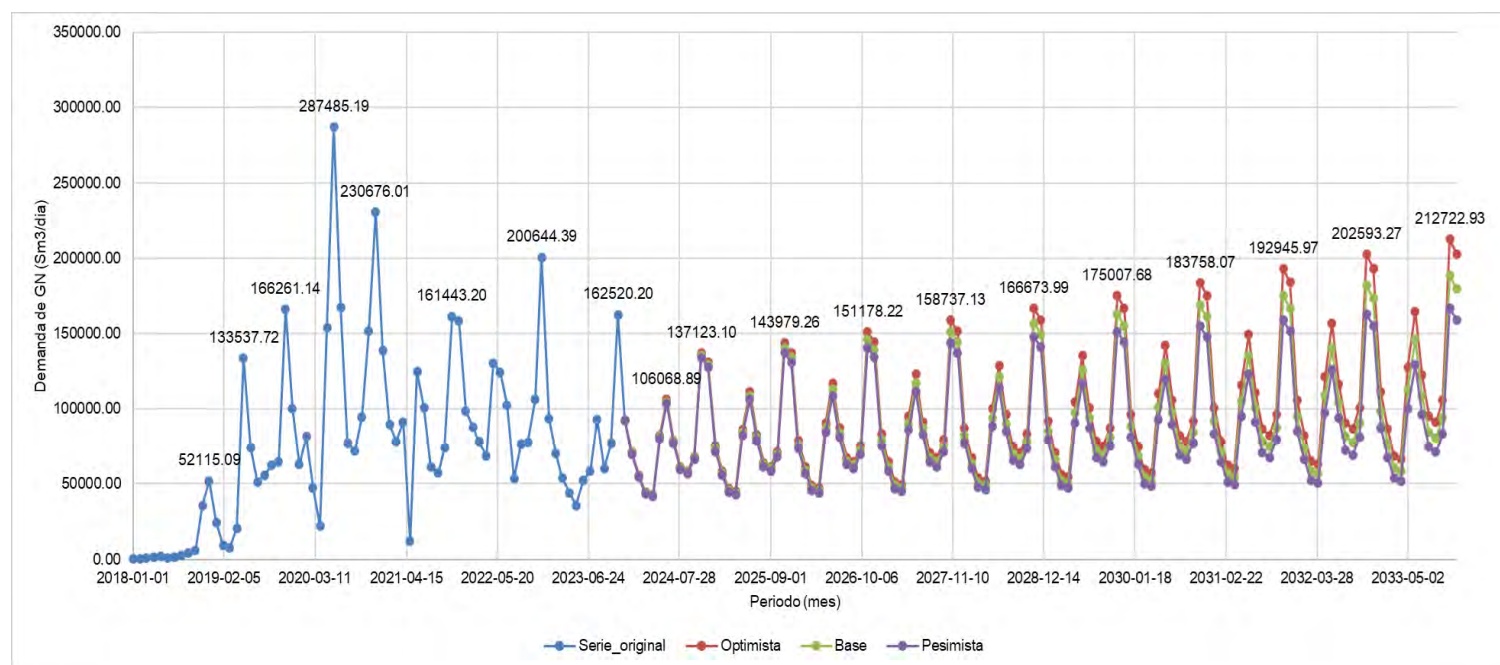
¹⁵ El PCI del GN se tomó de Guillén (2021) y se encuentra dentro del rango establecido en el literal f) del artículo 44 del TUO del Reglamento de Distribución por Red de Ductos (D.S. N° 040-2008-EM), que fija un poder calorífico entre 8 450 Kcal/Sm³ y 10 300 Kcal/Sm³.

¹⁶ El Apéndice A presenta las proyecciones de la demanda de GN en los escenarios optimista, base y pesimista; no obstante, para los cálculos se empleó el escenario optimista.

histórica (línea azul). La línea roja representa el escenario optimista, la línea verde el escenario base y la línea morada el escenario pesimista, para el periodo 2023-2033.

Figura 28

Demanda proyectada del consumo de gas natural en el distrito de Chimbote



Nota. Adaptado de la información proporcionada por la UTGN-Osinergmin a través de una SAIP.

Durante el periodo analizado se identificó un comportamiento cíclico, con incrementos pronunciados de consumo en los meses vinculados a la actividad pesquera. El máximo histórico se registró en junio de 2020, al inicio de la temporada de pesca, con un volumen promedio de 287 485.19 $\text{Sm}^3/\text{día}$. Otros repuntes relevantes se observaron en diciembre de 2020 (230 676.01 $\text{Sm}^3/\text{día}$), diciembre de 2022 (200 644.39 $\text{Sm}^3/\text{día}$) y noviembre de 2023 (162 520.20 $\text{Sm}^3/\text{día}$), lo que confirma la fuerte incidencia del sector pesquero en la dinámica del consumo local de GN.

En los meses fuera de temporada (demanda normal) se registraron valores considerablemente más bajos. Por ejemplo, en 2023 los consumos diarios oscilaron entre 44 169.33 $\text{Sm}^3/\text{día}$ y 92 870.75 $\text{Sm}^3/\text{día}$, correspondientes principalmente a los sectores residencial, comercial e institucional, cuya participación en la demanda total es menor.

La proyección muestra un crecimiento sostenido en el consumo, con incrementos recurrentes en los mismos meses de cada año, en línea con la temporada de pesca industrial. Para noviembre de 2033 se estima un consumo promedio de 212 722.93 Sm³/día, mientras que en la temporada normal se proyectan picos de hasta 105 944.34 Sm³/día en octubre del mismo año.

La **Tabla 21** presenta la proyección de la demanda de GN diferenciada para la temporada normal y la temporada de pesca en el periodo 2023-2033:

Tabla 21

Demanda de GN en el distrito de Chimbote (2023-2033)

Temporada	Periodo									
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Normal (Sm ³ /día)	55182.98	57942.12	60839.23	63881.19	67075.25	70429.01	73950.46	77647.99	81530.39	85606.91
Pesca (Sm ³ /día)	101704.61	106789.84	112129.33	117735.79	123622.58	129803.71	136293.90	143108.59	150264.02	165982.02

Los registros reflejan que los mayores niveles de consumo se concentran durante la temporada de pesca, la cual, según PRODUCE, se desarrolla dos veces al año (de mayo a julio y de noviembre a enero), con variaciones que en algunos casos se extienden hasta mediados de agosto o inician desde mediados de octubre (**Tabla 8**).

Por ello, garantizar la seguridad energética del distrito requiere una planificación que considere estas variaciones estacionales en el consumo.

- **Proyección de la demanda de GN por usuarios residenciales y comerciales**

Si bien se realizó la proyección de la demanda de GN en temporada normal y en temporada de pesca para el periodo 2023-2033, no se tuvo certeza sobre el consumo específico de los usuarios residenciales y comerciales. Por ello, resultó necesario estimar este volumen, debido a que estos usuarios cumplen un papel fundamental en situaciones de emergencia, dado que, según el D.S. N° 017-2018-EM, son considerados de prioridad en el suministro.

En este sentido, se tomó como referencia la información de Osinergmin a diciembre de 2023, donde se registró un consumo promedio de aproximadamente 19 101.00 Sm³/día correspondiente a 42 878 usuarios conectados (**Figura 24**). A partir de esta relación, se obtuvo un consumo aproximado de 0.45 Sm³/día por usuario, valor que sirvió de base para proyectar el consumo futuro de este segmento.

Por su parte, de acuerdo con los resultados del Censo Nacional 2017 del INEI (2018), la población urbana de los distritos de Chimbote y Nuevo Chimbote asciende a 356 951 habitantes. Asimismo, el tamaño promedio del hogar en el área urbana del departamento de Áncash es de aproximadamente 3.4¹⁷ personas por vivienda, lo que permitió estimar un máximo referencial de 104 986 viviendas urbanas, equivalente al número potencial de usuarios residenciales.

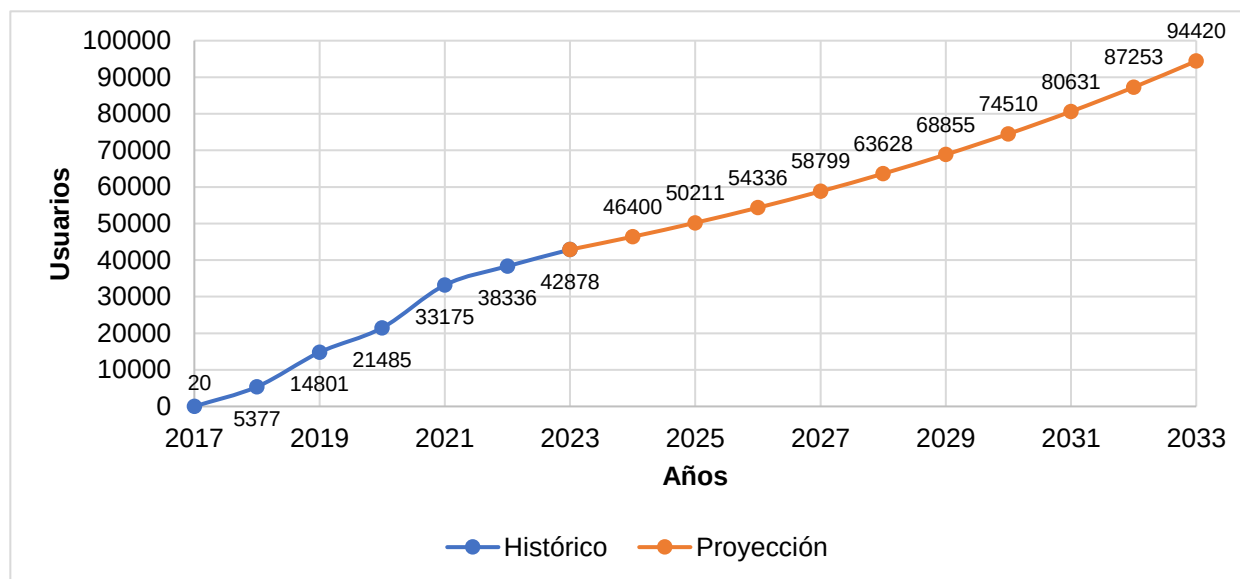
Adicionalmente, el análisis del comportamiento histórico de usuarios habilitados evidenció que, si bien el número de usuarios mantiene una tendencia creciente, el ritmo de incorporación de nuevas conexiones ha disminuido en el periodo 2021-2023. En ese sentido, para la proyección 2024-2033 se adoptó una tasa de crecimiento mensual de 0.67 %, obtenida a partir del índice promedio de 2023 (0.94 %) ajustado por la variación respecto a 2022 (-0.27 %). Bajo este supuesto, se proyectó un crecimiento sostenido del número de usuarios, verificándose que los valores estimados no superan el máximo referencial de 104 986 usuarios.

La **Figura 29** muestra la evolución histórica y la proyección del número de usuarios residenciales y comerciales para el periodo 2017-2033 en el distrito de Chimbote.

¹⁷ Valor obtenido del Perfil Sociodemográfico del Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI (2018).

Figura 29

Evolución histórica y proyección del número de usuarios residenciales y comerciales en el distrito de Chimbote (2017-2033)



De acuerdo con la **Figura 29**, los usuarios habilitados pasarían de 20 en 2017 a 94 420 en 2033, reflejando un crecimiento sostenido del mercado residencial y comercial en línea con la masificación del servicio y la ampliación de redes.

Con base en lo anterior, la **Tabla 22** muestra la proyección de la demanda de GN de este segmento, estimada a partir del producto entre el consumo promedio por usuario ($0.45 \text{ Sm}^3/\text{día}$) y el número total de usuarios proyectados.

Tabla 22

Demanda de GN por usuarios residenciales y comerciales en el distrito de Chimbote (2023-2033)

Usuarios	Periodo									
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Residencial y comercial ($\text{Sm}^3/\text{día}$)	20879.98	22595.05	24450.99	26459.37	28632.72	30984.59	33529.63	36283.73	39264.05	42489.16

4.2.4. Proyección de redes y demanda de GN

De acuerdo con el Plan Quinquenal¹⁸ de Inversiones de GDP, aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 027-2025-OS/CD, se proyecta que, para el periodo 2025-2029, se ejecutará la construcción de 91 142 m de gasoducto de polietileno (PE) y 180 280 m de tuberías de conexión (TC), conforme se detalla en la **Tabla 23**:

Tabla 23

Metrado proyectado de gasoducto de PE y TC, periodo 2025-2029

Grupo	Subgrupo	Unidad	2025	2026	2027	2028	2029	Total
Gasoducto	Acero	m	-	-	-	-	-	-
	PE	m	58278	32675	179	10	-	91142
Tubería de Conexión	Acero	m	-	-	-	-	-	-
	PE	m	14356	57208	54363	54353	-	180280

Nota: Adaptado del Informe Técnico 122-2025-GRT (Osinergmin, 2025)

El gasoducto de PE se ejecutará en diversas ciudades de la Concesión Norte, y el metrado correspondiente a cada una se presenta en la **Tabla 24**.

Tabla 24

Metrado proyectado de gasoducto de PE por ciudades, periodo 2025-2029

Provincia	Distrito	Unidad	2025	2026	2027	2028	Total
Ascope	Razuri	m	1567	32646	-	-	34213
Huaraz	Independencia	m	-	-	21	-	21
Santa	Chimbote	m	53235	29	-	-	53264
Santa	Nuevo Chimbote	m	1292	-	-	-	1,292
Trujillo	Huanchaco	m	2163	-	-	-	2,163
Trujillo	La esperanza	m	-	-	158	-	158
Trujillo	Salaverry	m	21	-	-	-	21
Trujillo	Trujillo	m	-	-	-	10	10
Total		m	58,278	32675	179	10	91142

Nota: Adaptado del Informe Técnico 122-2025-GRT (Osinergmin, 2025)

Tal como se aprecia en la **Tabla 24**, se proyecta la construcción de 53 264 m de redes de

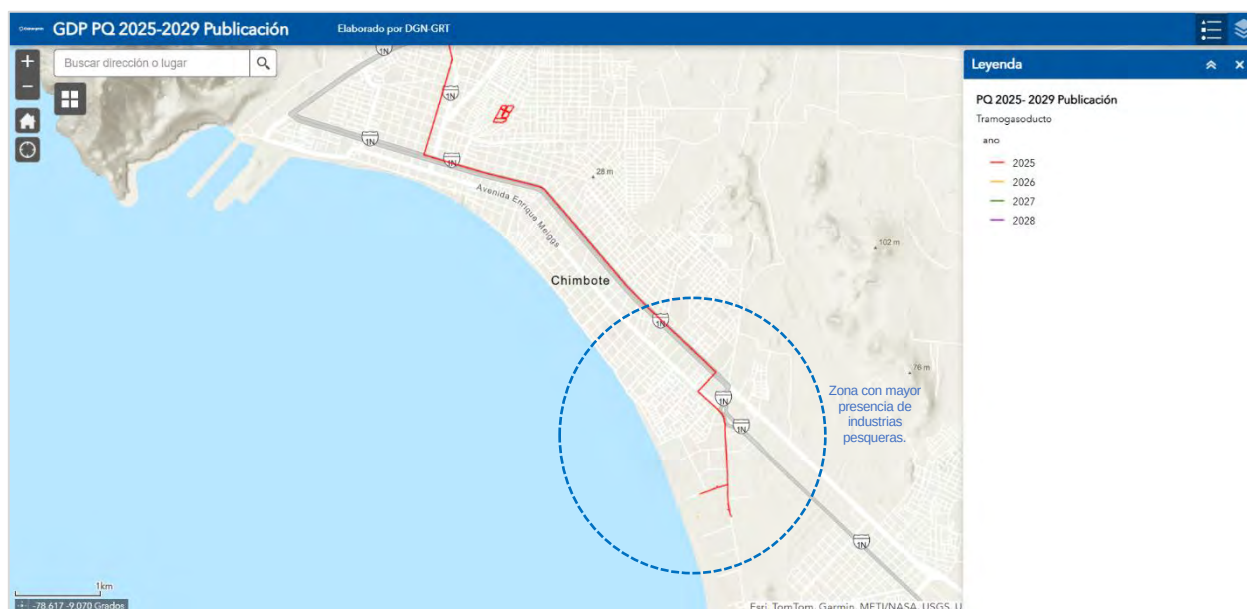
¹⁸ Plan Quinquenal: Programa de ejecución del Sistema de Distribución que desarrollará el Concesionario durante los próximos cinco (5) años.

PE en el distrito de Chimbote, constituyéndose en el distrito con mayor extensión proyectada de redes de distribución dentro de la provincia del Santa. A medida que se amplía la cobertura de redes, se prevé también un incremento sostenido en la demanda de GN, impulsado por la incorporación progresiva de nuevos usuarios residenciales, comerciales e industriales.

La **Figura 30** muestra la proyección de las redes a construir por año en el distrito de Chimbote, como parte del Plan Quinquenal 2025-2029 de GDP.

Figura 30

Redes proyectadas de PE en el distrito de Chimbote, periodo 2025-2029



Nota: Adaptado del Informe Técnico 122-2025-GRT (Osinergrmin, 2025)

Como se observa en la **Figura 30**, las redes proyectadas por GDP se concentrarían principalmente en la zona industrial Gran Trapecio, a lo largo de la Av. Los Pescadores, donde se ubica la mayor cantidad de industrias pesqueras. En este contexto, dichas redes podrían beneficiar a los clientes potenciales identificados en la **sección 4.2.2.**, quienes, por su proximidad a las redes externas, ya presentarían viabilidad técnica conforme al artículo 63 del TUO del Reglamento de Distribución, que establece los criterios para determinar la viabilidad técnica y económica de nuevos suministros. En estos casos, solo quedaría pendiente la evaluación

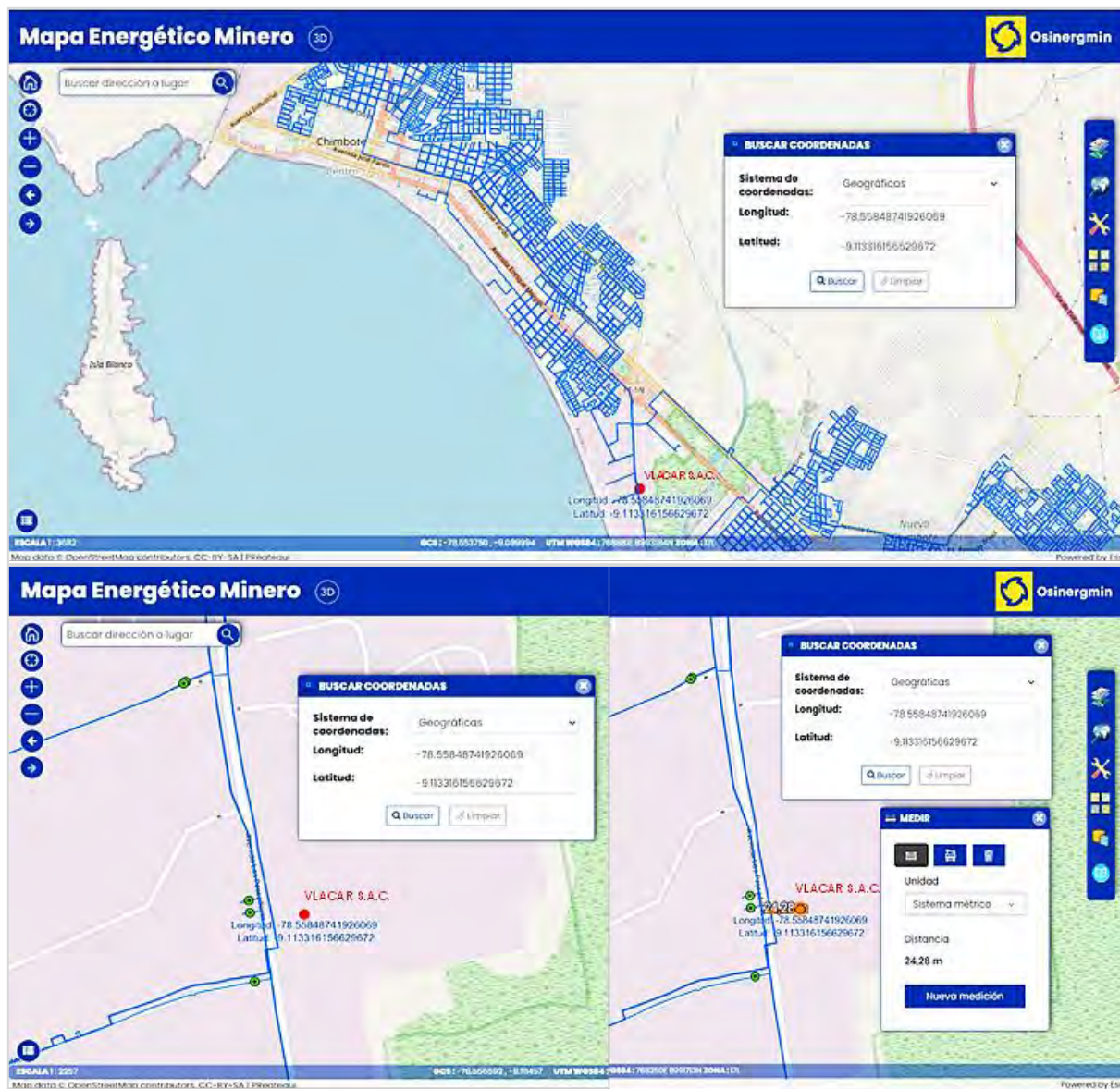
económica por parte del concesionario para la instalación de las TC solicitadas por los usuarios.

La **Figura 31** muestra un ejemplo de la cercanía de los clientes potenciales a las redes de distribución de GN en el distrito de Chimbote, tomando como referencia la Pesquera VLACAR S.A.C. y el Mapa Energético Minero del Osinergmin, el cual presenta las redes de distribución de GN a nivel nacional al año 2025, incluidas los tramos ya ejecutados por GDP en cumplimiento a su Plan Quinquenal 2025-2029.

En la **Figura 31**, la Pesquera VLACAR S.A.C. se encuentra a aproximadamente 25 m de la red troncal de GN, distancia que se encuentra dentro de lo dispuesto en el artículo 63 del TUO del Reglamento de Distribución, el cual considera que existe infraestructura necesaria en la zona cuando la red con capacidad para abastecer a usuarios con consumos superiores a 15 000 Sm³/mes, como en el caso de las industrias, se ubica a menos de 300 m. En consecuencia, esta y otras industrias pesqueras de la zona, que aún no forman parte del sistema de distribución, presentan viabilidad técnica y, una vez evaluada su viabilidad económica, podrían incorporarse a la red, contribuyendo al incremento de la demanda de GN en el distrito de Chimbote, conforme a las proyecciones realizadas para los próximos años.

Figura 31

Proximidad de clientes potenciales a las redes de distribución de GN en el distrito de Chimbote



Nota: Adaptado del Mapa Energético Minero del Osinergmin.

4.3. Capacidad de almacenamiento y regasificación de la Estación de Distrito de Chimbote

En esta sección se presentan los resultados de la evaluación de la capacidad de almacenamiento y regasificación de la ED Chimbote frente a la demanda futura proyectada a 10 años (2023-2033) y a los escenarios de interrupción definidos en la metodología, con el objetivo de verificar si la estación puede garantizar un suministro continuo de GN a los usuarios finales.

4.3.1. Infraestructura actual de la ED Chimbote

De acuerdo con la **Tabla 11**, actualmente la ED Chimbote¹⁹ cuenta con 5 tanques de almacenamiento de GNL, de 200 m³ de capacidad geométrica cada uno, que en conjunto suman 1 000 m³. Asimismo, dispone de 8 vaporizadores ambientales con una capacidad de regasificación de 3 900 Nm³/h cada uno y 3 ERP: un ramal de 4 bar para usuarios residenciales y comerciales, y dos ramales de 6 bar destinados al sector industrial (**Tabla 12**).

La estación constituye una de las más importantes de la Concesión Norte, dado que en este distrito se concentra la mayor cantidad de industrias pesqueras de la región, principales consumidores de GN. Este perfil de demanda motivó el incremento de la capacidad de almacenamiento, que pasó de 400 m³ a 1 000 m³ de GNL, en respuesta al crecimiento y altos volúmenes de consumo del sector industrial.

El consumo de GN presenta una marcada estacionalidad. La **Tabla 13** muestra valores referenciales correspondientes a 2023 que ilustran la variación de la demanda: en temporada normal se registraron picos diarios de hasta 54 768.00 Sm³/día, mientras que en temporada de pesca alcanzaron 303 146.97 Sm³/día, más de cinco veces superior. En estos periodos de mayor exigencia, la ED Chimbote incluso supera el consumo total de la Concesión Norte en temporada normal, cuyo promedio ronda los 200 000.00 Sm³/día según Osinergmin, lo que refuerza su

¹⁹ Ubicada en la prolongación del jirón Miraflores, Mz. C, lotes 5 al 11, en el distrito de Nuevo Chimbote, provincia del Santa y departamento de Ancash.

relevancia estratégica para GDP y la necesidad de medidas que aseguren la continuidad del suministro.

4.3.2. Cálculo de la Capacidad de almacenamiento de la ED Chimbote

De acuerdo con la **Tabla 11**, la ED Chimbote cuenta con 5 tanques de almacenamiento de GNL de 200 m³ cada uno. Aplicando la ecuación (6), se determinó que la capacidad real de almacenamiento (CRA) es:

$$CRA = 0.90 * 1000 \text{ m}^3 = \mathbf{900 \text{ m}^3 \text{ GNL}}$$

Considerando el factor de conversión de 600 Sm³ de GN por cada m³ de GNL, se obtuvo un volumen total de GN disponible (V_{GN}) de:

$$V_{GN} = 900 \text{ m}^3 \text{ GNL} * 600 \frac{\text{Sm}^3 \text{ GN}}{\text{m}^3 \text{ GNL}}$$

$$V_{GN} = 540000.00 \text{ Sm}^3 \text{ GN}$$

Según la proyección de la demanda futura de GN, en los próximos 10 años (2023-2033) podrían alcanzarse picos promedio de hasta 212 722.93 Sm³/día en temporada de pesca. Frente a ello, el volumen almacenado de GNL en la ED Chimbote, equivalente a **540 000.00 Sm³ de GN**, resultaría suficiente para cubrir la demanda proyectada, incluso en periodos de mayor consumo, siempre que no se presenten escenarios de interrupción y se mantenga el abastecimiento de GNL a la planta.

4.3.3. Cálculo de la Capacidad de regasificación de la ED Chimbote

De acuerdo con la **Tabla 11**, la capacidad de regasificación nominal de cada vaporizador ambiental es de 3 900 Nm³/h. Estos equipos operan en grupos de cuatro y conmutan cada 8 horas para evitar el congelamiento. Con base en estas condiciones de operación, la capacidad total de regasificación diaria se determinó de la siguiente manera:

- Capacidad de regasificación con 4 vaporizadores:

$$4 * 3900 \frac{\text{Nm}^3}{\text{h}} = 15600.00 \frac{\text{Nm}^3}{\text{h}}$$

- Capacidad de regasificación por turno de 8 horas:

$$15600.00 \frac{\text{Nm}^3}{\text{h}} * 8 \text{ h} = 124800.00 \text{ Nm}^3$$

- Capacidad de regasificación diaria (3 turnos):

$$124800.00 \text{ Nm}^3 * 3 = 374400.00 \frac{\text{Nm}^3}{\text{día}}$$

Bajo estas condiciones, la capacidad de regasificación se estimó en 374 400.00 Nm³/día. Sin embargo, la información reportada por GDP y la utilizada por Osinergmin en relación con el GN se presenta en metros cúbicos estándar (Sm³), por lo que fue necesario realizar la conversión correspondiente.

En este contexto, SEDIGAS (2015) y la DSGN - Osinergmin (2024), en su boletín estadístico, establecen que las condiciones normales y las condiciones estándar corresponden a 0 °C y 1 013.25 mbar, y a 15.6 °C y 1 013.25 mbar, respectivamente. Por lo tanto, considerando el principio de los gases ideales, la capacidad de regasificación diaria de la ED Chimbote o el volumen total que puede regasificar en condiciones estándar (V_{CE}) se determinó de la siguiente manera:

$$V_{CE} = 374400.00 \text{ m}^3 * \frac{101.325 \text{ kPa}}{101.325 \text{ kPa}} * \frac{(15.6 + 273.15)\text{K}}{(0 + 273.15)\text{K}}$$

$$V_{CE} = 395782.54 \frac{\text{Sm}^3}{\text{día}}$$

El resultado obtenido indica que la ED Chimbote cuenta con una capacidad de regasificación de 395 782.54 Sm³/día de GN, suficiente para atender la demanda futura, incluso durante los periodos pico de consumo.

No obstante, este valor corresponde a la capacidad nominal teórica, considerando que los vaporizadores ambientales operan al 100 %. En la práctica, la eficiencia real se ve afectada por variaciones de la temperatura ambiente, la estacionalidad del consumo (normal y de pesca) y la

formación de escarcha en los equipos, lo que reduce su desempeño. Según la información proporcionada por ingenieros de planta, la capacidad efectiva de regasificación suele alcanzar en promedio el 85 % de la capacidad nominal. Bajo este escenario, la capacidad real de la ED Chimbote se calculó como sigue:

$$V_{\text{real}} = 395782.54 * 0.85 = 336415.16 \frac{\text{Sm}^3}{\text{día}}$$

De este modo, la capacidad real de regasificación se estimó en **336 415.16 Sm³/día**, volumen suficiente para garantizar el suministro continuo de GN en el distrito de Chimbote tanto en temporada normal como en temporada de pesca. Sin embargo, esta capacidad podría verse comprometida en caso de una interrupción en el suministro de GNL, debido a factores como los analizados en la **sección 4.1**.

4.3.4. Evaluación de la capacidad operativa frente a la demanda futura

Una vez confirmado que tanto la capacidad de almacenamiento como la de regasificación de los vaporizadores ambientales pueden operar con normalidad incluso ante consumos pico de 212 722.93 Sm³/día en temporada de pesca, se procedió a evaluar si estas capacidades resultarían suficientes para garantizar un suministro continuo de GN en escenarios de interrupción prolongada.

Para este análisis se consideraron los siguientes escenarios:

- 45 días por mantenimiento correctivo.
- 15 días por mantenimiento programado.
- 5 días por conflictos sociales.

4.3.4.1. Capacidad de suministro frente a una interrupción de 45 días por mantenimiento correctivo en Planta Melchorita

En este escenario se analizó si la ED Chimbote dispondría de la capacidad necesaria para asegurar el suministro continuo de GN a los usuarios residenciales, comerciales e

industriales durante una interrupción de 45 días. Para ello, se calculó el volumen de GNL requerido para cubrir dicho periodo y se determinó la autonomía que la estación podría ofrecer con su capacidad actual.

El volumen de GNL necesario para enfrentar esta interrupción, considerando el consumo promedio de GN en una temporada normal y en temporada de pesca en el periodo 2023-2033, se presenta a continuación:

A. Temporada Normal – Año 2024

De acuerdo con la proyección presentada en la **sección 4.2.**, el consumo promedio de GN durante la temporada normal en 2024 se estimó en 55 182.98 Sm³/día. A partir de este valor se obtuvieron los siguientes resultados:

- Volumen de GN requerido para 45 días de interrupción:

$$55182.98 \frac{\text{Sm}^3}{\text{día}} * 45 \text{ días} = 2483234.10 \text{ Sm}^3 \text{ GN}$$

- Volumen de GNL equivalente:

$$\frac{2483234.10 \text{ Sm}^3 \text{ GN}}{\frac{600 \text{ Sm}^3 \text{ GN}}{1 \text{ m}^3 \text{ GNL}}} = 4138.72 \text{ m}^3 \text{ GNL}$$

- Consumo diario de GNL:

$$\frac{55182.98 \frac{\text{Sm}^3 \text{ GN}}{\text{día}}}{\frac{600 \text{ Sm}^3 \text{ GN}}{1 \text{ m}^3 \text{ GNL}}} = 91.97 \frac{\text{m}^3 \text{ GNL}}{\text{día}}$$

De acuerdo con la ecuación (8), la autonomía disponible de la ED Chimbote en temporada normal sería:

$$\text{Autonomia} = \frac{540000.00 \text{ Sm}^3}{55182.98 \frac{\text{Sm}^3}{\text{día}}} = 9.79 \text{ días}$$

B. Temporada de Pesca – Año 2024

Según la proyección de la **sección 4.2.**, el consumo promedio de GN durante la

temporada de pesca en 2024 se estimó en 101 704.61 Sm³/día. Con este valor se obtuvieron los siguientes resultados:

- Volumen de GN requerido para 45 días de interrupción:

$$101704.61 \frac{\text{Sm}^3}{\text{día}} * 45 \text{ días} = 4576707.45 \text{ Sm}^3 \text{ GN}$$

- Volumen de GNL equivalente:

$$\frac{4576707.45 \text{ Sm}^3 \text{ GN}}{\frac{600 \text{ Sm}^3 \text{ GN}}{1 \text{ m}^3 \text{ GNL}}} = 7627.85 \text{ m}^3 \text{ GNL}$$

- Consumo diario de GNL:

$$\frac{101704.61 \frac{\text{Sm}^3 \text{ GN}}{\text{día}}}{\frac{600 \text{ Sm}^3 \text{ GN}}{1 \text{ m}^3 \text{ GNL}}} = 169.51 \frac{\text{m}^3 \text{ GNL}}{\text{día}}$$

De acuerdo con la ecuación (8), la autonomía disponible de la ED Chimbote en temporada de pesca sería:

$$\text{Autonomia} = \frac{540000.00 \text{ Sm}^3}{101704.61 \frac{\text{Sm}^3}{\text{día}}} = 5.31 \text{ días}$$

De acuerdo con los cálculos, para el año 2024 se requerirían 2 483 234.10 Sm³ de GN o 4 138.72 m³ de GNL para cubrir una interrupción de 45 días durante la temporada normal. La ED Chimbote, con su capacidad actual, podría garantizar el suministro por 9.79 días, considerando un consumo promedio de 55 182.98 Sm³/día de GN (91.97 m³/día de GNL), correspondiente a la demanda conjunta de usuarios residenciales, comerciales e industriales.

En este escenario, la ED Chimbote no podría cubrir el consumo total, por lo que sería necesario disponer de un volumen adicional de GNL para asegurar la continuidad del suministro.

Por otro lado, durante la temporada de pesca se requerirían 4 576 707.45 Sm³ de GN o 7 627.85 m³ de GNL para cubrir los 45 días de interrupción. En este escenario, la ED Chimbote solo garantizaría una autonomía de 5.31 días, dado un consumo promedio de 101 704.61

Sm³/día de GN (169.51 m³/día de GNL).

En ambos escenarios, la autonomía actual resultaría insuficiente, lo que confirma la necesidad de contar con volúmenes adicionales de GNL.

No obstante, de acuerdo con el Art. 5 del D.S. N° 017-2018-EM, la prioridad ante una emergencia es abastecer a los clientes residenciales y comerciales. Dado que el consumo de estos usuarios está incluido dentro del consumo total, tanto en la temporada normal como en la temporada de pesca, resultó necesario determinar el volumen de GN y GNL requerido, así como la autonomía de la ED Chimbote, en un escenario donde solo se abasteciera a estos usuarios, aplicando cortes a las industrias o un prorrateo, según lo establecido en la norma.

A continuación, se detalla el volumen necesario de GN y GNL para los usuarios residenciales y comerciales ante una interrupción de 45 días calendario:

C. Usuarios residenciales y comerciales – Año 2024

De acuerdo con la proyección realizada en la **sección 4.2.**, el consumo de GN de los usuarios residenciales y comerciales para 2024 se estimó en 20 879.98 Sm³/día. A partir de este valor se obtuvieron los siguientes resultados:

- Volumen de GN requerido para 45 días de interrupción:

$$20879.98 \frac{\text{Sm}^3}{\text{día}} * 45 \text{ días} = 939599.10 \text{ Sm}^3 \text{ GN}$$

- Volumen de GNL equivalente:

$$\frac{939599.10 \text{ Sm}^3 \text{ GN}}{\frac{600 \text{ Sm}^3 \text{ GN}}{1 \text{ m}^3 \text{ GNL}}} = 1566.00 \text{ m}^3 \text{ GNL}$$

- Consumo diario de GNL:

$$\frac{20879.98 \frac{\text{Sm}^3 \text{ GN}}{\text{día}}}{\frac{600 \text{ Sm}^3 \text{ GN}}{1 \text{ m}^3 \text{ GNL}}} = 34.80 \frac{\text{m}^3 \text{ GNL}}{\text{día}}$$

De acuerdo con la ecuación (8), la autonomía disponible de la ED Chimbote para

abastecer únicamente a usuarios residenciales y comerciales sería:

$$\text{Autonomía} = \frac{540000.00 \text{ Sm}^3}{20879.98 \frac{\text{Sm}^3}{\text{día}}} = 25.86 \text{ días}$$

De acuerdo con los cálculos, para el año 2024 se requerirían 939 599.10 Sm³ de GN o 1 566.00 m³ de GNL para abastecer de forma continua a los usuarios residenciales y comerciales durante una interrupción del suministro de 45 días. En este escenario, la autonomía de la ED Chimbote alcanzaría 25.86 días, considerando un consumo promedio de 20 879.98 Sm³/día de GN (34.80 m³/día de GNL).

Esta autonomía sería insuficiente para cubrir la demanda de los usuarios residenciales y comerciales durante todo el periodo de interrupción, aun aplicando la normativa que prioriza a estos usuarios en caso de emergencia y suspendiendo el suministro a los clientes industriales.

La **Tabla 25** presenta los volúmenes de GN y GNL requeridos por la ED Chimbote en temporadas normales de consumo y en temporadas de pesca durante el periodo 2023-2033 para abastecer a la totalidad de usuarios (residenciales, comerciales e industriales). Asimismo, se muestra el volumen necesario para abastecer exclusivamente a los usuarios residenciales y comerciales en caso de una interrupción de 45 días, conforme a la normativa vigente.

Adicionalmente, en la misma tabla se muestran las autonomías que la ED Chimbote podría alcanzar con su capacidad actual de almacenamiento de GNL frente al volumen de GN requerido bajo dicho escenario de interrupción. A partir de este análisis, se concluye que la capacidad disponible no permitiría cubrir el periodo de 45 días. Por ejemplo, en el año 2024 en temporada normal se requerirían 2 483 234.10 Sm³/día de GN o 4 138.72 m³ de GNL, con un consumo diario de 91.97 m³ de GNL, lo que otorgaría una autonomía de apenas 9.79 días, muy por debajo de lo exigido. Esta limitación se mantiene tanto en temporada normal como en temporada de pesca, e incluso en un escenario de abastecimiento restringido únicamente a usuarios residenciales y comerciales.

Tabla 25

Volumen de GN y GNL requerido para 45 días de interrupción, y autonomía actual de la ED Chimbote

Año	Temporada normal				Temporada de pesca				Residencial y comercial			
	GN 45 días (Sm3)	GNL 45 días (m3)	GNL diario (m3)	Autonomía (días)	GN 45 días (Sm3)	GNL 45 días (m3)	GNL diario (m3)	Autonomía (días)	GN 45 días (Sm3)	GNL 45 días (m3)	GNL diario (m3)	Autonomía (días)
2024	2483234.10	4138.72	91.97	9.79	4576707.45	7627.85	169.51	5.31	939599.10	1566.00	34.80	25.86
2025	2607395.40	4345.66	96.57	9.32	4805542.80	8009.24	177.98	5.06	1016777.25	1694.63	37.66	23.90
2026	2737765.35	4562.94	101.40	8.88	5045819.85	8409.70	186.88	4.82	1100294.55	1833.82	40.75	22.08
2027	2874653.55	4791.09	106.47	8.45	5298110.55	8830.18	196.23	4.59	1190671.65	1984.45	44.10	20.41
2028	3018386.25	5030.64	111.79	8.05	5563016.10	9271.69	206.04	4.37	1288472.40	2147.45	47.72	18.86
2029	3169305.45	5282.18	117.38	7.67	5841166.95	9735.28	216.34	4.16	1394306.55	2323.84	51.64	17.43
2030	3327770.70	5546.28	123.25	7.30	6133225.50	10222.04	227.16	3.96	1508833.35	2514.72	55.88	16.11
2031	3494159.55	5823.60	129.41	6.95	6439886.55	10733.14	238.51	3.77	1632767.85	2721.28	60.47	14.88
2032	3668867.55	6114.78	135.88	6.62	6761880.90	11269.80	250.44	3.59	1766882.25	2944.80	65.44	13.75
2033	3852310.95	6420.52	142.68	6.31	7469190.90	12448.65	276.64	3.25	1912012.20	3186.69	70.82	12.71

4.3.4.2. Capacidad de suministro frente a una interrupción de 15 días por mantenimiento programado en Planta Melchorita

En este escenario se evaluó si, ante una interrupción de 15 días, la ED Chimbote contaría con la capacidad necesaria para garantizar el suministro continuo de GN a sus usuarios. Al igual que en el análisis de 45 días, se calcularon los volúmenes requeridos de GN y GNL, así como la autonomía de la estación.

A. Temporada Normal – Año 2024

- Volumen de GN requerido para 15 días de interrupción:

$$827744.70 \text{ Sm}^3 \text{ GN}$$

- Volumen de GNL equivalente:

$$1379.57 \text{ m}^3 \text{ GNL}$$

- Consumo diario de GNL:

$$91.97 \frac{\text{m}^3 \text{ GNL}}{\text{día}}$$

- Autonomía:

$$9.79 \text{ días}$$

De acuerdo con los cálculos, la ED Chimbote requeriría 827 744.70 Sm³ de GN o 1 379.57 m³ de GNL para cubrir los 15 días de interrupción. Sin embargo, la autonomía actual sería insuficiente para garantizar el suministro durante todo el periodo de interrupción, por lo que se requeriría de un volumen adicional de GNL para evitar el desabastecimiento.

B. Temporada de Pesca – Año 2024

- Volumen de GN requerido para 15 días de interrupción:

$$1525569.15 \text{ Sm}^3 \text{ GN}$$

- Volumen de GNL equivalente:

$$2542.62 \text{ m}^3 \text{ GNL}$$

- Consumo diario de GNL:

$$169.51 \frac{\text{m}^3 \text{ GNL}}{\text{día}}$$

- Autonomía:

5.31 días

Durante la temporada de pesca, la ED Chimbote requeriría 1 525 569.15 Sm³ de GN o 2 542.62 m³ de GNL para los 15 días de interrupción. En este escenario, la autonomía alcanzaría apenas 5.31 días, valor incluso menor al de la temporada normal, por lo que no sería posible mantener el suministro de GN sin disponer de un volumen adicional de GNL.

C. Usuarios residenciales y comerciales – Año 2024

- Volumen de GN requerido para 15 días de interrupción:

313199.70 Sm³ GN

- Volumen de GNL equivalente:

522.00 m³GNL

- Consumo diario de GNL:

$$34.80 \frac{\text{m}^3 \text{ GNL}}{\text{día}}$$

- Autonomía:

25.86 días

Si se priorizara el suministro de GN a los usuarios residenciales y comerciales, conforme a la normativa, la ED Chimbote requeriría 313 199.70 Sm³ de GN o 522.00 m³ de GNL para los 15 días de interrupción. En este caso, la autonomía de la ED sería suficiente para garantizar el abastecimiento sin necesidad de un volumen adicional de GNL. No obstante, esta continuidad podría verse comprometida en los próximos años debido al crecimiento proyectado de la demanda de GN, como se evidenció en la **sección 4.2**.

La **Tabla 26** presenta los volúmenes de GN y GNL requeridos por la ED Chimbote durante las temporadas normal y de pesca en el periodo 2023-2033, considerando tanto el abastecimiento de la totalidad de usuarios como, en un escenario alternativo, únicamente de los usuarios residenciales y comerciales ante una interrupción de 15 días. Asimismo, se muestran las autonomías que la ED Chimbote podría alcanzar con su capacidad actual de almacenamiento de GNL frente al volumen de GN requerido bajo dicho escenario.

A partir de este análisis, se concluye que la capacidad disponible no permitiría cubrir el periodo de 15 días. Por ejemplo, para el año 2024 en temporada normal, se requerirían $827\,744.70 \text{ Sm}^3/\text{día}$ de GN o $1\,379.57 \text{ m}^3$ de GNL, con un consumo diario de 91.97 m^3 de GNL, lo que otorgaría una autonomía de apenas 9.79 días, muy por debajo de lo exigido. Esta limitación se presenta tanto en temporada normal como en temporada de pesca. En el escenario de abastecimiento exclusivo a usuarios residenciales y comerciales, la capacidad actual de la ED Chimbote permitiría cubrir parcialmente la demanda solo entre 2024 y 2030. Sin embargo, entre 2031 y 2033 dicha capacidad resultaría insuficiente para alcanzar la autonomía requerida.

Tabla 26

Volumen de GN y GNL requerido para 15 días de interrupción, y autonomía actual de la ED Chimbote

Año	Temporada normal				Temporada de pesca				Residencial y comercial			
	GN 15 días (Sm3)	GNL 15 días (m3)	GNL diario (m3)	Autonomía (días)	GN 15 días (Sm3)	GNL 15 días (m3)	GNL diario (m3)	Autonomía (días)	GN 15 días (Sm3)	GNL 15 días (m3)	GNL diario (m3)	Autonomía (días)
2024	827744.70	1379.57	91.97	9.79	1525569.15	2542.62	169.51	5.31	313199.70	522.00	34.80	25.86
2025	869131.80	1448.55	96.57	9.32	1601847.60	2669.75	177.98	5.06	338925.75	564.88	37.66	23.90
2026	912588.45	1520.98	101.40	8.88	1681939.95	2803.23	186.88	4.82	366764.85	611.27	40.75	22.08
2027	958217.85	1597.03	106.47	8.45	1766036.85	2943.39	196.23	4.59	396890.55	661.48	44.10	20.41
2028	1006128.75	1676.88	111.79	8.05	1854338.70	3090.56	206.04	4.37	429490.80	715.82	47.72	18.86
2029	1056435.15	1760.73	117.38	7.67	1947055.65	3245.09	216.34	4.16	464768.85	774.61	51.64	17.43
2030	1109256.90	1848.76	123.25	7.30	2044408.50	3407.35	227.16	3.96	502944.45	838.24	55.88	16.11
2031	1164719.85	1941.20	129.41	6.95	2146628.85	3577.71	238.51	3.77	544255.95	907.09	60.47	14.88
2032	1222955.85	2038.26	135.88	6.62	2253960.30	3756.60	250.44	3.59	588960.75	981.60	65.44	13.75
2033	1284103.65	2140.17	142.68	6.31	2489730.30	4149.55	276.64	3.25	637337.40	1062.23	70.82	12.71

4.3.4.3. Capacidad de suministro frente a una interrupción de 5 días a causa de conflictos sociales.

En este escenario se evaluó si, ante una interrupción de 5 días, la ED Chimbote contaría con la capacidad necesaria para garantizar el suministro continuo de GN a sus usuarios. Al igual que en los análisis de 45 y 15 días, se calcularon los volúmenes requeridos de GN y GNL, así como la autonomía de la estación.

A. Temporada Normal – Año 2024

- Volumen de GN requerido para 5 días de interrupción:

$$275914.90 \text{ Sm}^3 \text{ GN}$$

- Volumen de GNL equivalente:

$$459.86 \text{ m}^3 \text{ GNL}$$

- Consumo diario de GNL:

$$91.97 \frac{\text{m}^3 \text{ GNL}}{\text{dia}}$$

- Autonomía:

$$9.79 \text{ dias}$$

De acuerdo con los cálculos, durante la temporada normal, la ED Chimbote requeriría 275 914.90 Sm³ de GN o 459.86 m³ de GNL para cubrir los 5 días de interrupción. Dado que la autonomía (9.79 días) supera este periodo, no sería necesario un volumen adicional de GNL en 2024. No obstante, esta autonomía podría verse afectada en los próximos años por el crecimiento de la demanda de GN, como se analizó en la **sección 4.2**.

B. Temporada de Pesca – Año 2024

- Volumen de GN requerido para 5 días de interrupción:

$$508523.05 \text{ Sm}^3 \text{ GN}$$

- Volumen de GNL equivalente:

847.54 m³GNL

- Consumo diario de GNL:

$$169.51 \frac{\text{m}^3 \text{ GNL}}{\text{día}}$$

- Autonomía

5.31 días

Durante la temporada de pesca, la ED Chimbote requeriría 508 523.05 Sm³ de GN o 847.54 m³ de GNL para cubrir los 5 días de interrupción. Dado que la autonomía (5.31 días) supera este periodo, no sería necesario un volumen adicional de GNL en 2024. No obstante, esta autonomía podría verse afectada en los próximos años por el crecimiento de la demanda de GN.

C. Usuarios residenciales y comerciales – Año 2024

- Volumen de GN requerido para 5 días de interrupción:

104399.90 Sm³ GN

- Volumen de GNL equivalente:

174.00 m³GNL

- Consumo diario de GNL:

$$34.80 \frac{\text{m}^3 \text{ GNL}}{\text{día}}$$

- Autonomía

Autonomia = 25.86 días

En un escenario donde se priorice únicamente el suministro de GN a usuarios residenciales y comerciales, conforme a la normativa, la ED Chimbote requeriría 104 399.90 Sm³ de GN o 174.00 m³ de GNL para cubrir los 5 días de interrupción. Dado que la autonomía (25.86 días) es superior a este periodo de interrupción, se garantizaría el suministro continuo sin necesidad de un volumen adicional de GNL.

La **Tabla 27** presenta los volúmenes de GN y GNL requeridos por la ED Chimbote durante las temporadas normal y de pesca en el periodo 2023-2033, considerando tanto el suministro a la totalidad de usuarios como, en un escenario alternativo, únicamente a los usuarios residenciales y comerciales ante una interrupción de 5 días. Asimismo, se muestran las autonomías que la estación podría alcanzar con su capacidad actual de almacenamiento de GNL frente al volumen de GN requerido bajo dicho escenario.

A partir de este análisis, se observa que la estación podría cubrir la demanda de GN en temporada normal durante todo el periodo evaluado (2023-2033). No obstante, en temporada de pesca, el almacenamiento permitiría cubrir parcialmente la demanda entre 2024 y 2025; sin embargo, a partir de 2026 se requeriría un volumen adicional de GNL para atender a los usuarios finales. Por ejemplo, en el año 2026, durante dicha temporada, se requerirían 560 646.65 Sm³/día de GN o 934.41 m³ de GNL, con un consumo diario de 186.88 m³ de GNL, lo que otorgaría una autonomía de apenas 4.82 días, inferior a los 5 días requeridos. En contraste, en el escenario de abastecimiento exclusivo a usuarios residenciales y comerciales, la capacidad actual de la ED Chimbote sí permitiría cubrir en su totalidad la demanda futura ante una interrupción de 5 días.

En consecuencia, la capacidad actual de la estación no sería suficiente para satisfacer la demanda proyectada en los próximos años, salvo en el caso de una interrupción de 5 días y únicamente si el suministro se restringe a usuarios residenciales y comerciales, conforme a la normativa vigente. Para atender escenarios más exigentes sería necesario un volumen adicional de GNL.

Tabla 27

Volumen de GN y GNL requerido para 5 días de interrupción, y autonomía actual de la ED Chimbote

Año	Temporada normal				Temporada de pesca				Residencial y comercial			
	GN 5 días (Sm3)	GNL 5 días (m3)	GNL diario (m3)	Autonomía (días)	GN 5 días (Sm3)	GNL 5 días (m3)	GNL diario (m3)	Autonomía (días)	GN 5 días (Sm3)	GNL 5 días (m3)	GNL diario (m3)	Autonomía (días)
2024	275914.90	459.86	91.97	9.79	508523.05	847.54	169.51	5.31	104399.90	174.00	34.80	25.86
2025	289710.60	482.85	96.57	9.32	533949.20	889.92	177.98	5.06	112975.25	188.29	37.66	23.90
2026	304196.15	506.99	101.40	8.88	560646.65	934.41	186.88	4.82	122254.95	203.76	40.75	22.08
2027	319405.95	532.34	106.47	8.45	588678.95	981.13	196.23	4.59	132296.85	220.49	44.10	20.41
2028	335376.25	558.96	111.79	8.05	618112.90	1030.19	206.04	4.37	143163.60	238.61	47.72	18.86
2029	352145.05	586.91	117.38	7.67	649018.55	1081.70	216.34	4.16	154922.95	258.20	51.64	17.43
2030	369752.30	616.25	123.25	7.30	681469.50	1135.78	227.16	3.96	167648.15	279.41	55.88	16.11
2031	388239.95	647.07	129.41	6.95	715542.95	1192.57	238.51	3.77	181418.65	302.36	60.47	14.88
2032	407651.95	679.42	135.88	6.62	751320.10	1252.20	250.44	3.59	196320.25	327.20	65.44	13.75
2033	428034.55	713.39	142.68	6.31	829910.10	1383.18	276.64	3.25	212445.80	354.08	70.82	12.71

Ante esta situación, en primera instancia podría considerarse el redimensionamiento de la ED Chimbote. Sin embargo, tras el análisis realizado, se determinó que incrementar la capacidad de almacenamiento no resolvería los problemas de interrupción causados, por ejemplo, por mantenimientos correctivos en la Planta Melchorita o bloqueo de carreteras por conflictos sociales. Además, si se optara por aumentar el almacenamiento para cubrir la demanda en temporadas normales y de pesca, la ED Chimbote necesitaría 12 448.65 m³, 4 149.55 m³ y 1 383.18 m³ de capacidad instalada de GNL para afrontar interrupciones de 45, 15 y 5 días, respectivamente. Este escenario sería económicamente inviable debido a los elevados costos de ampliación y mantenimiento, sumados al bajo consumo en temporada normal y al carácter estacional de la demanda pesquera, lo que conllevaría al sobredimensionamiento de la planta.

En este contexto, resulta necesario evaluar alternativas de transporte y almacenamiento de GNL que reduzcan los costos de implementación y operación, minimicen el impacto en el precio final del GN para los usuarios y garanticen un suministro continuo en el distrito de Chimbote. Entre estas opciones destacan las embarcaciones de almacenamiento y regasificación de GNL, los remolques móviles de regasificación y los contenedores ISO de GNL. La selección de la tecnología más adecuada requiere un análisis detallado, el cual se desarrolla en el siguiente capítulo.

4.4. Evaluación de nuevas tecnologías de transporte y almacenamiento de GNL

En esta sección se presentan los resultados del análisis comparativo de las tecnologías de transporte y almacenamiento de GNL consideradas en la metodología y descritas previamente en el marco teórico, utilizando el método del árbol de decisiones. Esta herramienta permitió identificar la alternativa más adecuada para garantizar un suministro continuo de GN en el distrito de Chimbote.

4.4.1. Tecnologías para el transporte y almacenamiento de GNL

De acuerdo con la **Tabla 14**, la tecnología de embarcaciones de almacenamiento y

regasificación (FSRU y barcasas) ofrece capacidades de almacenamiento que varían entre 1 000 y 30 000 m³ en el caso de barcasas, y entre 25 000 y 300 000 m³ en el caso de las FSRU. Su costo estimado oscila entre 200 y 350 millones de dólares (USD), mientras que, en la modalidad de arrendamiento, la tarifa diaria puede fluctuar entre 80 000.00 y 120 000.00 USD. El tiempo de implementación se estima entre 12 y 18 meses. Estas unidades presentan una ventaja relevante: sus capacidades de almacenamiento permitirían atender consumos estacionales elevados, como en la temporada de pesca, y mitigar los efectos de interrupciones prolongadas en el suministro. Asimismo, podrían adaptarse a las condiciones del Puerto de Chimbote; sin embargo, esta opción implicaría la construcción de infraestructura adicional para su correcta operación.

La **Tabla 15** muestra que los remolques móviles de regasificación presentan una capacidad de 56 m³, equivalente a la de los camiones cisterna actualmente empleados por GDP en el transporte terrestre de GNL. Destaca su alta flexibilidad, pues pueden acoplarse a la flota existente de cisternas, cuentan con un nivel elevado de automatización que reduce la necesidad de control operativo, y ofrecen transporte multimodal. Esta última característica representa una ventaja estratégica frente a bloqueos de carreteras u otras contingencias en el transporte terrestre, al poder ser transportados por vía marítima o ferroviaria. El costo de estas unidades supera los 300 000.00 USD, lo que constituye un factor relevante al momento de evaluar su implementación.

Finalmente, según la **Tabla 16**, los contenedores especializados tipo UN T75 constituyen otra alternativa para el transporte y almacenamiento de GNL. Estos presentan dimensiones equivalentes a los contenedores convencionales de 20 y 40 ft, con capacidades que van de 5 300 a 12 100 galones (20 a 45 m³). Pueden conservar el GNL en estado líquido por más de 40 días, reduciendo significativamente las pérdidas por boil-off. Además, cuentan con transporte multimodal (terrestre, marítimo y ferroviario), lo que, al igual que en el caso de los remolques móviles, representa una alternativa viable ante interrupciones ocasionadas por bloqueos de

carreteras. Su costo en el mercado varía entre 50 000.00 y 150 000.00 USD, dependiendo del fabricante y las especificaciones técnicas, mientras que su vida útil, según la literatura especializada, puede alcanzar los 20 años.

Estos resultados constituyeron la base para el análisis comparativo que se presenta en la siguiente sección.

4.4.2. Análisis comparativo de las tecnologías y selección de la tecnología más adecuada

El análisis comparativo de las tres tecnologías, considerando criterios como inversión inicial, flexibilidad operativa y capacidad de respuesta ante interrupciones, permitió sintetizar los aspectos más relevantes en la **Tabla 28**.

Tabla 28

Análisis comparativo de tecnologías de transporte y almacenamiento de GNL

Criterio	FSRU / Barcazas de GNL	Remolques móviles de regasificación	Contenedores ISO de GNL
Inversión inicial	Alta	Media	Baja
Tipo de implementación	Alta (meses/años)	Media (meses)	Baja (semanas)
Flexibilidad operativa	Media – Alta	Alta	Muy Alta
Capacidad de almacenamiento	Alta (hasta 300000 m ³)	Baja – Media (40 – 60 m ³)	Baja (20 - 40 m ³ por contenedor)
Capacidad de respuesta	Alta	Alta	Media – Alta
Infraestructura necesaria para la operación	Elevada (requiere puerto atraque etc.)	Media (acceso terrestre)	Baja (multimodal)
Aplicabilidad en el distrito de Chimbote	Limitada	Alta	Alta

En la **Tabla 28**, las tecnologías móviles como los remolques y contenedores ISO de GNL presentan una menor inversión, mayor flexibilidad operativa y una destacable capacidad de adaptación a distintos entornos, especialmente en zonas sin acceso a infraestructura portuaria.

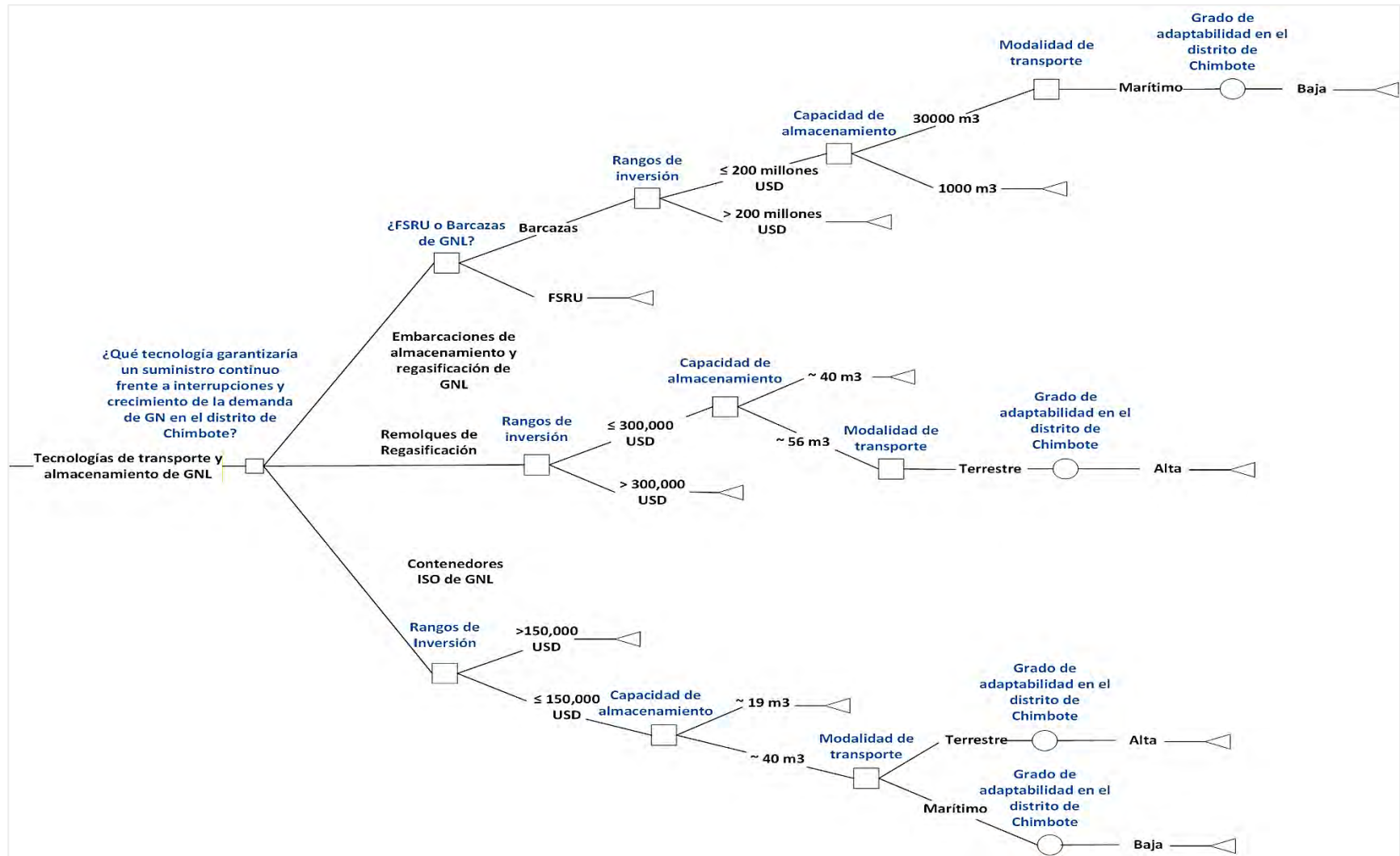
Por su parte, las FSRU y barcasas ofrecen alta capacidad de almacenamiento y respuesta confiable ante demandas sostenidas, aunque requieren mayor inversión y pueden implicar demoras en la implementación.

La **Figura 32** muestra un árbol de decisiones que resume el proceso de selección según criterios clave como inversión, flexibilidad operativa y volumen transportado.

En función de los criterios evaluados y ante escenarios que requieren una respuesta rápida frente a interrupciones en el suministro de GN, las tecnologías móviles, como los remolques de regasificación y los contenedores ISO de GNL, destacan por su flexibilidad operativa, menor inversión inicial y facilidad de implementación.

Figura 32

Árbol de decisiones para la selección de una tecnología de GNL



No obstante, ante interrupciones prolongadas y un posible incremento sostenido de la demanda, las barcazas de almacenamiento y regasificación podrían constituir una solución complementaria, gracias a su mayor capacidad operativa. Estas últimas implicarían, sin embargo, una inversión significativamente mayor, requerirían infraestructura más compleja y, durante periodos de consumo regular, podrían resultar sobredimensionadas, generando costos adicionales para el concesionario, razón por la cual se consideran inviables para el contexto evaluado.

Entre las tecnologías móviles, si bien los remolques y los contenedores ISO presentan características técnicas similares, estos últimos ofrecen ventajas adicionales, como menores costos, disponibilidad en el mercado y capacidad de transporte intermodal, lo que permitiría su desplazamiento por vía terrestre, marítima o ferroviaria. Además, permitirían no solo el transporte, sino también el almacenamiento de GNL por periodos prolongados, lo que resultaría especialmente útil durante las temporadas de pesca, cuando se registra un aumento estacional en el consumo de GN.

En este sentido, los **contenedores ISO de GNL** se consideran la **alternativa tecnológica más adecuada** para fortalecer la seguridad energética en el distrito de Chimbote, al combinar adaptabilidad, eficiencia logística y capacidad de respuesta ante interrupciones o fluctuaciones en la demanda de GN.

CAPITULO V: DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA SELECCIONADA

En este capítulo se detalla con mayor profundidad la tecnología seleccionada para el presente estudio: los contenedores ISO UN T75, considerados una alternativa potencial para fortalecer la seguridad energética en el distrito de Chimbote, Áncash. Se revisan sus principales especificaciones técnicas, así como los aspectos relacionados con su diseño, construcción, inspección y ensayo, destacando además las ventajas que ofrece su capacidad de transporte multimodal, fundamental para garantizar flexibilidad operativa y resiliencia frente a posibles interrupciones en el suministro de GNL. Asimismo, se determina el número de contenedores requeridos para cada escenario de interrupción evaluados en capítulos anteriores.

Con base en esta información, se realiza un análisis económico orientado a determinar la viabilidad de esta propuesta tecnológica, considerando los costos asociados a su incorporación en la cadena logística. Adicionalmente, se evalúa la ubicación más adecuada para su instalación en el distrito de Chimbote, priorizando áreas cercanas a la ED Chimbote. Para ello, se identifican predios disponibles, se delimita el área requerida y se verifica el cumplimiento de las distancias de seguridad establecidas en la Norma Técnica Peruana NTP 111.032-2²⁰.

Finalmente, se revisa el marco normativo nacional e internacional aplicable a los contenedores ISO UN T75, a fin de garantizar que su implementación se ajuste a los estándares de seguridad y sostenibilidad.

5.1. Contenedores ISO UN T75

Como se expuso en el marco teórico, los contenedores ISO UN T75 son tanques criogénicos presurizados montados sobre un bastidor estándar ISO, conformados por un tanque interior de acero inoxidable destinado al almacenamiento del fluido criogénico y un tanque exterior de acero al carbono, aislados al vacío y con material multicapa. Estos equipos, regulados

²⁰ NTP 111.032-2: GAS NATURAL LICUADO. Instalaciones y equipamiento para gas natural licuado. Parte 2: Estaciones de regasificación de gas natural licuado (GNL).

por la UNECE (2021), se utilizan para el transporte y almacenamiento de GNL y presentan, entre otras, las siguientes especificaciones y disposiciones aplicables a su diseño, construcción, inspección y operación.

5.1.1. Especificaciones técnicas del contenedor ISO UN T75

De acuerdo con Chart Industries (2013), los contenedores ISO UN T75 se fabrican en dos tamaños comerciales: 20 ft y 40 ft, con capacidades de entre 20 a 45 m³ aproximadamente. Su capacidad es comparable a la de los camiones cisterna que actualmente transportan GNL hacia la Concesión Norte, cuyo volumen útil es de alrededor 48 m³ y cuya longitud también se aproxima a los 40 ft (GRT-División de Gas Natural, 2024).

Estos contenedores se fabrican conforme a las normas ISO y a otros estándares internacionales, como ASME/DOT, IMDG, RID, TPED y ADR (Chart Industries, 2013). Asimismo, la Reglamentación Modelo de las Naciones Unidas para el Transporte de Mercancías Peligrosas establece directrices específicas para su diseño, construcción, inspección y ensayo, garantizando así una operación segura (UNECE, 2021).

La **Tabla 29** presenta las especificaciones técnicas de un contenedor de 40 ft de LongTeng Industrial Co., Ltd. (2024) (**Anexo 5**), empresa que proporcionó información técnica y una cotización de referencia.

Tabla 29

Especificaciones del Contenedor ISO UN T75 de 40 ft de LongTeng

Modelo	Capacidad		MAWP		Ancho	Largo	Alto	P. vacío / Tara	P. Bruto Max.	Hold Time Days	Evaporación
	Gal	L	psi	bar							
42K7 (ISO 668-1AA)	12072	45700	116	8.0	2438	12192	2591	11700	36000	109	≤ 0.29

Nota. Adaptado de LongTeng Industrial Co., Ltd. (2024).

El modelo de LongTeng de 40 ft ofrece una capacidad bruta de 45.7 m³ de GNL, con una presión de operación de 8 bar y dimensiones de 12.19 m de longitud, 2.43 m de ancho y 2.59 m

de alto, equivalentes a las de un contenedor estándar. Su diseño permite conservar el GNL en condiciones criogénicas durante 109 días, con una tasa de boil-off menor o igual a 0.29 % por día. Este modelo fue seleccionado como base para los cálculos de los capítulos posteriores, dado que la empresa proporcionó información técnica y económica completa.

La elección del contenedor de 40 ft frente al de 20 ft respondió a criterios técnicos y económicos: al disponer de mayor capacidad de almacenamiento y transporte por unidad, reduce la necesidad de adquirir un número elevado de contenedores para manejar los volúmenes de GNL requeridos en la **sección 4.3**, optimizando así los costos logísticos y de operación.

5.1.2. Disposiciones sobre el diseño y la seguridad de los contenedores ISO UN T75

De acuerdo con la UNECE (2021), los contenedores Portátiles T75 empleados para el transporte de gases licuados refrigerados, entre ellos el GNL, deben cumplir con determinadas disposiciones técnicas relacionadas con su transporte y manejo, establecidas en el *Reglamento Modelo de las Naciones Unidas para el Transporte de Mercancías Peligrosas*. Estas disposiciones abarcan, entre otros aspectos, el diseño, la construcción, la inspección y los ensayos, y se detallan específicamente en el numeral 6.7.4 del mencionado reglamento. A continuación, en la **Tabla 30**, se desarrollan las principales disposiciones aplicables a los contenedores ISO UN T75, que constituyen la base técnica para su implementación en el presente estudio.

Tabla 30

Disposiciones sobre el manejo de los contenedores ISO UN T75

Ítems	Disposición	Sección del Reglamento
Llenado	- El volumen del líquido no debe exceder el 98 % del volumen del depósito, cuando la presión interna sea igual a la PSMA.	4.2.3.6
	- Se determina en función del tiempo de retención.	
Tiempo de retención real	- Es el tiempo que tarda la presión interna del depósito en alcanzar el nivel más bajo permitido por los dispositivos	4.2.3.7

	limitadores de presión, debido al incremento de temperatura y presión por efecto de la aportación de calor. - Se calcula para cada viaje y toma como base el tiempo de retención de referencia del gas licuado refrigerado a transportar, así como la densidad y la presión de llenado.	
Diseño y construcción	- Los depósitos deben ser fabricados conforme a las disposiciones de un código sobre recipientes a presión aprobado por la autoridad competente. - El depósito y la envoltura deben ser construidos con materiales metálicos, como el acero. - La envoltura de los contenedores aislados al vacío debe resistir al menos una presión externa de 100 kPa o una presión de aplastamiento crítico de por lo menos 200 kPa.	6.7.4.2
Criterios de diseño	- Los depósitos deben diseñarse y construirse para soportar una presión de ensayo de al menos 1.3 veces la PSMA. Para depósitos aislados al vacío, la presión de ensayo no debe ser inferior a 1.3 veces la suma de la PSMA y 100 kPa (1 bar), y nunca inferior a 300 kPa (3 bar) (presión manométrica). - La construcción de depósitos soldados no debe emplear aceros con una relación R_e/R_m superior a 0.85. - Los aceros utilizados deben tener un alargamiento en rotura de al menos 10,000/R_m (%). Para el aluminio y sus aleaciones, este valor no debe ser inferior a 10,000/6R_m (%). - El ensayo de tracción de los materiales metálicos debe realizarse conforme a la norma ISO 6892:1998.	6.7.4.3
Espesor mínimo del depósito	- Los depósitos de hasta 1.80 m de diámetro deben tener un espesor mínimo de 5 mm para acero o su equivalente en otros metales. Para diámetros mayores, el espesor mínimo debe ser de 6 mm. - Los depósitos con aislamiento al vacío de hasta 1.80 m de diámetro deben tener paredes de al menos 3 mm para acero o su equivalente en otros metales. Para diámetros mayores, el espesor mínimo debe ser de 4 mm. - Independientemente del material empleado en la fabricación de estos depósitos, el espesor no debe ser inferior a 3 mm.	6.7.4.4
Dispositivos indicadores	- Los contenedores portátiles deben tener dispositivos indicadores, excepto aquellos que se llenan por pesaje. - No se deben emplear indicadores de nivel de vidrio u otros materiales frágiles en contacto directo con el contenido. - Los contenedores portátiles aislados al vacío deben incluir un punto de conexión para un manómetro.	6.7.4.11
Soporte, bastidores y sujeción de contenedores portátiles	- Los contenedores portátiles deben diseñarse y construirse con soportes que garanticen su estabilidad durante el transporte.	4.2.3.3 6.7.4.12

	- El depósito debe estar protegido contra daños por choques o vuelcos utilizando un bastidor ISO conforme a la norma ISO 1496-3:1995.	
Aprobación del diseño	- Cada nuevo diseño de contenedor portátil debe recibir un certificado de aprobación de la autoridad competente, confirmando que ha sido evaluado y cumple con las disposiciones del apartado 6.7.4. - Si se produce una serie de contenedores portátiles sin cambios en el diseño, el certificado debe ser válido para toda la serie. - El certificado de aprobación debe incluir, como mínimo, el informe de ensayo del prototipo, el gas licuado refrigerado a transportar, los materiales de construcción del depósito y envoltura, y el número de aprobación.	6.7.4.13
Inspección y ensayo	- Los contenedores portátiles y sus componentes deben ser inspeccionados y sometidos a ensayo antes de entrar en servicio (inspección inicial). Posteriormente, deben ser evaluados cada cinco años como máximo (inspecciones periódicas quinquenales), con una evaluación intermedia cada dos años y medio. Además, deben realizarse inspecciones y ensayos excepcionales conforme a lo establecido en el numeral 6.7.4.14.7 del Reglamento. - El ensayo inicial incluye la comparación del contenedor con las características de diseño, un examen detallado de su estructura interna y externa, y la realización de pruebas de presión, estanqueidad y verificación de soldaduras mediante métodos no destructivos como ultrasonido y radiografía. - Las inspecciones y ensayos realizados cada cinco años y cada dos años y medio deben contemplar un examen externo del contenedor y sus accesorios.	6.7.4.14
Marcado	- Cada contenedor portátil debe contar con una placa metálica en la cual se precise información acerca del fabricante, gas licuado refrigerado transportado, etc., (Anexo 3). - Si el contenedor/cisterna portátil está diseñado y aprobado para su manipulación en mar abierto, debe de incluir en su placa de identificación la leyenda: "CISTERNA PORTÁTIL PARA TRANSPORTE MARÍTIMO".	6.7.4.15

5.1.3. GNL y contenedores ISO UN T75

Como se explicó anteriormente, el GNL puede ser transportado mediante contenedores portátiles o contenedores ISO UN T75. Además de las disposiciones técnicas asociadas al diseño, seguridad y transporte de estos equipos, desarrolladas en la **sección 5.1.2.**, es necesario

considerar las características específicas del GNL a transportar. De acuerdo con el Capítulo 3.2²¹ del *Reglamento de las Naciones Unidas para el Transporte de Mercancías Peligrosas*, el GNL debe estar claramente identificado y cumplir con una serie de requisitos asociados a su clasificación y transporte. Esta información, junto con las disposiciones aplicables a los contenedores portátiles T75, se presenta en la **Tabla 31**.

Tabla 31

Lista de Mercancías Peligrosas de la ONU: Gas Natural Licuado (GNL)

N° ONU	Nombre y descripción	Clase o div.	Peligro secundario	Grupo de emb/env ONU	Disp. espec.	Cantidades limitadas y exceptuadas		Embalaje/envases y RIG		Cisternas portátiles y contenedores para graneles	
						(7a)	(7b)	Inst. de emb/env	Disp. Espec.	Inst. de transp.	Disp. Espec.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7a)	(7b)	(8)	(9)	(10)	(11)
-	3.1.2	2.0	2.0	2.0.1.3	3.3	3.4	3.5	4.1.4	4.1.4	4.2.5 4.3.2	4.2.5
1972	METANO LÍQUIDO REFRIGERADO o GAS NATURAL LÍQUIDO REFRIGERADO con alta proporción de metano	2.1				0	E0	P203		T75	TP5

Donde:

- 3.1.2 : Designación Oficial de Transporte
- 2.0 : Clasificación (Clases, Divisiones, Grupos de Embalaje/Envase)
- 3.4 : Mercancías Peligrosas Embaladas/Envasadas en Cantidades Limitadas
- 3.5 : Mercancías Peligrosas Embaladas/Envasadas en Cantidades Exceptuadas
- 4.1.4 : Lista de Instrucciones de Embalaje/Envasado
- 4.2.5 : Instrucciones y Disposiciones Especiales de Transporte en Cisternas Portátiles
- 4.3.2 : Disposiciones Adicionales Aplicables a las Mercancías a Granel de las Divisiones 4.2, 4.3, 5.1, 6.2 y Clases 7 y 8.

Nota. Adaptado de (UNECE, 2021)

²¹ Lista de Mercancías Peligrosas - ONU

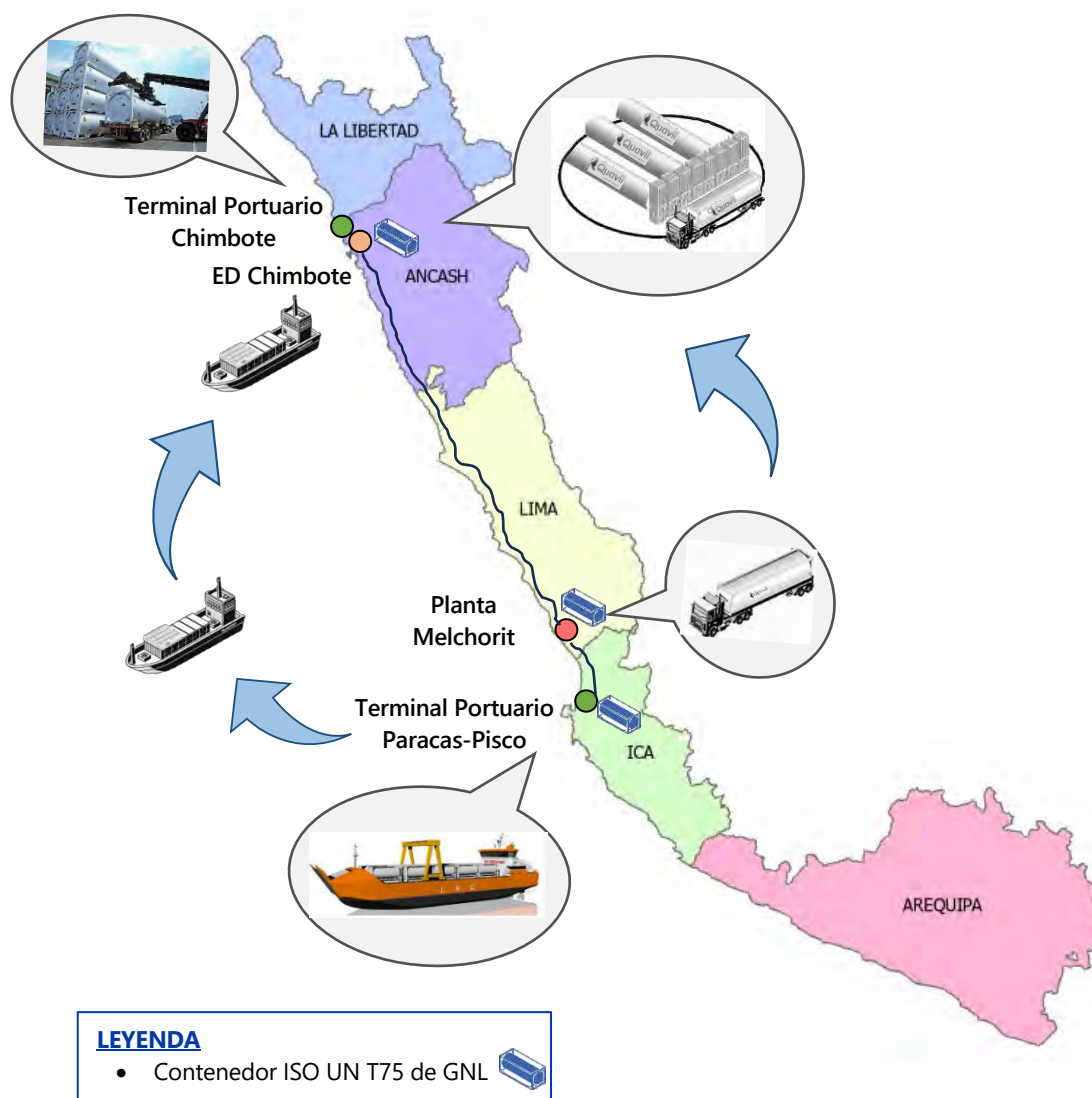
La **Tabla 31** recopila la información reglamentaria correspondiente al GNL, organizada en 11 columnas que remiten a los capítulos y secciones pertinentes del reglamento. Por ejemplo, la información contenida en la columna (2) se encuentra en el capítulo 3.1.2. De acuerdo con los valores consignados, el número ONU asignado al GNL es 1972, y esta sustancia pertenece a la Clase 2, División 2.1 (Gases inflamables). La cifra “0” en la columna (7a) indica que no está permitido su transporte en cantidades limitadas, conforme al capítulo 3.4. Asimismo, el código E0 especifica que el GNL no puede ser transportado como cantidad exceptuada. La instrucción de embalaje P203 establece los requisitos para el uso de recipientes criogénicos cerrados, mientras que el código T75 define las instrucciones de transporte aplicables a los contenedores portátiles. Finalmente, la disposición especial TP5 hace referencia a consideraciones específicas sobre el grado de llenado de los contenedores que contienen GNL.

5.1.4. Intermodalidad y transporte de GNL mediante contenedores ISO UN T75

Una vez definidos los lineamientos para el diseño, construcción y manejo de los contenedores ISO UN T75, tecnología seleccionada a partir del análisis del árbol de decisiones, es importante destacar su principal ventaja: la capacidad de operar en distintos modos de transporte.

En el contexto de este estudio, ante escenarios de interrupción como el bloqueo de carreteras, estos contenedores podrían ser transportados por vía marítima desde el terminal portuario de Paracas, en Pisco, hasta el terminal de Chimbote mediante barcazas. En condiciones normales, sin interrupciones en el suministro, además de servir como tanques de almacenamiento en la ED Chimbote, también pueden ser transportados por carretera, de forma similar a los camiones cisterna de GNL que operan actualmente.

El esquema de transporte propuesto se muestra en la **Figura 33**.

Figura 33*Intermodalidad de los contenedores ISO UN T75*

5.1.4.1. Transporte terrestre de contenedores ISO UN T75

A la fecha, el transporte terrestre de GNL se realiza mediante camiones cisterna desde la planta de licuefacción de Pampa Melchorita hasta la ED Chimbote. En condiciones normales de suministro; es decir, sin interrupciones, los contenedores ISO UN T75 pueden emplearse de manera similar a los camiones cisterna, debido a que poseen capacidades similares de

transporte y están sujetos a la misma normativa aplicable.

Un ejemplo destacado del uso de estos contenedores fue el implementado por las empresas SYCAR y Limagas Natural Perú S.A., que transportaron GNL desde la planta de licuefacción de Galileo Technologies en Paita (Piura, Perú) hasta Ecuador, utilizando contenedores ISO de 40 ft, según información de GNL GLOBAL (2024) y GALILEO Technologies (2024).

La distancia entre la planta de Perú LNG y la ED Chimbote es de aproximadamente 590 km, según estimaciones de rutas viales. Durante ese trayecto, tanto los camiones cisterna como aquellos destinados al transporte de contenedores ISO UN T75 deben cumplir estrictamente con la normativa nacional e internacional vigente para el transporte de GNL y mercancías peligrosas, la cual se detalla en la **sección 5.6**. Asimismo, los conductores deben contar con licencias especiales y estar debidamente capacitados para el transporte de este tipo de sustancias.

Finalmente, aunque el transporte terrestre en la actualidad se realiza exclusivamente por carretera, resulta pertinente considerar la posibilidad del transporte por vía férrea. Si bien actualmente no existe una línea férrea que conecte la planta de Melchorita con la ED Chimbote, se proyectan iniciativas como el Proyecto Tren Grau, que busca unir toda la costa peruana desde Tumbes hasta Tacna, en una extensión de 2446 km. De acuerdo con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2022), este proyecto permitiría movilizar hasta 61.5 millones de toneladas de carga anuales, entre las cuales podría contemplarse el transporte de GNL mediante contenedores ISO UN T75 cargados en vagones especialmente acondicionados.

5.1.4.2. Transporte marítimo de contenedores ISO UN T75

En la sección anterior se abordó el transporte terrestre de GNL mediante contenedores ISO UN T75 en condiciones normales, es decir, cuando no se presentan escenarios de interrupción como los analizados previamente. No obstante, si llegara a producirse alguno de estos escenarios particularmente el bloqueo de carreteras por conflictos sociales durante un

periodo igual o mayor a cinco días, como el caso considerado, no sería posible abastecer de GNL a la ED Chimbote por vía terrestre. Incluso en temporadas normales, y considerando la proyección de la demanda de GN, esta estación requeriría un volumen adicional para asegurar el suministro continuo.

Frente a este tipo de situaciones, una alternativa operativa sería el transporte marítimo de GNL mediante contenedores ISO UN T75 a bordo de barcas acondicionadas para el traslado de mercancías peligrosas. Esta modalidad permitiría el traslado desde el terminal portuario de Paracas, en Pisco (Ica), hasta el terminal portuario de Chimbote, en Santa (Áncash), ofreciendo una solución flexible ante interrupciones logísticas en la red vial.

Su implementación requeriría la obtención de permisos específicos y el cumplimiento estricto del marco normativo aplicable al transporte marítimo de mercancías peligrosas. En particular, se debería gestionar autorizaciones ante la Dirección General de Capitanías y Guardacostas (DICAPI), así como coordinar acciones con la Autoridad Portuaria Nacional (APN), Osinergmin y MINEM, de acuerdo con el alcance y la etapa del proyecto. Estas autorizaciones incluirían, entre otros, el registro de la nave, el permiso para el transporte de sustancias peligrosas, la aprobación de planes de protección para operaciones portuarias y la presentación de un expediente técnico integral que sustente la viabilidad regulatoria y operativa de la propuesta.

Un ejemplo internacional destacable es el caso de la empresa Gáslink (2024) en Portugal, que implementó con éxito el transporte combinado terrestre-marítimo de contenedores ISO UN T75 desde el terminal de GNL de Sines hasta la isla de Madeira, garantizando el suministro continuo en un contexto geográfico con restricciones logísticas. Este modelo demuestra la aplicabilidad de esta tecnología para reforzar la seguridad energética en zonas con acceso terrestre limitado, como podría ocurrir en el litoral peruano.

En el ámbito nacional, los terminales portuarios de Paracas (Pisco) y Chimbote (Áncash)

cuentan con infraestructura apta para la operación de buques y barcas portacontenedores, incluyendo muelles marginales y calados adecuados. Asimismo, de acuerdo con el MINAM (2025), las características del litoral peruano presentan condiciones oceánicas estables, lo que permitiría una navegación segura y continua a lo largo de este trayecto.

Una vez arribados al puerto de Chimbote, los contenedores serían trasladados a la ED correspondiente, donde el GNL sería regasificado y acondicionado para su distribución a usuarios residenciales, comerciales e industriales, en especial a las industrias pesqueras y de harina de pescado, mediante la infraestructura de redes existente.

De esta manera, esta modalidad de transporte no solo permitiría mantener la continuidad operativa en escenarios adversos, sino que, en comparación con el transporte terrestre, podría representar una mejora en la seguridad energética local, al ofrecer mayor flexibilidad logística y capacidad de respuesta ante interrupciones como las analizadas en secciones anteriores.

5.2. Contenedores ISO requeridos para garantizar el suministro de GNL en Chimbote ante interrupciones e incrementos en la demanda de GN

En la **sección 4.3.** se determinó el volumen necesario de GNL para asegurar un suministro continuo en la ED Chimbote, considerando tres posibles escenarios de interrupción, así como un eventual incremento en la demanda de GN durante la temporada normal y la temporada de pesca.

En la presente sección se determina el número de contenedores ISO UN T75 necesarios para el transporte y almacenamiento de GNL en la ED Chimbote, con el objetivo de garantizar la continuidad del suministro ante eventuales interrupciones e incrementos estacionales en la demanda.

Para este cálculo se emplearon las especificaciones técnicas del contenedor ISO UN T75 de 40 ft presentadas en la **Tabla 29**. Cada contenedor posee una capacidad bruta de 45 700 litros, equivalentes a 45.70 m³ de GNL. No obstante, al igual que en los tanques estacionarios, no

es posible aprovechar el 100 % de dicha capacidad por razones de seguridad operacional.

De acuerdo con la empresa LongTeng Industrial Co., Ltd. (2024), el grado máximo de llenado permitido es de 16 412 kg de GNL, lo que representa aproximadamente el 80 % de la capacidad total. Considerando una densidad promedio del GNL de 450 kg/m³, valor comúnmente utilizado en el mercado como referencia, se obtiene un volumen equivalente de:

$$CRA_{\text{contenedor}} = \frac{16412 \text{ kg}}{450 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 36.47 \text{ m}^3 \text{ GNL}$$

Con base en esta capacidad útil (CRA), el número de contenedores requeridos se obtuvo dividiendo el volumen adicional necesario para mantener el suministro continuo en la ED Chimbote, tanto en escenarios de interrupción del suministro de GNL como frente a incrementos proyectados en la demanda de GN entre 2023 y 2033, entre la capacidad útil del contenedor de 40 ft.

5.2.1. Contenedores ISO ante interrupciones del suministro de GNL

El volumen calculado en la **sección 4.3.** corresponde al volumen adicional de GNL requerido para cubrir los escenarios de interrupción de 45, 15 y 5 días. No obstante, este valor no representa el volumen final a transportar, debido a que, conforme a las especificaciones técnicas del contenedor ISO, se debe considerar una tasa de evaporación (boil-off) del 0.29 %. En ese sentido, el volumen requerido es ajustado incorporando dicho porcentaje, a fin de compensar las pérdidas durante el almacenamiento y transporte, garantizando así que el volumen efectivo en destino cubra la demanda neta.

Asimismo, el artículo 4 del Decreto Supremo N° 010-2021-EM establece que el comercializador en la Planta Melchorita debe contar con una existencia mínima mensual de GNL equivalente a 30 días calendario de carga, calculada en función del promedio de los últimos seis (06) meses previos al mes de evaluación. Dichas existencias pueden ser redirigidas a concesiones virtuales, con autorización del MINEM, en caso de emergencias que afecten el

abastecimiento interno.

Por tanto, el volumen final requerido para la ED Chimbote vendría a ser el volumen adicional ajustado por boil-off, menos la proporción del volumen promedio que el comercializador tendría contratado en la Planta Melchorita, conforme a la normativa vigente.

Este volumen promedio se determinó considerando las cargas históricas de GNL hacia la Concesión Norte y en función de las emergencias analizadas en este estudio. En ese sentido, se obtuvo un volumen promedio de 11 725.60 m³ de GNL, correspondiente al promedio de los seis meses previos a cada emergencia (**Apéndice B**). De este total, se estimó que en promedio 4 670.42 m³ de GNL habrían sido destinados a la ED Chimbote. Para esta estimación se consideraron, además de los periodos de emergencia, los porcentajes históricos de participación de la ED Chimbote en el consumo de GN, lo que permitió calcular de forma proporcional la cantidad de GNL que habría sido enviada a dicha estación. Como resultado, se estimó que en los últimos años alrededor del 40 % del volumen total de GNL cargado a la Concesión Norte fue destinado a la ED Chimbote.

En este contexto, el comercializador debería contar, como mínimo, con un volumen contratado en la Planta Melchorita equivalente al promedio histórico, el cual podría ser adquirido por GDP para afrontar futuras emergencias, así como para atender el incremento proyectado de la demanda en el periodo 2023-2033. Cabe señalar que, conforme a la normativa vigente, en situaciones de emergencia se debe priorizar el abastecimiento a los usuarios residenciales y comerciales. Por tanto, la combinación del volumen disponible en la ED Chimbote y el volumen contratado en Melchorita permitiría garantizar la continuidad del suministro para estos usuarios ante distintos escenarios de interrupción.

El análisis contempló escenarios de interrupción de 45, 15 y 5 días, tanto en condiciones normales como durante la temporada de pesca:

- **Interrupción de 45 días:** los cálculos muestran que sería necesario contar con un

volumen adicional de GNL, ya que el volumen útil de la ED Chimbote, junto con el contratado por el comercializador, no lograría cubrir la demanda, especialmente en temporada de pesca.

- **Interrupción de 15 días:** la combinación del volumen útil disponible y el volumen contratado sería suficiente para garantizar la continuidad del suministro.
- **Interrupción de 5 días por conflictos sociales:** el volumen contratado no podría ser transportado hacia la ED debido a bloqueos terrestres. Se requeriría, por tanto, un volumen adicional de GNL independiente, que permita cubrir tanto la interrupción como un posible incremento estacional de la demanda.

Este volumen adicional podría ser transportado mediante contenedores ISO UN T75 de GNL, cuya flexibilidad operativa permite su transporte por rutas no convencionales. En particular, se plantea como alternativa técnica la utilización de la vía marítima, mediante el envío de contenedores desde el puerto de Pisco hasta el puerto de Chimbote empleando barcazas, lo cual permitiría mantener la seguridad del suministro incluso en escenarios donde las rutas terrestres se encuentren bloqueadas.

Las **Tablas 32 y 33** resumen el volumen de GNL requerido para afrontar dos escenarios críticos: una interrupción de 45 días por mantenimiento correctivo y otra de 5 días por conflictos sociales; así como el número de contenedores ISO UN T75 de 40 ft necesarios para garantizar el suministro continuo de GN en el distrito de Chimbote, Ancash.

Del cálculo realizado se determinó que, en escenarios de 45 días de interrupción por mantenimiento correctivo, se requeriría un volumen adicional de GNL que podría cubrirse mediante contenedores ISO UN T75 de 40 ft, permitiendo tanto su transporte como almacenamiento en la ED Chimbote. En concreto, se necesitarían entre 7 y 24 contenedores para la temporada normal de consumo, y entre 57 y 190 para la temporada de pesca, durante el periodo 2023-2033. Considerando el volumen útil en la ED Chimbote y el contratado por el

comercializador en Planta Melchorita, posteriormente adquirido por GDP, el suministro continuo de GN a usuarios residenciales y comerciales estaría garantizado. Asimismo, el suministro en temporada normal podría mantenerse hasta 2030, tras lo cual sería necesario recurrir a este esquema adicional de abastecimiento. En cambio, para la temporada de pesca, sería imprescindible contar con contenedores ISO desde el inicio del periodo para asegurar el suministro.

Tabla 32

Cantidad de contenedores ISO UN T75 para una interrupción de 45 días

Año	Temporada normal		Temporada de pesca		Residencial y comercial	
	Volumen requerido GNL (m3)	Contenedor 40 ft (und)	Volumen requerido GNL (m3)	Contenedor 40 ft (und)	Volumen requerido GNL (m3)	Contenedor 40 ft (und)
2024	-	-	2063.39	57	-	-
2025	-	-	2445.89	68	-	-
2026	-	-	2847.51	79	-	-
2027	-	-	3269.21	90	-	-
2028	-	-	3712.00	102	-	-
2029	-	-	4176.93	115	-	-
2030	-	-	4665.11	128	-	-
2031	253.91	7	5177.69	142	-	-
2032	545.94	15	5715.91	157	-	-
2033	852.56	24	6898.18	190	-	-

No obstante, dado que las interrupciones prolongadas por mantenimiento correctivo no son frecuentes, no resultaría técnica ni económicamente viable adquirir entre 7 y 190 contenedores ISO UN T75 de GNL. La inversión en esta cantidad de equipos implicaría altos costos de adquisición, mantenimiento y gestión logística, sin un uso continuo que los justifique. Además, considerando que los picos de demanda solo se presentan durante la temporada de pesca, mientras que el resto del año el consumo se mantiene en niveles bajos a moderados, el riesgo de sobredimensionamiento sería elevado. Por ello, no se toma este escenario como base para la evaluación económica, priorizándose en su lugar un análisis más realista centrado en

interrupciones de menor duración.

Tabla 33

Cantidad de contenedores ISO UN T75 para una interrupción de 5 días

Año	Temporada normal		Temporada de pesca		Residencial y comercial	
	Volumen requerido GNL (m3)	Contenedor 40 ft (und)	Volumen requerido GNL (m3)	Contenedor 40 ft (und)	Volumen requerido GNL (m3)	Contenedor 40 ft (und)
2024	-	-	-	-	-	-
2025	-	-	-	-	-	-
2026	-	-	34.51	1	-	-
2027	-	-	81.37	3	-	-
2028	-	-	130.57	4	-	-
2029	-	-	182.22	5	-	-
2030	-	-	236.47	7	-	-
2031	-	-	293.42	9	-	-
2032	-	-	353.22	10	-	-
2033	-	-	484.58	14	-	-

En el caso de interrupciones de 5 días por conflictos sociales, se estima que el volumen adicional requerido también podría ser cubierto mediante contenedores ISO UN T75. Bajo este escenario, no se requeriría ningún contenedor en temporada normal; mientras que, en temporada de pesca, se necesitarían entre 1 y 14 contenedores. Asimismo, no sería necesario ningún contenedor adicional si se priorizara el abastecimiento exclusivo de usuarios residenciales y comerciales, dado que la ED Chimbote cuenta con suficiente capacidad de almacenamiento para atender esta demanda prioritaria.

En este escenario, el suministro continuo podría mantenerse hasta el año 2025 durante la temporada de pesca; sin embargo, a partir del año 2026 sería necesario recurrir al uso de contenedores ISO UN T75 para garantizar el suministro hasta el 2033.

5.2.2. Contenedores ISO ante incrementos en la demanda de GN

En la sección anterior se abordó la cantidad de contenedores ISO UN T75 requeridos para afrontar escenarios de interrupción del suministro de GNL. No obstante, la ED Chimbote no solo

debe estar preparada ante situaciones de emergencia, sino también frente al crecimiento sostenido de la demanda. De acuerdo con las proyecciones, se espera un incremento en el número de usuarios residenciales e industriales en el distrito de Chimbote durante los próximos años, lo que implicará una mayor demanda de GN, aun sin presentarse interrupciones en el suministro.

Actualmente, la ED Chimbote cuenta con una capacidad útil de almacenamiento de 900 m³ de GNL y una capacidad conjunta de regasificación de 336 415.16 Sm³/día de GN. Como se analizó en las **secciones 4.3.2. y 4.3.3.**, esta capacidad sería suficiente para cubrir los consumos pico previstos durante la temporada de pesca, sin necesidad de ampliar la infraestructura existente (tanques de almacenamiento o vaporizadores ambientales). Sin embargo, más allá de la suficiencia operativa actual, es necesario considerar lo dispuesto en la normativa vigente.

La Segunda Disposición Complementaria Modificatoria del Decreto Supremo N° 010-2021-EM incorporó el artículo 133A al Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos, el cual establece que *las concesiones que operan con GNL o GNC deben contar con una capacidad de almacenamiento en instalaciones fijas que asegure una autonomía mínima de 72 horas (3 días) de consumo medio.*

En este contexto, la ED Chimbote debería garantizar un volumen mínimo de almacenamiento que permita cubrir tres días de consumo medio, de acuerdo con la demanda proyectada para el periodo 2023-2033. Este volumen adicional sería necesario no por una interrupción puntual, sino como medida preventiva para asegurar el suministro continuo frente a una mayor demanda estructural del mercado.

El uso de contenedores ISO UN T75 de 40 ft se presenta como una alternativa técnica potencial para responder a este incremento proyectado, permitiendo flexibilizar la logística sin necesidad de ampliar de inmediato la infraestructura fija de la ED. El volumen requerido para cumplir con los niveles de autonomía normativa, considerando los consumos futuros estimados y

el número de contenedores necesarios, se resume en la **Tabla 34**.

Tabla 34

Cantidad de contenedores ISO UN T75 ante el incremento de la demanda de GN

Año	Temporada normal			Temporada de pesca		
	Consumo GNL diario (m3)	GNL 3 días (m3)	Contenedor 40 ft (und)	GNL diario (m3)	GNL 3 días (m3)	Contenedor 40 ft (und)
2024	91.97	276.72	-	169.51	510.00	-
2025	96.57	290.55	-	177.98	535.50	-
2026	101.40	305.08	-	186.88	562.27	-
2027	106.47	320.33	-	196.23	590.39	-
2028	111.79	336.35	-	206.04	619.91	-
2029	117.38	353.17	-	216.34	650.90	-
2030	123.25	370.82	-	227.16	683.45	-
2031	129.41	389.37	-	238.51	717.62	-
2032	135.88	408.83	-	250.44	753.50	-
2033	142.68	429.28	-	276.64	832.32	-

La **Tabla 34** presenta el consumo diario de GNL en la ED Chimbote, así como el volumen requerido para cumplir con el almacenamiento mínimo obligatorio de tres días, conforme a lo establecido en el artículo 133A del Reglamento de Distribución. Con base en esta información, se comparó el volumen requerido con la capacidad útil de almacenamiento de la ED Chimbote, la cual asciende a 900 m³ de GNL.

De acuerdo con los resultados obtenidos, no se requeriría la implementación de contenedores ISO UN T75 ni en temporada normal ni en temporada de pesca, ni tampoco en un escenario de priorización de usuarios residenciales y comerciales, dado que en todos los casos el volumen requerido se encuentra dentro de la capacidad disponible. En consecuencia, la ED Chimbote cumple con la normativa vigente.

5.3. Evaluación económica de la tecnología seleccionada

En la sección anterior se determinó el número de contenedores ISO UN T75 a requerir frente a los distintos escenarios de interrupción y ante el incremento de la demanda de GN durante el periodo 2023-2033. En esta sección se evalúan los costos que implicaría la

implementación de estos contenedores en la ED Chimbote, considerando su uso tanto en transporte marítimo como terrestre.

En el escenario de interrupción de cinco (05) días por bloqueo de carreteras, el transporte marítimo se plantea como alternativa para garantizar el suministro continuo de GNL. Finalizada la emergencia, los contenedores ISO UN T75 se incorporarían a la operación terrestre habitual, complementando la flota actual de cisternas y generando valor.

Para la evaluación económica²², se consideraron únicamente los 14 contenedores ISO UN T75 determinados para la temporada de pesca, debido a que, según los cálculos realizados, en la temporada normal no se requeriría la implementación de contenedores adicionales.

En ambos escenarios, marítimo durante la emergencia y terrestre en operación normal, se desarrollan los cálculos de CAPEX, OPEX, VAN, TIR, ROI y Payback, con el fin de evaluar la viabilidad económica de la inversión desde una perspectiva integral que contemple su uso como medida de contingencia y como activo productivo en la operación regular.

5.3.1. Transporte marítimo de contenedores ISO UN T75 (escenario de contingencia)

Como se indicó anteriormente, ante una interrupción de cinco (05) días por bloqueo de carreteras, el transporte marítimo de contenedores ISO de GNL se plantea como una alternativa potencial para garantizar el suministro continuo en la ED Chimbote y, con ello, contribuir a la seguridad energética en dicho distrito. En esta sección se determina la viabilidad económica de esta propuesta, a partir de los costos de inversión y operación, y del análisis de los indicadores correspondientes. El desarrollo completo de los cálculos se encuentra en el **Apéndice C**.

a) Parámetros

Los parámetros considerados para estimar los costos y beneficios asociados al transporte

²² La evaluación económica se efectuó con base en el escenario optimista de la proyección de la demanda de GN; no obstante, en los **Apéndices E y F** se incluyen, a modo de resumen, los resultados para los escenarios base y pesimista.

marítimo de contenedores ISO UN T75, en un escenario de interrupción de cinco días, fueron los siguientes:

- **Margen de distribución de GN:** 0.607359 USD/Sm³
- **Margen de distribución de GNL (Transporte virtual):** 51.7206 USD/mil m³
- **Vida útil de contenedores ISO UN T75:** 20 años
- **Periodo de evaluación del proyecto:** 10 años

Cabe precisar que el margen de distribución de GN fue obtenido de Osinergmin (2023), el margen de distribución de GNL de Osinergmin (2025) y la vida útil de los contenedores ISO UN T75 de Lee, Jo, Nyongesa & Lee (2023), constituyendo la base para el desarrollo de los cálculos económicos presentados en esta sección. En el caso del margen de distribución de GN, se tomó como referencia el valor promedio de todas las categorías tarifarias de la Concesión Norte, considerando que, durante la temporada normal y la de pesca, participan todas las categorías, aun si la de pesca es la predominante.

b) CAPEX y OPEX

El CAPEX corresponde a los costos de inversión inicial asociados a la adquisición e implementación de los contenedores ISO UN T75 en la ED Chimbote, mientras que el OPEX se refiere a los costos operativos vinculados principalmente al transporte, manipulación y mantenimiento de dichos contenedores.

En este proyecto, los costos de inversión (**CAPEX**)²³ se componen de:

- **Costo por contenedor ISO UN T75 (Anexo 4):** 77 000.00 USD
- **Costo para 14 contenedores ISO UN T75:** 1 078 000.00 USD

El costo unitario fue estimado con base en la cotización FOB proporcionada por la

²³ Para el cálculo del CAPEX se consideró únicamente el costo de adquisición de los contenedores ISO UN T75, dado que la infraestructura existente en la ED Chimbote permite su implementación sin inversiones adicionales significativas.

empresa LongTeng Industrial Co., Ltd. (2024)., la cual sirvió como referencia para calcular el monto total de adquisición de los 14 contenedores considerados en esta evaluación.

Por su parte, los costos operativos (**OPEX**) considerados para este proyecto se detallan a continuación:

- **Costo de mantenimiento:** 70 000.00 USD

Según PW Consulting (2025), el costo anual por contenedor ISO UN T75 es de 5 000.00 USD; para 14 unidades, se obtiene el monto indicado.

- **Zona de acopio:** 46 573.80 USD

De acuerdo con el portal inmobiliario MercadoCasa (2022), el costo de alquiler mensual por metro cuadrado en el distrito de Nuevo Chimbote, cercano a la ED Chimbote, es de 1.30 USD. Multiplicando este valor por el área total estimada para la ubicación de los contenedores ISO UN T75 (2 559 m²) y por 12 meses, se obtiene el costo anual de alquiler del predio para las 14 unidades, que corresponde al monto indicado.

- **Transporte en altamar:** 13 000.00 USD

Con base en HandyBulk (2025), empresa especializada en flete marítimo, se tomó como referencia el costo de alquiler reportado de 6 500.00 USD/día para buques en la Costa Este de Sudamérica, empleándolo como estimación preliminar para el presente escenario. El ciclo de viaje ida y vuelta se calculó en 2 días, considerando una distancia aproximada de 377.97 millas náuticas (Puerto San Martín-Chimbote) y una velocidad promedio de 24 nudos en buques portacontenedores, de acuerdo con la información de Semino Romero, Berrospi Villafuerte, & Akimoto Toyohama (2020) y PACK & SEND, 2023 (2023) .El monto corresponde al traslado de 14 contenedores ISO UN T75 en cada ciclo.

- **Costos logísticos de muelle (San Martín + Chimbote):** 10 399.52 USD

Calculados con datos de OSITRAN (2004), considerando tarifas de cabotaje, tonelaje, eslora de la embarcación y tipo de contenedor (40 ft). El monto corresponde a la suma de ambos puertos para 14 contenedores ISO UN T75.

- **Costo de transporte virtual:** 8.2753 USD/mil m³

Estimado a partir del margen de distribución de GNL para la Concesión Norte (51.7206 USD/mil m³) determinado por Osinergmin (2025), ajustado proporcionalmente a las distancias entre la Planta de Perú LNG y el Puerto de San Martín (102 km), y entre el Puerto de Chimbote y la ED Chimbote (10 km), calculadas mediante herramientas de georreferenciación.

- **Costos logísticos complementarios:** 10 780.00 USD

Se consideró un valor equivalente al 1 % del CAPEX para los costos logísticos complementarios, que incluyen personal operativo, seguridad y gastos adicionales imprevistos para 14 contenedores ISO UN T75. Este porcentaje se definió considerando que, según Castillo & Dorao (2012) y Al-Saadoon & Nsa (2009), el OPEX total en proyectos de GNL puede fluctuar entre un 7 % y un 14 % del CAPEX, de modo que la suma de estos costos con los de mantenimiento, flete de terreno y otros conceptos se mantenga dentro de dicho rango.

Estos costos de inversión (CAPEX) y de operación (OPEX) constituyeron la base para el cálculo de los flujos de caja proyectados para el periodo 2023-2033, en el que se evaluó la relación entre los ingresos y egresos del proyecto.

c) **Proyección de flujos de caja**

El flujo de caja permite visualizar, en un periodo determinado, los ingresos y egresos del proyecto, facilitando el análisis de su rentabilidad. En el caso del uso de contenedores ISO UN T75 para el transporte de GNL, esta herramienta permitió evaluar si los ingresos generados por la distribución de GN cubrirían los costos de adquisición, operación, mantenimiento y demás gastos

logísticos asociados.

El análisis consideró los ingresos estimados a partir del consumo promedio de GN en temporada de pesca, así como los egresos correspondientes al CAPEX y OPEX del proyecto. Con esta información, se proyectó el flujo de caja que sirvió de base para calcular los indicadores económicos y determinar la viabilidad económica del proyecto.

Los ingresos se calcularon considerando la diferencia entre el consumo promedio de GN estimado para la temporada de pesca y el consumo de los usuarios residenciales y comerciales en el periodo 2023-2033, multiplicada por el margen de distribución de GN (0.607359 USD/Sm³). Esta deducción del consumo residencial y comercial obedeció a lo dispuesto en el artículo 5 del D.S. N° 017-2018-EM, que establece que, en situaciones de emergencia, dichos usuarios tienen prioridad de abastecimiento, pudiendo interrumpirse el suministro a usuarios industriales. En consecuencia, el ingreso atribuible a la implementación de los contenedores ISO UN T75 se estimó únicamente sobre el volumen de GN restante disponible para las industrias.

Asimismo, en el flujo de caja se incorporó el valor residual o de salvamento de los contenedores ISO UN T75 al finalizar el horizonte de evaluación (año 10), calculado mediante el método de depreciación lineal conforme a Sapag Chain, Sapag Chain, & Sapag Puelma (2014). Considerando una inversión inicial (CAPEX) de 1 078 000.00 USD, una vida útil total de 20 años y un valor de salvamento final igual a cero²⁴, la depreciación anual se obtuvo como:

$$\text{Depreciacion anual} = \frac{\text{Costo del activo} - \text{Valor de salvamento}}{\text{Vida util del activo}}$$

$$\text{Depreciacion anual} = \frac{1078000 - 0.00}{20} = 53900.00 \text{ USD/año}$$

En 10 años, la depreciación acumulada sería:

²⁴ En la depreciación lineal, el valor residual suele asumirse como cero, ya que se considera que el activo se deprecia en proporción similar durante toda su vida útil (Sapag Chain, Sapag Chain, & Sapag Puelma, 2014).

$$53900.00 \frac{\text{USD}}{\text{año}} * 10 \text{ años} = 539000.00 \text{ USD}$$

Por lo tanto, el valor residual al final del año 10 sería:

$$1078000 - 539000 = 539000.00 \text{ USD}$$

Este valor corresponde al monto que los contenedores aún conservarían al finalizar el periodo 2023-2033, dado que les restaría la mitad de su vida útil. Dicho importe se incorpora en el flujo de caja del último año para su consideración en la evaluación económica.

En cuanto al mantenimiento, aunque en el CAPEX se consideró un costo de 70 000.00 USD/año para los 14 contenedores ISO UN T75, se programó cada tres años y el monto correspondiente se reflejó en el flujo de caja. Esta periodicidad se basó en el numeral 6.7.4.14 del reglamento UNECE (2021), que exige inspecciones de estos contenedores cada cinco años como máximo desde su puesta en operación, con una evaluación intermedia a los dos años y medio.

Con estas consideraciones, se procedió a elaborar el flujo de caja proyectado para la temporada de pesca.

Flujo de caja para la temporada de pesca

La **Tabla 35** presenta el flujo de caja estimado para la temporada de pesca en el distrito de Chimbote, considerando el CAPEX, OPEX y el valor residual.

Cabe precisar que los costos asociados al transporte virtual de GNL se registran a partir del año 2026, la cual evidencia que, desde dicho año, sería necesario contar con un volumen adicional de GNL, el cual podría ser transportado mediante los contenedores ISO UN T75.

Asimismo, se observa que el ingreso neto al final del proyecto para la temporada de pesca, como resultado de la implementación de los contenedores ISO UN T75, se estimaría en **1 425 175.00 USD**.

Tabla 35*Proyección del flujo de caja para la temporada de pesca*

Año	N°	CAPEX (USD)		OPEX (USD)				Ingresos anuales (USD)	Valor residual (USD)	Flujo neto (USD)
		Inversión inicial	Mantenimiento	Transporte Virtual	Zona de acopio	Flete barcaza + Op. Muelle	Costos logísticos			
2023	0	-1078000.00	-	-	-	-	-	-	-	-1,078,000.00
2024	1	-	0.00	-	-46573.80	-23399.52	-10780.00	245447.83	-	164,694.51
2025	2	-	0.00	-	-46573.80	-23399.52	-10780.00	255682.32	-	174,929.00
2026	3	-	-70000.00	-0.29	-46573.80	-23399.52	-10780.00	266261.14	-	115,507.54
2027	4	-	0.00	-0.67	-46573.80	-23399.52	-10780.00	277187.78	-	196,433.78
2028	5	-	0.00	-1.08	-46573.80	-23399.52	-10780.00	288464.73	-	207,710.33
2029	6	-	-70000.00	-1.51	-46573.80	-23399.52	-10780.00	300093.41	-	149,338.58
2030	7	-	0.00	-1.96	-46573.80	-23399.52	-10780.00	312074.02	-	231,318.74
2031	8	-	0.00	-2.43	-46573.80	-23399.52	-10780.00	324405.20	-	243,649.45
2032	9	-	-70000.00	-2.92	-46573.80	-23399.52	-10780.00	337084.15	-	186,327.91
2033	10	-	0.00	-4.01	-46573.80	-23399.52	-10780.00	375022.50	539000.00	833,265.17
Total (USD)		-1,078,000.00	-210000.00	-14.87	-465738.00	-233995.22	-107800.00	2981723.09	539000.00	1425175.00

Una vez determinado el flujo de caja, se procedió a evaluar la viabilidad económica del proyecto mediante el cálculo de los indicadores económicos.

d) Indicadores económicos: VAN, TIR, ROI y Payback

El Valor Actual Neto (VAN) es un indicador que permite medir la rentabilidad de un proyecto al calcular el valor presente de los flujos de caja futuros y descontar la inversión inicial (Virreira Ávila, 2020). En el caso de los contenedores ISO UN T75, el VAN permitió determinar si su implementación para el transporte de GNL resulta económicamente viable.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) corresponde a la tasa de descuento que hace que el VAN del proyecto sea igual a cero (Virreira Ávila, 2020). Este indicador expresa la rentabilidad relativa del proyecto como un porcentaje, el cual se interpreta al compararlo con el costo de capital o la tasa de descuento utilizada, permitiendo evaluar si la implementación de los contenedores ISO UN T75 generaría un retorno suficiente frente a la inversión realizada.

Por su parte, el Retorno sobre la Inversión (ROI) compara los beneficios netos anuales con el costo de la inversión inicial, expresándose en porcentaje (Pulliam Phillips & Phillips, 2019).

Un ROI positivo y elevado indicaría que la incorporación de los contenedores ISO UN T75 genera beneficios proporcionales a los recursos invertidos.

Finalmente, el Periodo de recuperación (Payback) determina el número de periodos necesarios para recuperar la inversión inicial a partir de los flujos de caja generados (Sapag Chain, Sapag Chain, & Sapag Puelma, 2014). Un Payback más corto evidenciaría una mayor capacidad del proyecto para retornar el capital invertido en menor tiempo.

Cabe señalar que, para la estimación del VAN se consideró una **tasa de descuento (r) del 8 %**, en concordancia con proyectos similares de GNL y con las comúnmente utilizadas en la industria del GN y el petróleo: 8 % en Sieden Rojas (2021), 10 % en Al-Saadoon & Nsa (2009) y 9 % en Jafarizadeh (2019). Con estas consideraciones, se procedió a calcular los indicadores económicos.

VAN, TIR, ROI y Payback – Temporada de pesca

- **VAN**

El cálculo del VAN para el proyecto propuesto en temporada de pesca se realizó a partir de la ecuación (1), con base en los flujos de caja determinados previamente:

Tabla 36

Flujos descontados para el cálculo del VAN – Temporada de pesca

Año	N°	C₀ & CF_n	(1+r)ⁿ	CF_n/(1+r)ⁿ
2023	0	-1078000.00	1.00	-1078000.00
2024	1	164694.51	1.08	152494.92
2025	2	174929.00	1.17	149973.42
2026	3	115507.54	1.26	91693.61
2027	4	196433.78	1.36	144384.69
2028	5	207710.33	1.47	141364.16
2029	6	149338.58	1.59	94108.64
2030	7	231318.74	1.71	134972.26
2031	8	243649.45	1.85	131636.22
2032	9	186327.91	2.00	93210.34
2033	10	833265.17	2.16	385963.00
VAN = 441 801. 26 USD				

A partir de los cálculos, se obtuvo un VAN positivo de **441 801.26 USD**, lo que indica que el proyecto de implementación de los contenedores ISO UN T75 generaría un valor adicional respecto al costo de la inversión, contribuyendo además a garantizar el suministro continuo de GN en el distrito de Chimbote ante el escenario de interrupción en estudio.

- **TIR**

Al igual que para el VAN, el cálculo de la TIR se realizó con base en los flujos de caja determinados previamente y empleando la ecuación (2):

Tabla 37

Flujos de caja para el cálculo de la TIR – Temporada de pesca

Año	Nº	C ₀ & CF _n	(1+r) ⁿ	CF _n /(1+r) ⁿ
2023	0	-1078000.00	1.00	-1078000.00
2024	1	164694.51	1.15	143724.87
2025	2	174929.00	1.31	133219.37
2026	3	115507.54	1.50	76765.96
2027	4	196433.78	1.72	113927.18
2028	5	207710.33	1.98	105128.89
2029	6	149338.58	2.26	65961.23
2030	7	231318.74	2.59	89162.12
2031	8	243649.45	2.97	81957.33
2032	9	186327.91	3.41	54695.68
2033	10	833265.17	3.90	213457.37

TIR = 14.59 %

A partir de los cálculos, se estimó una TIR de **14.59 %** para el proyecto de implementación de contenedores ISO UN T75, valor que resulta superior a la tasa de descuento utilizada (8 %). Este resultado indica que el proyecto sería rentable, al generar una tasa de retorno mayor a la mínima exigida.

- **ROI**

Por su parte, el cálculo del ROI se realizó a partir de la ecuación (3), considerando los flujos de caja determinados previamente y la inversión inicial como referencia:

$$ROI = \frac{1\,425\,175.00 \text{ USD}}{1\,078\,000.00 \text{ USD}} * 100$$

$$ROI = 132.21 \%$$

A partir de los cálculos, se estimó un ROI de **132.21 %** para el proyecto de implementación de contenedores ISO UN T75. Este valor indica que, además de recuperar la totalidad de la inversión inicial, el proyecto generaría una ganancia neta adicional equivalente al 32.21 % del monto invertido.

- **Payback**

Por último, para el cálculo del Payback se consideraron los flujos netos anuales acumulados hasta igualar el monto de la inversión inicial:

Tabla 38

Flujos descontados acumulados para el cálculo del Payback – Temporada de pesca

Año	Nº	CF _n	(1+r) ⁿ	CF _n /(1+r) ⁿ	Flujo Acumulado
2024	1	164694.51	1.08	152494.92	152494.92
2025	2	174929.00	1.17	149973.42	302468.34
2026	3	115507.54	1.26	91693.61	394161.94
2027	4	196433.78	1.36	144384.69	538546.64
2028	5	207710.33	1.47	141364.16	679910.80
2029	6	149338.58	1.59	94108.64	774019.43
2030	7	231318.74	1.71	134972.26	908991.70
2031	8	243649.45	1.85	131636.22	1040627.91
2032	9	186327.91	2.00	93210.34	1133838.26
2033	10	833265.17	2.16	385963.00	1519801.26

Payback = 8.40 años

A partir de los cálculos, se determinó un periodo de recuperación de **8.40 años**. Para ello, se emplearon los flujos de caja netos acumulados, dado que los flujos anuales del proyecto son variables. Conforme señala Sapag Chain, Sapag Chain, & Sapag Puelma (2014), en estos casos no se divide la inversión inicial entre los beneficios netos anuales, sino que se identifican los flujos acumulados hasta igualar el monto invertido. Para precisar el periodo de recuperación, se aplicó

una interpolación lineal simple entre los años correspondientes.

La **Tabla 39** presenta un resumen de los resultados obtenidos para el periodo 2023-2033, correspondiente a la temporada de pesca. Se incluye la inversión inicial, el total de los flujos de caja acumulados, así como los indicadores VAN, TIR, ROI y Payback calculados para este escenario.

Tabla 39

Indicadores económicos para la temporada de pesca – Transporte marítimo de GNL

Indicador	Temporada de pesca
Inversión inicial (USD)	-1 078 000.00
Flujo de caja neto total (USD)	1 425 175.00
VAN (USD)	441 801.26
TIR (%)	14.59 %
ROI (%)	132.21 %
Payback (años)	8.40

Como se aprecia en la **Tabla 39**, el proyecto resulta económicamente viable, dado que la inversión inicial se recuperaría y se obtendría un VAN positivo. En este contexto, se alcanzaría un VAN de 441 801.26 USD, una TIR de 14.59 %, un ROI del 132.21 % y un periodo de recuperación de 8.40 años. Estos resultados evidencian que la implementación de contenedores ISO UN T75 no solo sería rentable, sino que cobraría mayor relevancia ante el incremento significativo del consumo de GN durante la temporada de pesca.

Dado que el proyecto no se limita únicamente al transporte marítimo, a continuación, se presenta el estudio correspondiente al transporte terrestre de estos contenedores en condiciones normales de operación.

5.3.2. Transporte terrestre de contenedores ISO UN T75 (operación normal)

En la sección anterior se evaluó el uso de contenedores ISO UN T75 en transporte marítimo como alternativa para enfrentar una interrupción de cinco (05) días por bloqueo de carreteras, asegurando el suministro continuo de GN en el distrito de Chimbote.

En esta sección se analiza la viabilidad económica de emplear estos contenedores en transporte terrestre una vez reanudada la operación normal, integrándolos a la flota de camiones cisterna de GNL. De este modo, se busca que no queden en desuso tras una emergencia, sino que puedan aprovecharse tanto en el transporte como en el almacenamiento de GNL en la ED Chimbote. Esta función permitiría disponer de GNL con antelación a mantenimientos programados o contar con reservas listas para atender emergencias, garantizando así el suministro continuo de GN a los usuarios finales.

De forma similar al transporte marítimo, para la evaluación económica del transporte terrestre se consideraron los siguientes aspectos:

a) Parámetros

- **Margen de distribución de GN:** 0.607359 USD/Sm³
- **Margen de distribución de GNL (Transporte virtual):** 51.7206 USD/mil m³
- **Vida útil de contenedores ISO UN T75:** 20 años
- **Periodo de evaluación del proyecto:** 10 años.

b) CAPEX y OPEX

CAPEX

- **Costo para 14 contenedores ISO UN T75:** 1 078 000.00 USD

OPEX

- **Costo de mantenimiento:** 70 000.00 USD
- **Zona de acopio:** 46 573.80 USD
- **Costo de transporte virtual:** 51.7206 USD/mil m³
- **Costos logísticos complementarios:** 10 780.00 USD

Para esta modalidad no se consideraron costos asociados al transporte en altamar ni gastos logísticos en muelle.

Con estos valores se elaboraron los flujos de caja para el periodo 2023-2033, así como

los indicadores económicos, cuyos cálculos y resultados se presentan en el **Apéndice D**.

A partir de los resultados obtenidos, se evidencia que, durante la temporada de pesca en condiciones de operación normal (sin interrupciones), el transporte terrestre de contenedores ISO UN T75 resultaría económicamente viable. Esto se debe a que dicha temporada comprende aproximadamente 180 días calendario, distribuidos en dos periodos según PRODUCE, lo que permitiría generar ingresos sostenidos durante un horizonte significativamente mayor.

En contraste, en el escenario de interrupción los ingresos se limitan a cubrir únicamente cinco días, mientras que en operación normal estos se extenderían a lo largo de aproximadamente seis meses. Esta diferencia en el periodo de generación de ingresos explica los valores elevados de rentabilidad obtenidos y la reducción del periodo de recuperación de la inversión.

Finalmente, al igual que en el caso del transporte marítimo, la evaluación se realizó únicamente para la temporada de pesca, dado que en la temporada normal no se requeriría el uso de contenedores ISO UN T75. En la **Tabla 40** se presenta un resumen de los indicadores económicos obtenidos para dicha condición de operación.

Tabla 40

Indicadores económicos para la temporada de pesca – Transporte terrestre de GNL

Indicador	Temporada de pesca
Inversión inicial (USD)	-1 078 000.00
Flujo de caja neto total (USD)	139 405 761.40
VAN (USD)	90 046 060.81
TIR (%)	1030.94 %
ROI (%)	12931.89 %
Payback (días)	40

En el siguiente capítulo se aborda la identificación del espacio requerido y la ubicación óptima de estos contenedores en el distrito de Chimbote o en áreas adyacentes a la ED Chimbote, considerando criterios operativos, de seguridad y de eficiencia.

5.4. Identificación del espacio requerido y la ubicación adecuada para la implementación de la tecnología seleccionada

La determinación del área para la instalación de los contenedores ISO de GNL en la ED Chimbote o en sus inmediaciones se realizó considerando las dimensiones y especificaciones técnicas de cada unidad (contenedores ISO UN T75 de 40 ft y 45.7 m³ de capacidad geométrica), la disponibilidad de espacio dentro o cerca de la estación, así como el cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad establecidas en la NTP 111.032-2 vigente.

Inicialmente, se evaluó la posibilidad de instalar los contenedores dentro de la propia ED; sin embargo, esta alternativa fue descartada al verificarse que no se cumplían las distancias de seguridad requeridas.

El análisis consideró criterios de accesibilidad para el transporte y las maniobras de carga y descarga, el aprovechamiento eficiente del espacio disponible y las condiciones ambientales generales que pudieran incidir en la operación segura. A partir de esta evaluación, se seleccionó un área próxima a la ED, donde se propuso la disposición de **14 contenedores** en dos filas de siete unidades, optimizando el uso del espacio y garantizando el cumplimiento de la normativa vigente.

Las **Figuras 34, 35 y 36** muestran la ubicación de la ED Chimbote, el área seleccionada para la instalación de los contenedores ISO y las distancias mínimas de seguridad que deben cumplirse para su correcta implementación.

Figura 34*Dimensiones de la ED Chimbote*

Nota: Adaptado de Google Earth Pro.

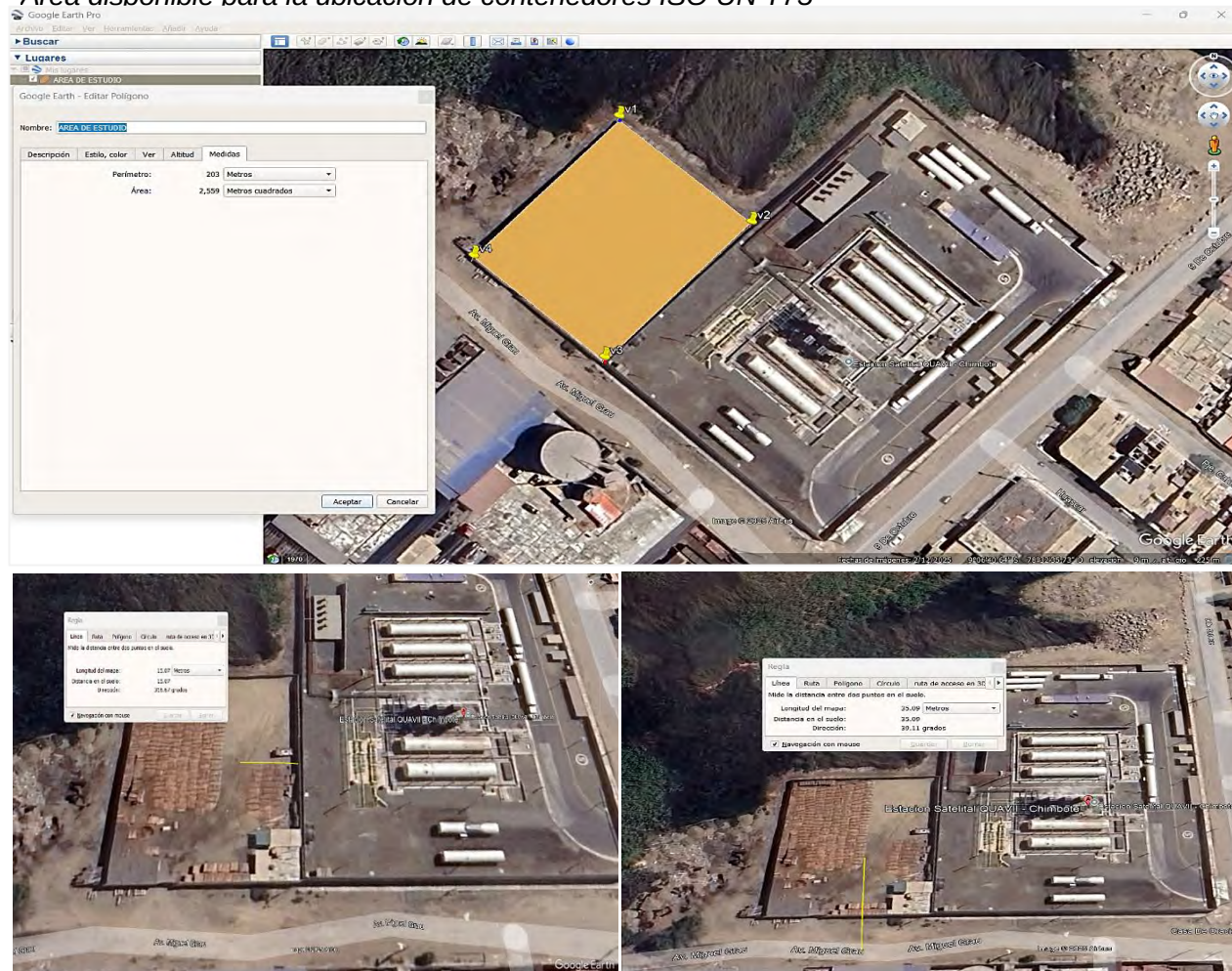
La **Figura 34** muestra el área de la ED Chimbote, ubicada en la prolongación del jirón Miraflores, Mz. C, lotes 5 al 11, en el distrito de Nuevo Chimbote, con una extensión de 8 736 m².

Se aprecia un terreno adyacente a la estación que fue identificado como el espacio más adecuado para la instalación de los contenedores ISO de GNL, siempre que su disposición cumpla con la normativa vigente y los criterios técnicos establecidos.

La **Figura 35** presenta el área destinada a la implementación de los contenedores ISO de GNL, que cuenta con una extensión aproximada de 2 559 m². En ella se indican las distancias de seguridad hacia el límite del predio de la ED Chimbote y hacia la zona concurrida más próxima.

Figura 35

Área disponible para la ubicación de contenedores ISO UN T75



Nota: Adaptado de Google Earth Pro.

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana NTP 111.032-2, las distancias mínimas de seguridad en estaciones de regasificación (**Tabla 42**), se establecen en función del volumen total de almacenamiento (**Tabla 41**). En este caso, cada contenedor tiene un volumen de 45.7 m^3 ; al considerar las 14 unidades previstas, se obtiene una capacidad total de 639.8 m^3 , la cual se ubica dentro del inciso "I" de la tabla de referencia.

Tabla 41

Clasificación de estaciones de regasificación por capacidad geométrica conjunta de almacenamiento

Categoría	Capacidad total instalada		
A	Inferior o igual	2	m ³
B	Superior a 2 m ³	hasta 5	m ³
C	Superior a 5 m ³	hasta 10	m ³
D	Superior a 10 m ³	hasta 20	m ³
E	Superior a 20 m ³	hasta 40	m ³
F	Superior a 40 m ³	hasta 80	m ³
G	Superior a 80 m ³	hasta 160	m ³
H	Superior a 160 m ³	hasta 400	m ³
I	Superior a 400 m ³	hasta 1500	m ³

Nota: Adaptado de NTP 111.032-2 (INACAL, 2020)

Tabla 42

Distancias de seguridad por capacidad total instalada

Elementos a proteger	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües	3	5	7	9	12	15	20	20	25
Motores, interruptores, recipientes de material inflamable ajenos a la instalación, puntos de ignición controlados	2	5	7	9	12	15	15	15	15
Proyecciones de líneas eléctricas aéreas	10	10	12	15	15	15	15	15	15
Límites de propiedad, vías públicas, carreteras	2	7	8	9	12	15	25	30	35
Aberturas de centros de afluencia masiva de público	9	9	12	14	20	24	34	44	55

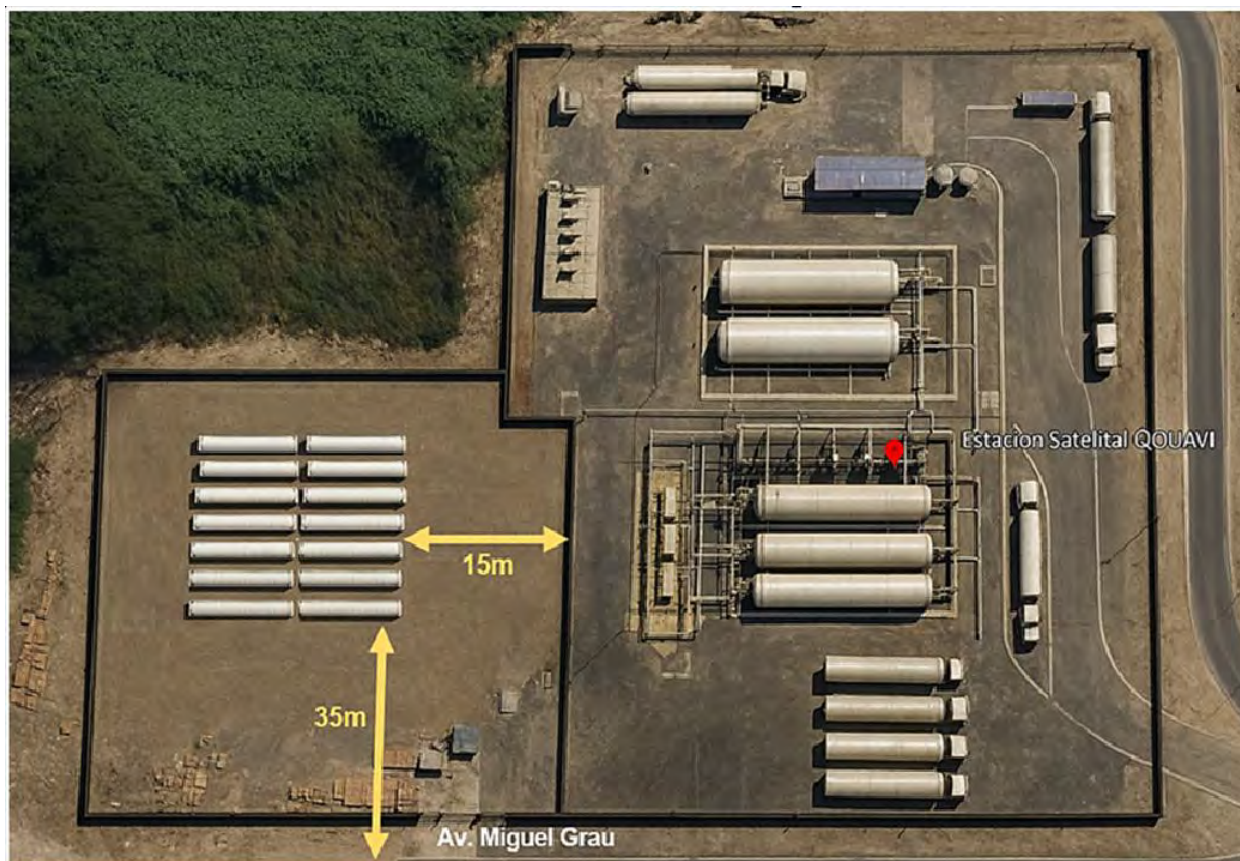
Nota: Adaptado de NTP 111.032-2 (INACAL, 2020)

Bajo esta clasificación (inciso “I”), las distancias mínimas de seguridad que deben de aplicarse son las siguientes:

- 15 m respecto a motores, recipientes de material inflamable ajenos a la instalación y puntos de ignición controlados.
- 35 m respecto a los límites de propiedad, vías públicas, carreteras o líneas férreas.

Figura 36

Distribución y distancias de seguridad de contenedores ISO UN T75 respecto a la ED Chimbote



Nota: Adaptado de Google Earth Pro.

La **Figura 36** presenta la distribución propuesta de los contenedores ISO UN T75 en el predio seleccionado, con un área total de 2 559 m². Asimismo, conforme a lo establecido en las **Tablas 41 y 42**, se verifica el cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad: 15.07 m respecto a los límites de los recipientes de líquidos inflamables y 35.09 m hacia los límites de propiedad, vías públicas, carreteras o líneas férreas más próximas, en este caso, la Av. Miguel Grau.

5.5. Marco normativo aplicable al GNL y contenedores ISO UN T75

En las secciones anteriores se identificó un área donde se podrían ubicar los contenedores ISO UN T75 y se revisaron algunos aspectos ambientales vinculados a su posible implementación. Ante ello, en esta sección se considera necesario analizar el marco normativo

aplicable al manejo del GNL y de los contenedores ISO, con el fin de asegurar que cualquier implementación futura cumpla con los estándares de seguridad correspondientes.

En el ámbito nacional, destaca la Norma Técnica Peruana NTP 111.032-2, que establece los requisitos técnicos y de seguridad para las estaciones de regasificación de GNL. Por su parte, en el marco internacional, resalta la norma NFPA 59A, que regula el almacenamiento, manejo y producción de GNL, así como la Directiva Seveso de la Unión Europea, que establece lineamientos para la gestión de sustancias peligrosas.

Las **Tablas 43, 44 y 45** presentan de manera resumida las principales normas nacionales e internacionales aplicables al GNL y a los contenedores ISO, las cuales podrían servir como base técnica para una implementación futura de contenedores ISO UN T75 en el distrito de Chimbote, en el marco de un plan de respuesta ante interrupciones del suministro.

Tabla 43

Marco normativo nacional aplicable al GNL

Titulo	Responsable	Tipo	Alcance
NTP 111.032-2 GAS NATURAL LICUADO. Instalaciones y equipamiento para gas natural licuado. Parte 2: Estaciones de regasificación de gas natural licuado (GNL).	INACAL	Norma Técnica Peruana	Establece los requisitos técnicos y las medidas de seguridad aplicables al diseño, construcción, instalación, operación, mantenimiento y revisión periódica de las estaciones de regasificación de Gas Natural Licuado (GNL).
Decreto Supremo N° 057-2008-EM Reglamento de Comercialización de Gas Natural Comprimido (GNC) y Gas Natural	MINEM	Decreto Supremo	Regula las actividades de comercialización de GNC y GNL, incluyendo los requisitos técnicos, de seguridad y de control para el transporte y almacenamiento.

Licuefactado (GNL).			
Decreto Supremo N° 043-2007-EM	MINEM	Decreto Supremo	Define los requisitos mínimos de seguridad aplicables a las instalaciones y operaciones del subsector hidrocarburos.
Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos.			
Resolución de Consejo Directivo N° 088-2022-OS/CD	Osinergmin	Resolución de Consejo Directivo	Regula el procedimiento mediante el cual Osinergmin emite opinión favorable sobre los Estudios de Riesgos de Seguridad y Planes de Respuesta a Emergencias de las actividades e instalaciones de hidrocarburos sujetas al Reglamento de Seguridad aprobado por el D.S. N° 043-2007-EM.
Procedimiento para la emisión de opinión favorable de los Estudios de Riesgos de Seguridad y Planes de Respuesta a Emergencias de las Actividades e Instalaciones de Hidrocarburos que se encuentran dentro del ámbito de aplicación del Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos aprobado por Decreto Supremo N° 043-2007-EM.			
Decreto Supremo N° 040-2008-EM	MINEM	Decreto Supremo	Establece el marco normativo para la distribución de gas natural por red de ductos, regulando las concesiones, la prestación del servicio, las tarifas y las condiciones de seguridad aplicables.
Texto Único Ordenado del Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos, aprobado mediante D.S. N° 042-99-EM.			
Decreto Supremo N° 021-2008-MTC	MTC	Decreto Supremo	Define las normas y procedimientos que regulan las actividades, procesos y operaciones relacionadas con

el transporte de mercancías peligrosas.

La **Tabla 43** presenta las principales normativas nacionales relacionadas con el GNL. La NTP 111.032-2 abarca las disposiciones técnicas y de seguridad aplicables al diseño y operación de las estaciones de regasificación de GNL. El D.S. N° 057-2008-EM establece los lineamientos para la comercialización del GNL, el D.S. N° 043-2007-EM define los requisitos de seguridad de las actividades del subsector hidrocarburos, y la RCD N° 088-2022-OS/CD, establece el procedimiento para la presentación y evaluación de los Estudios de Riesgos de Seguridad (ERS) y Planes de Respuesta a Emergencias (PRE), tanto para nuevas instalaciones como para aquellas que sufran modificaciones en su infraestructura. Por último, el D.S. N° 040-2008-EM regula la distribución de GN por red de ductos, incluyendo aspectos de seguridad y autonomía operativa en las ED, y el D. S. N° 021-2008-MTC dispone criterios para el transporte seguro de mercancías peligrosas.

Tabla 44

Marco normativo internacional aplicable al GNL

Titulo	Responsable	Tipo	Alcance
EN 1473 Instalaciones y equipos para gas natural licuado – Diseño de instalaciones terrestres.	CEN ²⁵	Norma Europea	Establece los requisitos para el diseño de instalaciones terrestres de GNL, cubriendo todo tipo de almacenamiento, aunque se centra en tanques atmosféricos con capacidades superiores a 200 t.
UNE 60210 Plantas satélite de gas natural licuado (GNL).	AENOR ²⁶	Norma Española	Define los requisitos técnicos y de seguridad para plantas satélite de GNL con tanques fijos de hasta 1 500 m ³ y presión superior a 1 bar.

²⁵ CEN: Comisión Europea de Normalización.

²⁶ AENOR: Asociación Española de Normalización y Certificación (a la fecha, UNE).

EN ISO 16903 Características del GNL que influyen en el diseño y la selección de materiales.	ISO	Estándar internacional	Proporciona lineamientos sobre las propiedades físicas del GNL y la selección de materiales criogénicos utilizados en su almacenamiento y transporte.
Directiva 2012/18/UE (Seveso III) Control de riesgos de accidentes graves con sustancias peligrosas.	CE ²⁷	Directiva Europea	Regula la prevención y el control de accidentes graves en establecimientos que manejan sustancias peligrosas.
Directiva 2011/92/UE Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), modificada por la Directiva 2014/52/UE.	CE	Directiva Europea	Establece los requisitos para la evaluación de impacto ambiental de proyectos públicos y privados que puedan afectar significativamente el medio ambiente.
Directiva 2014/68/UE Equipos a Presión.	CE	Directiva Europea	Regula el diseño, fabricación y evaluación de la conformidad de equipos a presión estacionarios con una presión máxima admisible superior a 0.5 bar.

Nota. Adaptado de (EMSA, 2018)

La **Tabla 44** presenta las principales normativas y acuerdos internacionales relacionados con el manejo del GNL. Entre ellas destacan la EN 1473 y la UNE 60210, que establecen requisitos técnicos y de seguridad para el diseño de instalaciones terrestres y plantas satélite de regasificación. Asimismo, se incluye la Directiva Seveso III, orientada al control de riesgos y la gestión segura de sustancias peligrosas, junto con la Directiva 2014/68/UE, que establece criterios para la evaluación de equipos a presión, y la Directiva 2011/92/UE, que regula la evaluación de impacto ambiental de proyectos, incluidos los relacionados con el GNL.

²⁷ CE: Comisión Europea.

Tabla 45

Marco normativo internacional aplicable a contenedores ISO de GNL

Título	Responsable	Tipo	Alcance
NFPA 59A Norma para la producción, almacenamiento y manipulación de gas natural licuado (GNL).	NFPA	Norma Técnica Internacional	Regula el diseño, construcción, operación y mantenimiento de instalaciones de GNL, incluyendo requisitos para contenedores portátiles y transporte (Cap. 17).
Código ASME, Sección VIII, División 1	ASME	Código Técnico Internacional	Establece los requisitos técnicos para el diseño y fabricación de recipientes a presión, como los tanques criogénicos utilizados en contenedores ISO.
ISO 1496-3 Contenedores de carga de la Serie 1: especificaciones y pruebas Parte 3: Contenedores cisterna para líquidos, gases y graneles secos a presión.	ISO	Estándar internacional	Define los requisitos de diseño, dimensiones, resistencia y características técnicas de contenedores ISO tipo cisterna.
ADR Acuerdo europeo sobre el transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera.	UNECE	Convenio	Regula el transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera.
ADN Acuerdo europeo sobre el transporte	UNECE	Convenio	Regula el transporte internacional de mercancías peligrosas por vías navegables interiores, incluyendo

internacional	de	requisitos	técnicos	para
mercancías peligrosas				embarcaciones y personal.
por vías navegables				
interiores.				

La **Tabla 45** presenta las principales normativas internacionales aplicables a los contenedores ISO de GNL. Entre ellas, destacan el Código ASME, Sección VIII, División 1, que establece los requisitos para el diseño y fabricación de recipientes a presión; la norma NFPA 59A, que regula el manejo, almacenamiento y transporte del GNL, incluyendo disposiciones específicas para contenedores portátiles; así como los convenios ADR y ADN, que establecen los criterios para el transporte terrestre y fluvial de mercancías peligrosas. En conjunto, estas normas constituyen una base técnica de referencia para la manipulación y eventual implementación de contenedores ISO UN T75 en la ED Chimbote.

CONCLUSIONES

- Se evaluó la incorporación de nuevas tecnologías para el transporte y almacenamiento de GNL en el distrito de Chimbote, concluyéndose que los contenedores ISO UN T75 representan la opción más adecuada. Esta tecnología permitiría incrementar la autonomía operativa de la Estación de Distrito (ED) de Chimbote, reducir la vulnerabilidad frente a interrupciones en la cadena de suministro y fortalecer la seguridad energética del distrito.
- Se analizó la cadena de valor del GNL y se identificó que los principales factores de interrupción en el suministro de GN en el distrito de Chimbote corresponden a los mantenimientos programados en la planta de separación Malvinas, en el ducto de transporte de TGP y en la planta de licuefacción de Melchorita, así como a contingencias externas como conflictos sociales y restricciones logísticas.
- Se estimó el volumen de GN consumido en el distrito de Chimbote y se determinó que, para el año 2023, el consumo promedio fue de 66 401.34 Sm³/día en temporada normal y 82 446.54 Sm³/día en temporada de pesca, lo que evidencia a las industrias pesqueras como los principales consumidores de GN. Al proyectar la demanda hacia el año 2033, se prevé un incremento significativo, alcanzando aproximadamente 85 606.91 Sm³/día en temporada normal y 165 982.02 Sm³/día en temporada de pesca, lo que confirma una tendencia sostenida de crecimiento en el consumo energético local.
- Se determinó que la ED Chimbote dispone de una capacidad total de almacenamiento de 1 000 m³ de GNL, de los cuales 900 m³ corresponden a capacidad útil, así como una capacidad de regasificación de 336 415.16 Sm³/día. Estas condiciones permitirían que la estación opere con normalidad incluso durante las temporadas pico de pesca (212 722.93 Sm³/día). No obstante, dicha capacidad resultaría insuficiente frente al

crecimiento proyectado de la demanda y ante posibles interrupciones en el suministro de GN, lo que reduciría la autonomía de la estación.

- Se evaluó la incorporación de nuevas tecnologías para el transporte y almacenamiento de GNL en el distrito de Chimbote, considerando alternativas como barcas, remolques móviles de regasificación y contenedores ISO UN T75. Para ello, se aplicó el método del árbol de decisiones.
- Se seleccionó la tecnología de contenedores ISO UN T75 para el transporte y almacenamiento de GNL en el distrito de Chimbote. A partir del análisis técnico y económico, se determinó la necesidad de 14 unidades de 40 ft y 45.7 m³ para garantizar la continuidad del suministro de GN. En términos económicos, los resultados en escenarios de interrupción (transporte marítimo) evidencian un VAN de 441 801.26 USD, una TIR de 14.59 %, un ROI de 132.21 % y un periodo de recuperación de aproximadamente 8.40 años; mientras que, en condiciones de operación normal (transporte terrestre), se proyecta una alta rentabilidad, especialmente durante la temporada de pesca. Finalmente, la implementación de la propuesta tecnológica se enmarca en las disposiciones de seguridad establecidas en la NTP 111.032-2 y otras normas nacionales e internacionales, cumpliendo con el marco regulatorio vigente.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda analizar la viabilidad de implementar tecnologías como los contenedores ISO de GNL en zonas aisladas o sin acceso al gas natural, con el objetivo de generar demanda local y fomentar el desarrollo de distritos energéticos. La aplicación de esta tecnología permitiría abastecer dichas áreas con gas natural, promoviendo la masificación y la expansión energética en regiones alejadas del sistema principal.
- En caso de que se proceda con la implementación futura de contenedores ISO de GNL, se recomienda elaborar los Estudios de Riesgo de Seguridad (ERS) y el Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), conforme a la Resolución del Consejo Directivo N° 088-2022-OS/CD y al Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos, aprobado mediante D.S. N° 043-2007-EM. Estas acciones permitirán garantizar la seguridad operativa, la protección ambiental y la adecuada gestión ante posibles emergencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdalla Altayeb, A. (Noviembre de 2015). *Utilizing the liquid natural gas in small scale application in power generation, industrialization and as alternative Vehicle fuel*. Obtenido de UNCTAD: <https://unctad.org/system/files/non-official-document/17OILGASMINE%20Abdalla%20Abdalla%20S8.pdf>
- Aguirre, J. (2021). Masificación del Gas Natural: retos y oportunidades. 2-4.
- Al-Saadoon, F., & Nsa, A. (Abril de 2009). *Economics of LNG Projects (Paper No. SPE-120745-MS) Paper presented at the SPE Production and Operations Symposium, Oklahoma City, Oklahoma. Society of Petroleum Engineers*. Obtenido de <https://doi.org/10.2118/120745-MS>
- Arthur D. Little. (7 de Julio de 2008). *Evaluación de Riesgos de Abastecimiento de Hidrocarburos en el Corto, Mediano y Largo Plazo*. Obtenido de Agencia Nacional de Hidrocarburos: https://www.anh.gov.co/documents/1911/Informe_I_-_Reporte_de_Diagn%C3%B3stico.pdf
- Baca Urbina, G. (2013). *Evaluación de Proyectos* (séptima edición ed.). México: McGraw-Hill.
- Boronat Ombuena, G. J., Leotesc, R. M., & Navarro Enguítanos, J. (2019). CAPEX Y OPEX. La GESTIÓN de las inversiones empresariales. *Técnica Contable y Financiera*(16), 116-117.
- Cálidda. (2019). *Mecanismos de Seguridad Del Sistema de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao*. Lima: Calidda.
- Cambridge Systematics, Inc. (19 de Marzo de 2019). *Risk Assessment of Surface Transport of Liquid Natural Gas*. Obtenido de U.S. DOT Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration, Office of Hazardous Materials Safety: <https://www.phmsa.dot.gov/sites/phmsa.dot.gov/files/docs/research-and-development/hazmat/reports/71651/fr2-phmsa-hmtrns16-oncall-20mar2019-v3.pdf>
- Carniani, C. (13 de Julio de 2023). *Floating Storage Regasification Units (FSRU)*. Obtenido de

- Oil&Gas Portal: <https://www.oil-gasportal.com/floating-storage-regasification-units-fsru/>
- Carvajal, F. (2018). *Plantas Satélite de Regasificación*. Santiago: Economía y Negocios Univerisad de Chile.
- Castillo, L., & Dorao, C. A. (Diciembre de 2012). Consensual decision-making model based on game theory for LNG processes. *Energy Conversion and Management*, 64, 387-396.
- Chart Industries. (2013). *LNG ISO Intermodal Containers - USA*. Obtenido de https://files.chartindustries.com/14732510_LNG_ISO.pdf
- Chart Industries. (2016). *ISO Intermodal Containers - Czech Republic*. Obtenido de https://files.chartindustries.com/chartferox_ISO_Containers.pdf
- Chart Industries. (2017). *LNG to Power - Virtual Pipeline solution for Madeira's natural gas fired power station*. Obtenido de https://files.chartindustries.com/21125487_LNG_VirtualPipeline_Madeira_CS11.pdf
- Chart Industries. (Agosto de 2022). *Mobile LNG Regas System at Coal Fueled Power Plant*. Obtenido de LNG Solutions in Action: <https://files.chartindustries.com/LNGSiA.pdf>
- Chart Industries. (2023). *LNG MOBILE REGASIFICATION TRAILER*. Obtenido de <https://files.chartindustries.com/MobileLNGRegasTrailer.pdf>
- Cordeiro Silveira, A. (2021). *Gas Natural Licuado Análisis del Mercado Mundial de GNL y Futuro del Sector*. Obtenido de <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/61362/TFM001631.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cuevas Villegas, C. (2001). MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO: RETORNO SOBRE INVERSIÓN, INGRESO RESIDUAL, VALOR ECONÓMICO AGREGADO, ANÁLISIS COMPARADO. *Estudios Gerenciales*, 3-4.
- DGH-MINEM. (2023). *Libro Anual de Recursos de Hidrocarburos 2022*. Lima, Perú: Dirección General de Hidrocarburos (DGH).

- Dimar. (2018). *Terminal Portuaria de Regasificación de GNL, un Respaldo para la Generación de Energía Eléctrica en Colombia*. Obtenido de https://cecoldodigital.dimar.mil.co/2803/1/dimar_2018_Paismares_06_62-64.pdf
- DSGN - Osinergmin. (2023). *Boletín Estadístico: Procesamiento, Producción y Transporte de Gas Natural (2do Trimestre 2023)*. Lima, Perú: División de Supervisión de Gas Natural.
- DSGN - Osinergmin. (2024). *Boletín Estadístico: Procesamiento, Producción, Transporte y Consumo de Gas Natural (4to Trimestre 2023)*. Lima: División de Supervisión de Gas Natural.
- El Peruano. (2024). *Avanza masificación del gas natural en regiones*. Recuperado el 7 de Enero de 2024, de <https://www.elperuano.pe/noticia/232635-avanza-masificacion-del-gas-natural-en-regiones#:~:text=Durante%20el%20a%C3%B1o%20pasado%2C%20gracias,accedan%20al%20gas%20natural%20residencial>.
- Elango, S., & Mallya, H. (2021). *Small-Scale LNG for Expanding Natural Gas Access in India*. New Delhi: Council on Energy, Environment and Water (CEEW).
- EMSA. (1 de Enero de 2018). *Guidance on LNG Bunkering to Port Authorities and Administrations*. Obtenido de European Maritime Safety Agency: https://safety4sea.com/wp-content/uploads/2018/02/EMSA-Guidance-on-LNG-Bunkering-to-Port-Authorities-and-Administrations-2018_02.pdf
- Energía y Sociedad. (jueves de enero de 2024). *Distribución de gas natural*. Obtenido de <https://www.energiaysociedad.es/manual-de-la-energia/3-6-distribucion-de-gas-natural/>
- Energy Institute. (2023). *Energy Institute Statistical Review of World Energy 2023*. Obtenido de <https://www.energyinst.org/statistical-review/resources-and-data-downloads>
- ExxonMobil. (2017). *Floating Storage and Regasification Units (FSRUs)* . Obtenido de ExxonMobil LNG: <https://www.exxonmobillng.com/-/media/project/wep/exxonmobil-lng/lng->

us/pdf/110-fsru.pdf

Fernando, J. (13 de Febrero de 2026). *Compound Annual Growth Rate (CAGR) Formula and Calculation*. Obtenido de <https://www.investopedia.com/terms/c/cagr.asp>

Florescu, R., & Seitz, M. (29 de Junio de 2018). *LNG as cargo in the Danube ports*. Obtenido de Interreg Danube Transnational Programme: https://www.interreg-danube.eu/uploads/media/approved_project_public/0001/27/9bbdcb44ec4a6a34f1d1a74a2716cc64e9e26665.pdf

GALILEO Technologies. (2024). *Gasoducto Virtual de GNC*. Recuperado el 15 de Enero de 2024, de <https://www.galileoar.com/www-gasoductovirtual-com/>

GALILEO Technologies. (16 de Diciembre de 2024). *Primera exportación de GNL a Ecuador: Galileo lidera con innovación desde Paíta*. Obtenido de <https://www.galileotechnologies.com/es/novedades/primera-exportacion-de-gnl-a-ecuador-desde-paita>

Galvis Moreno, C. F. (junio de 2006). *Valoración de opciones reales usando árboles de decisión dinámicos y árboles binomiales desplazados. Un caso en la industria petrolera*. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/e44c3659-f683-4944-a45c-d56a10f6c5ad/content>

Garamendi Durán, G. (2021). Análisis e Implicancias del Sistema de Gasoductos Virtuales en el Ordenamiento Jurídico Peruano. *Revista de Derecho Administrativo – CDA*, 19, 259-282.

GART - Osinergmin. (2007). *Riesgo de Indisponibilidad del Ducto de Camisea en el Sector Eléctrico*. (V. Ormeño Salcedo, D. Cámac Gutiérrez, J. Mendoza Gacon, & M. Uribe González, Edits.) Lima: Latin Bridge Business S.A.

GART - Osinergmin. (2012). *Sistemas de transporte y distribución de gas natural en el Perú*. (V. Ormeño Salcedo, L. Espinoza Quiñones, C. Palacios Olivera, V. Barreda Grados, & O. Echegaray Pacheco, Edits.) Lima: Teps Group S.A.C.

- GART - Osinergmin. (2015). *Sistemas de transporte y distribución en el Perú*. 15.
- Gáslink. (2024). *Planta Satélite de GNL*. Recuperado el 18 de Enero de 2024, de <https://www.gaslink.pt/en/agu/>
- Global Energy. (10 de 07 de 2021). *FSRU Suape*. Obtenido de https://www.gem.wiki/FSRU_Suape
- GNL GLOBAL. (28 de Noviembre de 2024). *SYCAR marca hito histórico con primera importación de GNL de Perú a Ecuador*. Obtenido de <https://gnlglobal.com/sycar-marca-hito-historico-con-primera-importacion-de-gnl-de-peru-a-ecuador/>
- GNL GLOBAL. (15 de Agosto de 2024). *Ventajas de las Unidades Flotantes de Almacenamiento y Regasificación de GNL (FSRU)*. Obtenido de Categoría Tecnologías: <https://gnlglobal.com/ventajas-de-las-unidades-flotantes-de-almacenamiento-y-regasificacion-de-gnl-fsru/>
- González C., M. P. (2009). *Análisis de series temporales: Modelos ARIMA*. Bilbao Bizkaia - España: Universidad del país Vasco.
- GPAE - Osinergmin. (2018). *Contrato de Concesión de Cálidda*. Lima: Osinergmin.
- GRT-División de Gas Natural. (2023). *Boletín Informativo*. Lima: Osinergmin.
- GRT-División de Gas Natural. (19 de Diciembre de 2024). *Análisis de comentarios y sugerencias al proyecto de resolución que fija las tarifas de distribución de gas natural por red de ductos, Plan Quinquenal de Inversiones y Cargos Complementarios de la Concesión Norte para el periodo 2025-2028*. Lima: Osinergmin. Obtenido de Informe N° 866-2024-GRT: <https://www.osinergmin.gob.pe/Resoluciones/pdf/2024/Informe-Tecnico-866-2024-GRT.pdf>
- Guillén, L. (2021). Efecto de la Sustitución de Petróleo por Gas Natural en la Calidad del Aire, generado en la empresa Cantarana, Chimbote, Perú, 2018-2020. *Revista CIENCIA Y TECNOLOGÍA*, <http://dx.doi.org/10.17268/rev.cyt.2021.04.01>.

- HandyBulk. (Julio de 2025). *Ship Charter Rates / Handy Charter Rates*. Obtenido de <https://www.handybulk.com/ship-charter-rates/>
- INEI. (Agosto de 2018). *Perú: Perfil Sociodemográfico Informe Nacional*. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf
- INEI. (Octubre de 2018). *Resultados Definitivos de los Censos Nacionales 2017 - TOMO I*. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1544/
- Jafarizadeh, B. (Junio de 2019). *Discount rates and price forecasts for upstream petroleum valuations*. Obtenido de Heriot-Watt University: <https://www.realoptions.org/openconf2019/data/papers/146.pdf>
- Khoiriyah, L., Buda Artana, K., & B. Dinariyana, A. (2023). *Conceptual design of floating storage and regasification unit*. Obtenido de IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1239/1/012015/pdf>
- Lee, D.-Y., Jo , J.-S., Nyongesa , A., & Lee, W.-J. (2023). Fatigue Analysis of a 40 ft LNG ISO Tank Container. *Materials*, 16(1), 428. doi:<https://doi.org/10.3390/ma16010428>
- McFarlan, A. (2020). Techno-economic assessment of pathways for liquefied natural gas (LNG) to replace diesel in Canadian remote northern communities. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 42, 11. doi:<https://doi.org/10.1016/j.seta.2020.100821>
- MercadoCasa. (2022). *Alquiler, Venta de Terreno en NUEVO CHIMBOTE - SANTA*. Obtenido de <https://mercadocasa.pe/inmuelle/Alquiler,Venta/alquilervta-de-terreno-en-nuevo-chimbote-021458-21158>
- MINAM. (13 de 06 de 2025). *Instituto Geofísico del Perú*. Obtenido de <https://repositorio.igp.gob.pe/items/79c2bd71-1d45-4f63-b16d-29b797946846>
- MINEM. (2024). *Programa Bonogas*. Recuperado el 18 de Enero de 2024, de

<https://www.minem.gob.pe/bonogas/#bonogas>

MINEM. (s.f.). *Ventajas del uso del gas natural en la industria*. Recuperado el 2025, de

<https://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/dgh/publicaciones/gasnatural/gasindustrial.pdf>

Morgan, C., & Atkinson, D. (Abril de 2016). *LPG and Natural Gas as Alternative Energy Sources for the Pacific*. Obtenido de Pacific Region Infrastructure Facility (PRIF):

<https://www.theprif.org/document/regional/energy/lpg-and-natural-gas-alternative-energy-sources-pacific-0>

MTC. (16 de Noviembre de 2022). *Tren Grau: el megaproyecto ferroviario que unirá la costa peruana de Tumbes a Tacna*. Obtenido de Ministerio de Transportes y Comunicaciones:

<https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/670189-tren-grau-el-megaproyecto-ferroviario-que-unira-la-costa-peruana-de-tumbes-a-tacna>

NACIONES UNIDAS. (1981). *Conferencia de las Naciones Unidas para la elaboración de un convenio sobre el transporte multimodal internacional*. Nueva York.

OLADE. (2016). *Política Energética. Guía Práctica*. (V. Oxilia, & G. Blanco, Edits.) Cánada.

Obtenido de <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0358.pdf>

Osinergrmin. (2012). *El gas natural y sus diferencias con el GLP*. Lima, Perú: Teps Group S.A.C.

Osinergrmin. (2014). *La industria del Gas Natural en el Perú. A diez años del Proyecto Camisea*.

(J. Tamayo Pacheco, J. Salvador Jácome, A. Vásquez Cordano, & R. García Carpio, Edits.) Lima, Perú.

Osinergrmin. (22 de abril de 2020). *Incidencias en los Ductos de Distribución de Gas Natural en Lima, Callao e Ica*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/osinergrmin/informes-publicaciones/483183-incidencias-en-los-ductos-de-distribucion-de-gas-natural-en-lima-callao-e-ica>

Osinergrmin. (2021). *La industria del gas natural en el Perú, mirando al bicentenario y*

perspectivas recientes. Lima.

Osinerghmin. (1 de Diciembre de 2023). *Pliego Tarifario Comercial de la Concesión Norte*.

Obtenido de Regulación Tarifaria:

https://www.osinerghmin.gob.pe/seccion/centro_documental/gart/pliegos_tarifarios/gas-natural/2023/Pliego%20tarifario%20dic%2023%20QU.pdf

Osinerghmin. (2024). *Sistema para el Procesamiento y Análisis de la Información Comercial de Gas Natural*. Obtenido de <https://prie.osinerghmin.gob.pe/web/sicomgn>

Osinerghmin. (4 de Marzo de 2025). *RCD N.º 027-2025-OS-CD: Resolución de Consejo Directivo que resuelve el recurso de reconsideración interpuesto por la empresa Gases del Pacífico S.A.C. contra la Resolución N° 207-2024-OS/CD y dispone su modificación*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/osinerghmin/normas-legales/6540772-027-2025-os-cd>

Osinerghmin. (4 de Marzo de 2025). *Resolución de Consejo Directivo N.º 027-2025-OS-CD, Informe N° 122-2025-GRT: Plan Quinquenal de Inversiones 2025-2029 de la Concesión Norte*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/osinerghmin/normas-legales/6540772-027-2025-os-cd>

OSITRAN. (Julio de 2004). *Revisión de Tarifas Máximas de los Servicios Portuarios de ENAPU. Estudio Tarifario*. Obtenido de https://www.oas.org/cip/docs/comite_ejecutivo/reuniones_ordinarias/6reunion_managua2004/documentos/25_estudio_tarifas_enapu.pdf

PACK & SEND. (18 de Diciembre de 2023). *Container Ships / How Fast Does a Cargo Ship Go?* Obtenido de <https://www.packsend.com.au/blog/how-fast-does-a-cargo-ship-go/>

PERÚ LNG. (2016). *Infografía Planta de Licuefacción de PERÚ LNG*. Obtenido de https://perulng.com/wp-content/uploads/2016/04/PLANTA_DE_LICUEFACCION_PERU-LNG.pdf

PERÚ LNG. (22 de Julio de 2022). *Memoria Anual 2021*. Obtenido de <https://perulng.com/wp->

content/uploads/2022/07/Memoria-Anual-2021-1.pdf

PERÚ LNG. (7 de Diciembre de 2023). *Reporte Anual 2022*. Obtenido de [https://perulng.com/wp-](https://perulng.com/wp-content/uploads/2023/10/Reporte-Anual-2022.pdf)

content/uploads/2023/10/Reporte-Anual-2022.pdf

PERÚ LNG. (2024). *Gasoducto de PERU LNG*. Obtenido de Nuestra Empresa:

<https://perulng.com/nuestra-empresa/ducto/>

PRODUCE. (8 de Junio de 2023). *Produce anuncia que no dará inicio a la primera temporada de anchoveta en la zona Norte-Centro*. Obtenido de

<https://www.gob.pe/institucion/produce/noticias/775281-produce-anuncia-que-no-dara-inicio-a-la-primera-temporada-de-anchoveta-en-la-zona-norte-centro>

Promigas Perú. (2023). *Informe del sector gas natural Perú*. Lima: Promigas Peru.

Pulliam Phillips, P., & Phillips, J. (2019). *ROI Basics* (2nd Edition ed.). Alexandria, USA.: ATD Press.

PW Consulting. (25 de Marzo de 2025). *ISO Tank Containers for Marine LNG Transportation Market*. Obtenido de <https://pmarketresearch.com/auto/iso-tank-containers-for-marine-lng-transportation-market/>

Quavii. (2025). *Reportes Volumétricos Diarios*. Obtenido de <https://www.quavii.pe/descargas-norte>

RedLand . (2023). *Servicio para la identificación y cuantificación de la demanda de gas natural estratégica en las regiones de Áncash, La Libertad, Lambayeque y Cajamarca*. Lima: Osinergmin.

Reganosa. (20 de Abril de 2007). *PD-10 . Cálculo de la capacidad de las instalaciones*. Obtenido de Protocolos de Detalle de las Normas de Gestión Técnica del Sistema Gasista (PD): https://www.reganosa.com/sites/default/files/pd_10.pdf

Revista Energia. (19 de Noviembre de 2019). *Quavii labor de masificación del gas natural en el norte del Perú*. Obtenido de <https://revistaenergia.pe/quavii-recibe-premio-a-su-labor-por->

masificacion-del-gas-natural-en-el-norte-del-peru/

Revista Energia. (2022). *Gas Natural un Beneficio para Millones de Peruanos*. Lima: Revista Energia.PE.

Sapag Chain, N., Sapag Chain, R., & Sapag Puelma, J. (2014). *Preparación y Evaluación de Proyectos* (Sexta edición ed.). México: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

SEDIGAS. (Noviembre de 2015). *Especificaciones técnicas de SEDIGAS para personal de pruebas previas, puesta en servicio e inspección periódica*. Obtenido de SEDIGAS Certificación de personas: <https://sedigas.es/new/certificacion/inspectores-especificaciones-premium/>

SEDIGAS. (Julio de 2017). *Especificaciones técnicas de SEDIGAS para conductores de cisternas que realizan descargas de GNL*. Obtenido de SEDIGAS Certificación de personas: <https://www.sedigas.es/new/certificacion/tecnicos-gnl-especificaciones-tipo-c/>

SEDIGAS. (Febrero de 2019). *Especificaciones técnicas de SEDIGAS para las actividades de Técnico de Plantas Satélite de GNL*. Obtenido de SEDIGAS Certificación de personas: <https://www.sedigas.es/new/certificacion/tecnicos-gnl-especificaciones/>

Semino Romero, J. A., Berrospi Villafuerte, H. M., & Akimoto Toyohama, E. O. (Agosto de 2020). *“Análisis del Cabotaje Marítimo como Alternativa de Transporte de Carga Multimodal en la Cadena de Suministro del Perú”*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad del Pacífico: <https://repositorio.up.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/ba6648a4-1816-42f5-bb5f-99c208967cdd/content>

Shandong AUYAN New Energy Technology Co., Ltd. (2022). *Cryogenic Storage 40ft LNG ISO Tank Liquid Natural Gas Container*. Obtenido de <https://www.auyanglobal.com/cryogenic-storage-tank/gas-storage-tank.html>

Sieden Rojas, L. F. (2021). *Diseño de un Sistema de Vaporización de 20000 m³/h para*

- Repotenciar una Planta de Regasificación de Gas Natural Licuado*. Obtenido de Repositorio de la Universidad César Vallejo:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/67347/Sieden_RLF-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Stewart, R., & Tada, H. (Mayo de 2016). *Japan Liquefied Natural Gas (LNG) Intermodal Container Operations: Applicability to US Operations*. Obtenido de <https://ctrf.ca/wp-content/uploads/2016/05/CTRF2016StewartTadaRailTransport.pdf>
- Tamayo Pacheco, J., & Quintanilla Acosta, E. (2017). *Análisis sobre seguridad energética: el caso peruano. Reporte Especial de Análisis Económico N° 004-2017*. Lima, Perú: Osinergmin.
- TGP. (2023). *Operación del sistema*. Obtenido de Transportadora de Gas del Perú S.A.:
<https://www.tgp.com.pe/operacion-del-sistema/>
- TRACTEBEL ENGINEERING S.A. (Octubre de 2015). *Mini / Micro LNG for commercialization of small volumes of associated gas*. Obtenido de World Bank Group Energy and Extractives:
<https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/d428d4ec-921b-5cd0-9f99-8b63042cc501/content>
- TuTiempo.net. (09 de setiembre de 2025). Obtenido de <https://en.tutiempo.net/chimbote.html>
- UNECE. (2021). *Reglamentacion Modelo de las Naciones Unidas: Transporte de Mercancías Peligrosas* (Vol. I y II). (UNECE, Ed.) Nueva York y Ginebra. Obtenido de <https://unece.org/transport/dangerous-goods/un-model-regulations-rev-22>
- UPME. (24 de Noviembre de 2017). *INGENIERÍA CONCEPTUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE REGASIFICACIÓN EN LA BAHÍA DE BUENAVENTURA PACIFICO COLOMBIANO*. Obtenido de Unidad de Planeación Minero Energética:
https://www1.upme.gov.co/Hidrocarburos/UPME-SENER_GNL%20Buenaventura_Entregable%202_1_no%20control%20cambios.pdf

- Virreira Ávila, M. M. (2020). *Evaluacion Financiera de Proyectos de Inversion*. Santa Cruz - Bolivia: FUNDACION UNIVERSITARIA PRIVADA DE SANTA CRUZ DE LA SIERRA.
- Wärtsilä. (2016). *Small- and medium-scale LNG terminals*. Obtenido de <https://www.wartsila.com/docs/default-source/oil-gas-documents/onshore/small-and-medium-scale-lng-terminals.pdf?sfvrsn=2>
- Wärtsilä. (14 de Mayo de 2018). *LNG terminals – land-based vs. floating storage and regasification technology*. Obtenido de <https://www.wartsila.com/insights/article/lng-terminals-land-based-vs-floating-storage-and-regasification-technology>
- Zapata M., C. (4 de Setiembre de 2017). *3er Congreso COGENERA, México: Gasoductos Virtuales Alternativa de Suministro*. Obtenido de https://ejkrause.com.mx/camp17-green/memtec-cogenera2017/5sept-Caio%20Zapata_%20Zibac%20Rubio.pdf

APÉNDICES

1. **Apéndice A:** Demanda histórica (2018–2023) y proyección de la demanda de gas natural (2023–2033).
2. **Apéndice B:** Volumen promedio de GNL contratado por el comercializador para el distrito de Chimbote.
3. **Apéndice C:** Evaluación económica para la implementación de contenedores ISO de GNL mediante transporte marítimo en temporada de pesca.
4. **Apéndice D:** Evaluación económica para la implementación de contenedores ISO de GNL mediante transporte terrestre en condiciones normales.
5. **Apéndice E:** Volumen de GNL requerido para una interrupción de 5 días y evaluación de indicadores económicos del transporte terrestre y marítimo en un escenario base.
6. **Apéndice F:** Volumen de GNL requerido para una interrupción de 5 días y evaluación de indicadores económicos del transporte terrestre y marítimo en un escenario pesimista.

Apéndice A: Demanda histórica (2018–2023) y proyección de la demanda de gas natural (2023–2033).**Tabla 46***Proyección de la demanda de gas natural en el distrito de Chimbote estimada con CAGR*

Fecha	Serie original	Optimista	Base	Pesimista
1/01/2018	22.77			
1/02/2018	80.61			
1/03/2018	795.22			
1/04/2018	1622.34			
1/05/2018	2180.31			
1/06/2018	1041.24			
1/07/2018	1162.84			
1/08/2018	2457.63			
1/09/2018	4119.47			
1/10/2018	5816.24			
1/11/2018	35806.38			
1/12/2018	52115.09			
1/01/2019	24552.20			
1/02/2019	9286.00			
1/03/2019	7855.57			
1/04/2019	20510.26			
1/05/2019	133537.72			
1/06/2019	74556.13			
1/07/2019	51398.19			
1/08/2019	55682.34			
1/09/2019	62710.05			
1/10/2019	64492.20			
1/11/2019	166261.14			
1/12/2019	100305.60			
1/01/2020	62862.13			
1/02/2020	81343.16			
1/03/2020	47563.01			
1/04/2020	22024.96			
1/05/2020	153727.09			
1/06/2020	287485.19			
1/07/2020	167426.48			
1/08/2020	76958.14			
1/09/2020	72253.22			
1/10/2020	94603.20			
1/11/2020	151677.68			
1/12/2020	230676.01			

1/01/2021	138842.86			
1/02/2021	89156.95			
1/03/2021	78461.62			
1/04/2021	91343.96			
1/05/2021	12055.90			
1/06/2021	124558.96			
1/07/2021	100687.13			
1/08/2021	61290.77			
1/09/2021	57369.10			
1/10/2021	74268.16			
1/11/2021	161443.20			
1/12/2021	158563.49			
1/01/2022	98537.84			
1/02/2022	87823.95			
1/03/2022	78002.87			
1/04/2022	68952.20			
1/05/2022	130436.66			
1/06/2022	124344.03			
1/07/2022	102382.58			
1/08/2022	53760.39			
1/09/2022	76368.76			
1/10/2022	77644.40			
1/11/2022	106332.10			
1/12/2022	200644.39			
1/01/2023	93099.40			
1/02/2023	70120.60			
1/03/2023	53981.18			
1/04/2023	44169.34			
1/05/2023	35657.29			
1/06/2023	52467.47			
1/07/2023	58667.43			
1/08/2023	92870.75			
1/09/2023	60387.87			
1/10/2023	76878.33			
1/11/2023	162520.20			
1/12/2023	92267.45	92267.45	92268.45	92267.45
1/01/2024		71676.36	70815.09	69953.81
1/02/2024		55746.60	55076.74	54406.88
1/03/2024		44360.46	43827.41	43294.37
1/04/2024		42767.41	42253.51	41739.61
1/05/2024		82135.17	81148.22	80161.27
1/06/2024		106068.89	104794.34	103519.80
1/07/2024		78877.61	77929.80	76982.00

1/08/2024	61387.30	60649.66	59912.02
1/09/2024	58543.42	57839.95	57136.48
1/10/2024	68292.67	67472.05	66651.43
1/11/2024	137123.10	135475.40	133827.71
1/12/2024	130762.68	129191.41	127620.14
1/01/2025	75260.18	73462.37	71686.29
1/02/2025	58533.93	57135.68	55754.32
1/03/2025	46578.48	45465.81	44366.60
1/04/2025	44905.78	43833.07	42773.33
1/05/2025	86241.93	84181.79	82146.55
1/06/2025	111372.33	108711.87	106083.57
1/07/2025	82821.49	80843.06	78888.53
1/08/2025	64456.66	62916.92	61395.80
1/09/2025	61470.59	60002.18	58551.52
1/10/2025	71707.30	69994.36	68302.12
1/11/2025	143979.26	140539.88	137142.09
1/12/2025	137300.81	134020.98	130780.79
1/01/2026	79023.19	76208.61	73461.67
1/02/2026	61460.63	59271.58	57135.14
1/03/2026	48907.40	47165.46	45465.38
1/04/2026	47151.07	45471.69	43832.66
1/05/2026	90554.03	87328.75	84180.99
1/06/2026	116940.95	112775.85	108710.84
1/07/2026	86962.57	83865.21	80842.29
1/08/2026	67679.50	65268.95	62916.33
1/09/2026	64544.12	62245.24	60001.61
1/10/2026	75292.66	72610.96	69993.69
1/11/2026	151178.22	145793.69	140538.55
1/12/2026	144165.85	139031.08	134019.71
1/01/2027	82974.35	79057.52	75281.02
1/02/2027	64533.66	61487.33	58550.15
1/03/2027	51352.77	48928.65	46591.38
1/04/2027	49508.62	47171.55	44918.22
1/05/2027	95081.73	90593.37	86265.82
1/06/2027	122788.00	116991.75	111403.18
1/07/2027	91310.70	87000.35	82844.43
1/08/2027	71063.47	67708.90	64474.51
1/09/2027	67771.32	64572.16	61487.61
1/10/2027	79057.30	75325.37	71727.16
1/11/2027	158737.13	151243.89	144019.13
1/12/2027	151374.15	144228.48	137338.84
1/01/2028	87123.07	82012.93	77145.44
1/02/2028	67760.35	63785.91	60000.20

1/03/2028	53920.41	50757.75	47745.26
1/04/2028	51984.06	48934.97	46030.66
1/05/2028	99835.82	93980.02	88402.28
1/06/2028	128927.39	121365.25	114162.19
1/07/2028	95876.23	90252.68	84896.16
1/08/2028	74616.64	70240.06	66071.29
1/09/2028	71159.89	66986.06	63010.42
1/10/2028	83010.16	78141.26	73503.56
1/11/2028	166673.99	156897.85	147585.91
1/12/2028	158942.85	149620.18	140740.18
1/01/2029	91479.22	85078.82	79056.02
1/02/2029	71148.36	66170.42	61486.17
1/03/2029	56616.43	52655.23	48927.72
1/04/2029	54583.26	50764.31	47170.66
1/05/2029	104827.61	97493.28	90591.65
1/06/2029	135373.76	125902.25	116989.53
1/07/2029	100670.04	93626.60	86998.70
1/08/2029	78347.48	72865.84	67707.61
1/09/2029	74717.88	69490.20	64570.93
1/10/2029	87160.67	81062.42	75323.95
1/11/2029	175007.68	162763.16	151241.03
1/12/2029	166890.00	155213.43	144225.75
1/01/2030	96053.18	88259.32	81013.92
1/02/2030	74705.78	68644.07	63008.93
1/03/2030	59447.26	54623.64	50139.47
1/04/2030	57312.42	52662.03	48338.89
1/05/2030	110068.99	101137.87	92835.24
1/06/2030	142142.45	130608.86	119886.90
1/07/2030	105703.54	97126.64	89153.31
1/08/2030	82264.85	75589.79	69384.46
1/09/2030	78453.78	72087.95	66170.10
1/10/2030	91518.70	84092.77	77189.42
1/11/2030	183758.07	168847.74	154986.67
1/12/2030	175234.50	161015.78	147797.65
1/01/2031	100855.84	91558.72	83020.32
1/02/2031	78441.07	71210.19	64569.41
1/03/2031	62419.62	56665.63	51381.22
1/04/2031	60178.04	54630.69	49536.05
1/05/2031	115572.44	104918.71	95134.40
1/06/2031	149249.58	135491.41	122856.02
1/07/2031	110988.72	100757.53	91361.28
1/08/2031	86378.09	78415.56	71102.84
1/09/2031	82376.47	74782.82	67808.87

1/10/2031	96094.64	87236.42	79101.09
1/11/2031	192945.97	175159.77	158825.07
1/12/2031	183996.22	167035.03	151458.01
1/01/2032	105898.63	94981.46	85076.40
1/02/2032	82363.12	73872.25	66168.54
1/03/2032	65540.60	58783.97	52653.73
1/04/2032	63186.94	56672.95	50762.86
1/05/2032	121351.06	108840.88	97490.50
1/06/2032	156712.05	140556.49	125898.67
1/07/2032	116538.16	104524.15	93623.94
1/08/2032	90697.00	81346.97	72863.77
1/09/2032	86495.29	77578.42	69488.22
1/10/2032	100899.37	90497.58	81060.11
1/11/2032	202593.27	181707.77	162758.53
1/12/2032	193196.03	173279.30	155209.02
1/01/2033	111193.56	98532.15	87183.40
1/02/2033	86481.28	76633.81	67807.27
1/03/2033	68817.63	60981.49	53957.76
1/04/2033	66346.29	58791.56	52020.06
1/05/2033	127418.61	112909.68	99904.96
1/06/2033	164547.66	145810.91	129016.68
1/07/2033	122365.07	108431.58	95942.63
1/08/2033	95231.85	84387.97	74668.32
1/09/2033	90820.05	80478.54	71209.17
1/10/2033	105944.34	93880.65	83067.65
1/11/2033	212722.93	188500.55	166789.41
1/12/2033	202855.84	179757.00	159052.93

Apéndice B: Volumen promedio de GNL contratado por el comercializador para el distrito de Chimbote.

Tabla 47

Estimación del volumen promedio de GNL contratado por el comercializador para el distrito de Chimbote, considerando el promedio de los últimos seis meses y su autonomía para 30 días.

N°	Resolución	Causa	Fecha de inicio	ED Chimbote	
				Promedio de carga de GNL, últimos 6 meses (m³)	Almac. GNL para 30 días (m³)
1	Resolución Ministerial N° 067-2021-MINEM/DM	Conflictos sociales	18/03/2021	217.28	6518.51
2	Resolución Ministerial N° 072-2021-MINEM/DM	Mantenimiento en Malvinas (Parada total)	27/03/2021	217.35	6520.57
3	Resolución Ministerial N° 127-2021-MINEM/DM	Mantenimiento en Melchorita (Compresor propano)	28/04/2021	217.81	6534.17
4	Resolución Ministerial N° 426-2021-MINEM/DM	Conflictos sociales	25/11/2021	120.82	3624.66
5	Resolución Ministerial N° 127-2022-MINEM/DM	Conflictos sociales	29/03/2022	174.25	5227.48
6	Resolución Ministerial N° 152-2022-MINEM/DM	Mantenimiento en Chiquintirca	14/04/2022	175.17	5255.04
7	Resolución Ministerial N° 220-2022-MINEM/DM	Mantenimiento en Melchorita	15/06/2022	156.39	4691.72
8	Resolución Ministerial N° 253-2022-MINEM/DM	Mantenimiento en Melchorita	7/07/2022 21/07/2022	144.00	4320.03
9	Resolución Ministerial N° 254-2022-MINEM/DM	Mantenimiento en Melchorita	13/07/2022	144.00	4320.03
10	Resolución Ministerial N° 345-2022-MINEM/DM (RM N° 297-2022-MINEM/DM y RM N° 318-2022-MINEM-DM)	Mantenimiento en Malvinas	11/08/2022	136.91	4107.39
			24/08/2022		
			20/09/2022	126.33	3790.01
11	Resolución Ministerial N° 412-2022-MINEM/DM	Conflictos sociales	24/11/2022	130.07	3902.00
12	Resolución Ministerial N° 416-2022-MINEM/DM	Mantenimiento en Malvinas	26/11/2022	130.07	3902.00
13	Resolución Ministerial N° 430-2022-MINEM/DM	Atentado de terceros	13/12/2022	126.51	3795.38
14	Resolución Ministerial N° 017-2023-MINEM/DM	Conflictos sociales	16/01/2023	143.49	4304.81
15	Resolución Ministerial N° 112-2023-MINEM/DM	Desastre Natural	11/03/2023	146.36	4390.81
16	Resolución Ministerial N° 142-2023-MINEM/DM	Mantenimiento en Chiquintirca	6/04/2023	139.75	4192.59
				Promedio	4670.42

Apéndice C: Evaluación económica para la implementación de contenedores ISO de GNL mediante transporte marítimo en temporada de pesca.

Evaluación del VAN / TIR / ROI - TRANSPORTE MARITIMO

N° contenedores	14
-----------------	----

CAPEX	
Costo/Contenedor J(USD)	77000
Costo x 14 Und (USD)	1078000

OPEX	
Costo mantenimiento x 14 Und (USD)	70000
Flete de terreno (USD/año)	46573.80
Flete Transporte (USD/contenedor)	13000.00
Costo logísticos muelle (USD/14 contenedores)	10399.52
Costos logísticos 1% (USD)	10780

VALOR RESIDUAL	
Beneficio al decimo año (USD)	539000

INGRESOS	
Margen de distrib. GN (USD/5m3)	0.607359

TASA DE DESCUENTO	
r	0.08

Vida útil (años)	20
------------------	----

Periodo de proyecto (años)	10
----------------------------	----

Capacidad Nominal Contenedor (m3)	45.7
-----------------------------------	------

Capacidad Util Contenedor (m3)	36.47
--------------------------------	-------

Mantenimiento/Contenedor (USD)	5000.00
Flete de terreno (USD/m2)	1.30
Area del terreno (m2)	2559.00

Depreciacion anual (USD/año)	53900
Tasa de depreciación (%)	5.00%

Aunque existen muchos métodos para calcular la depreciación, en los estudios de viabilidad, generalmente se acepta la convención de que es suficiente aplicar el método de depreciación lineal o línea recta, sin valor residual; es decir, supone que se deprecia todo el activo en proporción similar cada año. (Nassir Sapag, 2014) Pag. 242.

El valor de rescate o de salvamento se calcula restando al valor de adquisición la depreciación acumulada hasta ese periodo (Gabriel Baca, 2013) Pag. 190.

$$\text{Depreciación anual} = \frac{\text{Costo del activo} - \text{Valor de salvamento}}{\text{Vida útil (años)}}$$

	km	millas
Distancia (Google maps)	700	377.97
Velocidad de nave	millas/h	24.00
	horas	días
Viaje Pisco-Chimbote	31.50	2.0
	USD/día	USD
Flete transporte	6500.00	13000.00

Densidad del GNL (kg/m3)	450
Carga de GNL (TM)	16.41

Transporte virtual para 700 km (USD/m3)	0.0517206				
Transporte Virtual (USD/km)	Puerto-ED Chimbote (km)	Peru LNG-Pisco (km)	Puerto-ED Chimbote (USD)	Peru LNG-Pisco (USD)	Total
0.000074	10	102	0.0007	0.0075	0.0083 8.2753

			VIAJE IDA (carga llena)		VIAJE VUELTA (carga vacía)	
	Chimbote	San Martín	Chimbote	San Martín	Chimbote	San Martín
I. SERVICIOS A LA NAVE						
Amarre y Desamarre (R) x operación						
Naves de tráfico de cabotaje	80	80	1120	1120	1120	1120
Uso de Amarradero (R) (metro de eslora x hora)						
Naves de tráfico de cabotaje						
Menores <80m eslora (nave/día)	40	40	560	560	560	560
II. SERVICIOS A LA CARGA						
Uso de Muelle (R) x TM						
Carga líquida a Granel	1	1	229.76	229.76		
Por contenedor						
Con carga de 40"	90	90	1260	1260		
Vacío de 40"	25	25			350	350
TOTAL (USD)			3169.76	3169.76	2030.00	2030.00
			10399.52		742.82	
			Para 14 contenedores		Para 1 contenedor	

Temporada	Consumo de GN en el distrito de Chimbote al año 2033									
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Normal (Sm3/día)	55182.98	57942.12	60839.23	63881.19	67075.25	70429.01	73950.46	77647.99	81530.39	85606.91
Pesca (Sm3/día)	101704.61	106789.84	112129.33	117735.79	123622.58	129803.71	136293.90	143108.59	150264.02	165982.02

Usuarios	Consumo de GN en el distrito de Chimbote al año 2033									
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Residencial y comercial (Sm3/día)	20879.98	22595.05	24450.99	26459.37	28632.72	30984.59	33529.63	36283.73	39264.05	42489.16

INGRESOS/BENEFICIOS

Temporada	Consumo de GN en el distrito de Chimbote al año 2033 SIN usuarios Residenciales y Comerciales									
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Normal (Sm3/día)	34303.00	35347.07	36388.24	37421.82	38442.53	39444.42	40420.83	41364.26	42266.34	43117.75
Pesca (Sm3/día)	80824.63	84194.79	87678.34	91276.42	94989.86	98819.12	102764.27	106824.86	110999.97	123492.86

Costo GN (USD/Sm3)	0.607359
Interrupción (días)	5

T. Normal (USD)	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
	104171.18	107341.81	110503.63	113642.40	116742.08	119784.62	122749.77	125614.78	128354.21	130939.77

T. Pesca (USD)	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
	245447.83	255682.32	266261.14	277187.78	288464.73	300093.41	312074.02	324405.20	337084.15	375022.50

FLUJO DE CAJA - T. PESCA

Año	N°	CAPEX (USD)	OPEX (USD)					Ingresos anuales (USD)	Valor residual (USD)	Flujo neto (USD)
		Inversion inicial	Mantenimiento	Transporte Virtual	Zona de acopio	Flete barcaza + Op. Muelle	Costos logísticos			
2023	0	-1,078,000.00	-	-	-	-	-	-	-	-1,078,000.00
2024	1	-	0.00	-	-46,573.80	-23,399.52	-10,780.00	245,447.83	-	164,694.51
2025	2	-	0.00	-	-46,573.80	-23,399.52	-10,780.00	255,682.32	-	174,929.00
2026	3	-	-70,000.00	-0.29	-46,573.80	-23,399.52	-10,780.00	266,261.14	-	115,507.54
2027	4	-	0.00	-0.67	-46,573.80	-23,399.52	-10,780.00	277,187.78	-	196,433.78
2028	5	-	0.00	-1.08	-46,573.80	-23,399.52	-10,780.00	288,464.73	-	207,710.33
2029	6	-	-70,000.00	-1.51	-46,573.80	-23,399.52	-10,780.00	300,093.41	-	149,338.58
2030	7	-	0.00	-1.96	-46,573.80	-23,399.52	-10,780.00	312,074.02	-	231,318.74
2031	8	-	0.00	-2.43	-46,573.80	-23,399.52	-10,780.00	324,405.20	-	243,649.45
2032	9	-	-70,000.00	-2.92	-46,573.80	-23,399.52	-10,780.00	337,084.15	-	186,327.91
2033	10	-	0.00	-4.01	-46,573.80	-23,399.52	-10,780.00	375,022.50	539,000.00	833,265.17
Total (USD)		-1,078,000.00	-210,000.00	-14.87	-465,738.00	-233,995.22	-107,800.00	2,981,723.09	539,000.00	1,425,175.00

VAN - T. PESCA

Año	Nº	C0 & CFn	(1+r)^n	CFn/(1+r)^n
2023	0	-1,078,000.00	1.00	-1,078,000.00
2024	1	164,694.51	1.08	152,494.92
2025	2	174,929.00	1.17	149,973.42
2026	3	115,507.54	1.26	91,693.61
2027	4	196,433.78	1.36	144,384.69
2028	5	207,710.33	1.47	141,364.16
2029	6	149,338.58	1.59	94,108.64
2030	7	231,318.74	1.71	134,972.26
2031	8	243,649.45	1.85	131,636.22
2032	9	186,327.91	2.00	93,210.34
2033	10	833,265.17	2.16	385,963.00

La fórmula es:

$$VAN = -C_0 + \frac{CF_1}{(1+r)} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} + \frac{VR_1}{(1+r)^n}$$

VAN

441,801.26

TIR - T. PESCA

TIR

14.59%

Año	Nº	C0 & CFn	(1+r)^n	CFn/(1+r)^n
2023	0	-1,078,000.00	1.00	-1,078,000.00
2024	1	164,694.51	1.15	143,724.87
2025	2	174,929.00	1.31	133,219.37
2026	3	115,507.54	1.50	76,765.96
2027	4	196,433.78	1.72	113,927.18
2028	5	207,710.33	1.98	105,128.89
2029	6	149,338.58	2.26	65,961.23
2030	7	231,318.74	2.59	89,162.12
2031	8	243,649.45	2.97	81,957.33
2032	9	186,327.91	3.41	54,695.68
2033	10	833,265.17	3.90	213,457.37

$$-C_0 + \frac{CF_1}{(1+TIR)} + \frac{CF_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+TIR)^n} = 0$$

VAN

0.00

ROI - T. PESCA

ROI

132.21%

PAYBACK - T. PESCA

Año	N°	CFn	(1+r)^n	CFn/(1+r)^n	Flujo Acumulado
2024	1	164,694.51	1.08	152,494.92	152,494.92
2025	2	174,929.00	1.17	149,973.42	302,468.34
2026	3	115,507.54	1.26	91,693.61	394,161.94
2027	4	196,433.78	1.36	144,384.69	538,546.64
2028	5	207,710.33	1.47	141,364.16	679,910.80
2029	6	149,338.58	1.59	94,108.64	774,019.43
2030	7	231,318.74	1.71	134,972.26	908,991.70
2031	8	243,649.45	1.85	131,636.22	1,040,627.91
2032	9	186,327.91	2.00	93,210.34	1,133,838.26
2033	10	833,265.17	2.16	385,963.00	1,519,801.26

PAYBACK
8.40

$$y = y_0 + \frac{(y_1 - y_0)}{(x_1 - x_0)} \cdot (x - x_0)$$

$$x = x_0 + \frac{(\text{inversión} - y_0)}{y_1 - y_0} \cdot (x_1 - x_0)$$

Apéndice D: Evaluación económica para la implementación de contenedores ISO de GNL mediante transporte terrestre en condiciones normales.

Evaluación del VAN / TIR / ROI - TRANSPORTE TERRESTRE

N° contenedores	14	Vida útil (años)	20
-----------------	----	------------------	----

CAPEX	
Costo/Contenedor J(USD)	77000
Costo x 14 Und (USD)	1078000

Periodo de proyecto (años)	10
----------------------------	----

OPEX	
Costo mantenimiento x 14 Und (USD)	70000
Flete de terreno (USD/año)	46573.8
Transporte virtual (USD/m3)	0.0517206
Costos logísticos 1% (USD)	10780

Mantenimiento/Contenedor (USD)	5000.00
Flete de terreno (USD/m2)	1.30
Area del terreno (m2)	2559.00

VALOR RESIDUAL	
Beneficio al decimo año (USD)	539000

Depreciacion anual (USD/año)	53900
Tasa de depreciacion (%)	5.00%

$$\text{Depreciación anual} = \frac{\text{Costo del activo} - \text{Valor de salvamento}}{\text{Vida útil (años)}}$$

Aunque existen muchos métodos para calcular la depreciación, en los estudios de viabilidad, generalmente se acepta la convención de que es suficiente aplicar el método de depreciación lineal o línea recta, sin valor residual; es decir, supone que se deprecia todo el activo en proporción similar cada año. (Nassir Sapag, 2014) Pag. 242.

El valor de rescate o de salvamento se calcula restando al valor de adquisición la depreciación acumulada hasta ese periodo (Gabriel Baca, 2013) Pag. 190.

INGRESOS	
Margen de distrib. GN (USD/Sm3)	0.607359

TASA DE DESCUENTO	
r	0.08

Temporada	Consumo de GN en el distrito de Chimbote al año 2033									
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Normal (Sm3/día)	55182.98	57942.12	60839.23	63881.19	67075.25	70429.01	73950.46	77647.99	81530.39	85606.91
Pesca (Sm3/día)	101704.61	106789.84	112129.33	117735.79	123622.58	129803.71	136293.90	143108.59	150264.02	165982.02

Usuarios	Consumo de GN en el distrito de Chimbote al año 2033									
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Residencial y comercial (Sm3/día)	20879.98	22595.05	24450.99	26459.37	28632.72	30984.59	33529.63	36283.73	39264.05	42489.16

INGRESOS/BENEFICIOS

Periodo	Meses	Días
Temporada normal	6	180
Temporada de pesca	6	180

Temporada	Consumo de GN en el distrito de Chimbote en temporada de pesca									
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
T. Pesca (Sm3) para 180 días	18306829.80	19222171.20	20183279.40	21192442.20	22252064.40	23364667.80	24532902.00	25759546.20	27047523.60	29876763.60
Total GN por año (Sm3)	18306829.80	19222171.20	20183279.40	21192442.20	22252064.40	23364667.80	24532902.00	25759546.20	27047523.60	29876763.60
Total GNL por año (m3)	30511.38	32036.95	33638.80	35320.74	37086.77	38941.11	40888.17	42932.58	45079.21	49794.61

Costo GN (USD/Sm3)	0.607359
--------------------	----------

INGRESOS		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Temporada de Pesca (USD)		11118817.84	11674758.68	12258496.39	12871420.50	13514991.58	14190741.27	14900278.83	15645292.22	16427556.89	18145921.26

FLUJO DE CAJA

Año	N°	CAPEX (USD)	OPEX (USD)				Ingresos anuales (USD)	Valor residual (USD)	Flujo neto (USD)
		Inversion inicial	Mantenimiento	Transporte Virtual	Zona de acopio	Costos logísticos			
2023	0	-1,078,000.00	-	-	-	-	-	-	-1,078,000.00
2024	1	-	0.00	-1,578.07	-46,573.80	-10,780.00	11,118,817.84	-	11,059,885.97
2025	2	-	0.00	-1,656.97	-46,573.80	-10,780.00	11,674,758.68	-	11,615,747.91
2026	3	-	-70,000.00	-1,739.82	-46,573.80	-10,780.00	12,258,496.39	-	12,129,402.77
2027	4	-	0.00	-1,826.81	-46,573.80	-10,780.00	12,871,420.50	-	12,812,239.89
2028	5	-	0.00	-1,918.15	-46,573.80	-10,780.00	13,514,991.58	-	13,455,719.63
2029	6	-	-70,000.00	-2,014.06	-46,573.80	-10,780.00	14,190,741.27	-	14,061,373.41
2030	7	-	0.00	-2,114.76	-46,573.80	-10,780.00	14,900,278.83	-	14,840,810.27
2031	8	-	0.00	-2,220.50	-46,573.80	-10,780.00	15,645,292.22	-	15,585,717.92
2032	9	-	-70,000.00	-2,331.52	-46,573.80	-10,780.00	16,427,556.89	-	16,297,871.56
2033	10	-	0.00	-2,575.41	-46,573.80	-10,780.00	18,145,921.26	539,000.00	18,624,992.06
Total (USD)		-1,078,000.00	-210,000.00	-19,976.06	-465,738.00	-107,800.00	140,748,275.46	539,000.00	139,405,761.40

VAN - T. PESCA

Año	N°	C0 & CFn	(1+r)^n	CFn/(1+r)^n
2023	0	-1,078,000.00	1.00	-1,078,000.00
2024	1	11,059,885.97	1.08	10,240,635.16
2025	2	11,615,747.91	1.17	9,958,631.61
2026	3	12,129,402.77	1.26	9,628,710.99
2027	4	12,812,239.89	1.36	9,417,378.80
2028	5	13,455,719.63	1.47	9,157,736.69
2029	6	14,061,373.41	1.59	8,861,050.44
2030	7	14,840,810.27	1.71	8,659,470.25
2031	8	15,585,717.92	1.85	8,420,478.44
2032	9	16,297,871.56	2.00	8,152,993.42
2033	10	18,624,992.06	2.16	8,626,975.04

La fórmula es:

$$VAN = -C_0 + \frac{CF_1}{(1+r)} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} + \frac{VR_1}{(1+r)^n}$$

VAN
90,046,060.81

TIR - T. PESCA

TIR
1030.94%

Año	N°	C0 & CFn	(1+r)^n	CFn/(1+r)^n
2023	0	-1,078,000.00	1.00	-1,078,000.00
2024	1	11,059,885.97	11.31	977,934.73
2025	2	11,615,747.91	127.90	90,816.68
2026	3	12,129,402.77	1446.51	8,385.27
2027	4	12,812,239.89	16359.24	783.18
2028	5	13,455,719.63	185013.70	72.73
2029	6	14,061,373.41	2092399.84	6.72
2030	7	14,840,810.27	23663853.00	0.63
2031	8	15,585,717.92	267624727.83	0.06
2032	9	16,297,871.56	3026683564.53	0.01
2033	10	18,624,992.06	34230070868.78	0.00

$$-C_0 + \frac{CF_1}{(1+TIR)} + \frac{CF_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+TIR)^n} = 0$$

VAN
0.00

ROI - T. PESCA

ROI
12931.89%

PAYBACK - T. PESCA

Año	Nº	CFn	(1+r)^n	CFn/(1+r)^n	Flujo Acumulado
2024	1	11,059,885.97	1.08	10,240,635.16	10,240,635.16
2025	2	11,615,747.91	1.17	9,958,631.61	20,199,266.77
2026	3	12,129,402.77	1.26	9,628,710.99	29,827,977.76
2027	4	12,812,239.89	1.36	9,417,378.80	39,245,356.56
2028	5	13,455,719.63	1.47	9,157,736.69	48,403,093.24
2029	6	14,061,373.41	1.59	8,861,050.44	57,264,143.68
2030	7	14,840,810.27	1.71	8,659,470.25	65,923,613.93
2031	8	15,585,717.92	1.85	8,420,478.44	74,344,092.36
2032	9	16,297,871.56	2.00	8,152,993.42	82,497,085.78
2033	10	18,624,992.06	2.16	8,626,975.04	91,124,060.81

PAYBACK
0.11

$$y = y_0 + \frac{(y_1 - y_0)}{(x_1 - x_0)} \cdot (x - x_0)$$

$$x = x_0 + \frac{(\text{inversión} - y_0)}{y_1 - y_0} \cdot (x_1 - x_0)$$

Apéndice E: Volumen de GNL requerido para una interrupción de 5 días y evaluación de indicadores económicos del transporte terrestre y marítimo en un escenario base.

Año	Contenedores para una interrupcion de 5 dias					
	Temporada normal		Temporada de pesca		Residencial y comercial	
	Volumen requerido GNL (m3)	Contenedor 40 ft (und)	Volumen requerido GNL (m3)	Contenedor 40 ft (und)	Volumen requerido GNL (m3)	Contenedor 40 ft (und)
2024	-	-	-	-	-	-
2025	-	-	-	-	-	-
2026	-	-	-	-	-	-
2027	-	-	33.53	1	-	-
2028	-	-	68.52	2	-	-
2029	-	-	104.83	3	-	-
2030	-	-	142.49	4	-	-
2031	-	-	181.56	5	-	-
2032	-	-	222.09	7	-	-
2033	-	-	326.63	9	-	-

Volumen de GNL para 3 dias calendario de acuerdo con el Artículo 133A - Autonomia de la ED Chimbote						
Año	Temporada normal			Temporada de pesca		
	GNL diario (m3)	GNL 3 dias (m3)	Contenedor 40 ft (und)	GNL diario (m3)	GNL 3 dias (m3)	Contenedor 40 ft (und)
2024	90.87	273.39	-	167.22	503.12	-
2025	94.26	283.61	-	173.47	521.93	-
2026	97.79	294.21	-	179.96	541.44	-
2027	101.44	305.21	-	186.69	561.68	-
2028	105.24	316.62	-	193.67	582.68	-
2029	109.17	328.46	-	200.91	604.46	-
2030	113.25	340.74	-	208.42	627.06	-
2031	117.48	353.47	-	216.21	650.50	-
2032	121.88	366.69	-	224.29	674.82	-
2033	126.43	380.39	-	245.14	737.54	-

RESUMEN ACUMULADO - TRANSPORTE MARÍTIMO

Indicador	Temporada de pesca
Inversión inicial (USD)	-693,000.00
Flujo de caja neto total (USD)	1,661,775.24
VAN (USD)	789,053.07
TIR (%)	26.10%
ROI (%)	239.79%
Payback (años)	4.62

RESUMEN ACUMULADO - TRANSPORTE TERRESTRE

Indicador	Temporada de pesca
Inversión inicial (USD)	-693,000.00
Flujo de caja neto total (USD)	130,055,744.29
VAN (USD)	84,802,063.15
TIR (%)	1581.00%
ROI (%)	18767.06%
Payback (años)	0.07

Apéndice E: Volumen de GNL requerido para una interrupción de 5 días y evaluación de indicadores económicos del transporte terrestre y marítimo en un escenario pesimista.

Año	Contenedores para una interrupción de 5 días					
	Temporada normal		Temporada de pesca		Residencial y comercial	
	Volumen requerido GNL (m3)	Contenedor 40 ft (und)	Volumen requerido GNL (m3)	Contenedor 40 ft (und)	Volumen requerido GNL (m3)	Contenedor 40 ft (und)
2024	-	-	-	-	-	-
2025	-	-	-	-	-	-
2026	-	-	-	-	-	-
2027	-	-	-	-	-	-
2028	-	-	9.53	1	-	-
2029	-	-	32.12	1	-	-
2030	-	-	55.27	2	-	-
2031	-	-	78.99	3	-	-
2032	-	-	103.30	3	-	-
2033	-	-	185.05	6	-	-

Año	Volumen de GNL para 3 días calendario de acuerdo con el Artículo 133A - Autonomía de la ED Chimbote					
	Temporada normal			Temporada de pesca		
	GNL diario (m3)	GNL 3 días (m3)	Contenedor 40 ft (und)	GNL diario (m3)	GNL 3 días (m3)	Contenedor 40 ft (und)
2024	89.76	270.06	-	164.94	496.27	-
2025	91.98	276.75	-	169.03	508.56	-
2026	94.26	283.61	-	173.21	521.15	-
2027	96.60	290.63	-	177.50	534.06	-
2028	98.99	297.83	-	181.90	547.28	-
2029	101.44	305.21	-	186.41	560.84	-
2030	103.95	312.76	-	191.02	574.73	-
2031	106.53	320.51	-	195.75	588.96	-
2032	109.17	328.45	-	200.60	603.55	-
2033	111.87	336.58	-	216.90	652.59	-

RESUMEN ACUMULADO - TRANSPORTE MARÍTIMO

Indicador	Temporada de pesca
Inversión inicial (USD)	-462,000.00
Flujo de caja neto total (USD)	1,714,775.28
VAN (USD)	944,716.83
TIR (%)	40.94%
ROI (%)	371.16%
Payback (años)	2.83

RESUMEN ACUMULADO - TRANSPORTE TERRESTRE

Indicador	Temporada de pesca
Inversión inicial (USD)	-462,000.00
Flujo de caja neto total (USD)	121,243,569.74
VAN (USD)	79,759,161.13
TIR (%)	2338.69%
ROI (%)	26243.20%
Payback (años)	0.05

ANEXOS

1. **Anexo 1:** SAIP – Evolución histórica de la demanda de gas natural en la Concesión Norte.
2. **Anexo 2:** SAIP – Características y especificaciones técnicas de la Estación de Distrito de Chimbote.
3. **Anexo 3:** Identificación y rotulado de contenedores ISO UN T75.
4. **Anexo 4:** Cotización referencial de contenedores ISO UN T75.
5. **Anexo 5:** Especificaciones técnicas del contenedor ISO UN T75 de 40 ft.

Anexo 1: SAIP – Evolución histórica de la demanda de gas natural en la Concesión Norte.



INFORME GSE/DSR-351-2024

Otros Destinatarios
C/c:

Miraflores, **22 de febrero del 2024** Expediente **202400039524**

A : Funcionario Responsable de atender el SAIP (FRAI)
De : División de Supervisión Regional
Especialista de Masificación de Gas Natural.
Asunto : Solicitud de Acceso a la Información Pública
Referencia : SAIP - Formato de registro N° 202400039524 del 19.02.2024

I. ANTECEDENTE

Mediante el documento de la referencia, el usuario JHIWSELL JORDANS CACERES QUISPE, identificado con DNI N° 47456397, solicitó la siguiente información:

1. *Demanda histórica de gas natural de la Concesión Norte (m3) a diciembre 2023, por departamentos y categorías tarifarias (Desde la POC).*
2. *Demanda histórica de gas natural del distrito de Chimbote (m3) a diciembre 2023, por categorías tarifarias (Desde la POC)*
3. *Número de clientes habilitados y kilómetros de redes a diciembre 2023 del distrito de Chimbote (Desde la POC).*

II. ANÁLISIS

Dentro de los derechos mencionados en el artículo 2° de la Constitución Política del Perú, se encuentra el derecho de todo ciudadano a solicitar sin expresión de causa la información que requiera y a recibirla de cualquier entidad pública, en el plazo legal, y con el costo que suponga el pedido, con la única excepción de aquella que afecte a la intimidad personal y la que expresamente se excluya por ley o por seguridad nacional.

Al respecto, el artículo 10 del Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 021-2019-EM¹, precisa que las entidades de la Administración Pública están obligadas a proveer la información requerida si se refiere a la contenida en documentos escritos, fotografías, grabaciones, soporte magnético o digital, o en cualquier otro formato, siempre que haya sido creada u obtenida por ella o que se encuentre en su posesión o bajo su control.

¹ Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 021-2019-PCM

"Artículo 10.- Información de acceso público

Las entidades de la Administración Pública tienen la obligación de proveer la información requerida si se refiere a la contenida en documentos escritos, fotografías, grabaciones, soporte magnético o digital, o en cualquier otro formato, siempre que haya sido creada u obtenida por ella o que se encuentre en su posesión o bajo su control.

Asimismo, para los efectos de esta Ley, se considera como información pública cualquier tipo de documentación financiada por el presupuesto público que sirva de base a una decisión de naturaleza administrativa, así como las actas de reuniones oficiales".

De otro lado, el artículo 13 del referido texto normativo² señala que la solicitud de información no implica la obligación de las entidades de la Administración Pública de crear o producir información con la que no cuente o no tenga obligación de contar al momento de efectuarse el pedido; siendo que, en tales casos, deberá comunicarse por escrito que la denegatoria de la solicitud se debe a la inexistencia de datos en su poder respecto de la información solicitada. Asimismo, el mencionado artículo precisa que esta Ley no faculta que los solicitantes exijan a las entidades que efectúen evaluaciones o análisis de la información que posean.

En el presente caso, con fecha 19 de febrero de 2024 el usuario JHIWSELL JORDANS CACERES QUISPE solicita la siguiente información:

1. *Demanda histórica de gas natural de la Concesión Norte (m3) a diciembre 2023, por departamentos y categorías tarifarias (Desde la POC).*
2. *Demanda histórica de gas natural del distrito de Chimbote (m3) a diciembre 2023, por categorías tarifarias (Desde la POC)*
3. *Número de clientes habilitados y kilómetros de redes a diciembre 2023 del distrito de Chimbote (Desde la POC).*

Al respecto, con relación al punto 1 de la Solicitud de Acceso a la Información Pública, se remite la información solicitada conforme al Anexo 1 del presente informe, tener en cuenta que se dispone con información solo por categorías de manera total y no por departamentos, la misma que es reportada por el concesionario en su portal web, link: https://quavii.pe/descargas-norte?id_cat=13

Con relación al punto 2 de la Solicitud de Acceso a la Información Pública, se remite la información solicitada conforme al Anexo 2 del presente informe, tener en cuenta que se dispone con información de demanda de manera total y no por categorías, la misma que es reportada por el concesionario en su portal web, link: https://quavii.pe/descargas-norte?id_cat=12

Con relación al punto 3 de la Solicitud de Acceso a la Información Pública, se remite la información solicitada conforme al Anexo 3 del presente informe.

Cabe precisar que la información contenida en los Anexos 1, 2 y 3 del presente informe, es de carácter referencial, la cual es actualizada con la información reportada por la empresa concesionaria de distribución de gas natural "Gases del Pacífico SAC". Osinermin como entidad del Estado está obligada a brindar la información pública que posee.

Atentamente,

Firmado Digitalmente
 por: SANTOYO
 ROBLES Hilda Yamilett
 FAU 20376082114 soft
 Fecha: 22/02/2024
 20:39:54

Yamilett Santoyo Robles

Especialista de Masificación de Gas Natural – Sector Norte (e)
 Poseedor de la Información Pública (PIP)

² **Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 021-2019-PCM**

"Artículo 13.- Denegatoria de acceso

(...)

La solicitud de información no implica la obligación de las entidades de la Administración Pública de crear o producir información con la que no cuente o no tenga obligación de contar al momento de efectuarse el pedido. En este caso, la entidad de la Administración Pública deberá comunicar por escrito que la denegatoria de la solicitud se debe a la inexistencia de datos en su poder respecto de la información solicitada.

Esta Ley no faculta que los solicitantes exijan a las entidades que efectúen evaluaciones o análisis de la información que posean. No califica en esta limitación el procesamiento de datos preexistentes de acuerdo con lo que establezcan las normas reglamentarias, salvo que ello implique recolectar o generar nuevos datos".

Anexo 2: SAIP – Características y especificaciones técnicas de la Estación de Distrito de Chimbote.



INFORME GSE/DSR-360-2024

Otros Destinatarios
C/c:

Miraflores, **26 de febrero del 2024** Expediente **202400039533**

A : Funcionario Responsable de atender el SAIP (FRAI)
De : División de Supervisión Regional
Especialista Senior en Supervisión Regional
Asunto : Solicitud de Acceso a la Información Pública
Referencia : SAIP - Formato de registro N° 202400039533 del 19.02.2024

I. ANTECEDENTE

Mediante el documento de la referencia, el ciudadano JOSE GABRIEL ALAGON VARGAS, identificado con DNI N° 71006813, solicitó el acceso a la siguiente información de la Estación de Distrito de Chimbote (Quavii):

1. Capacidad de almacenamiento (m3)
2. Número de vaporizadores ambientales y capacidad de regasificación.
3. Número de camiones cisterna que llegan a la estación durante una semana.
4. Capacidad de transporte de GNL (m3) de cada camión.
5. Condiciones de trabajo de la Estación (Presión, temperatura)
6. Flujo máximo y promedio de GN despachado a las redes de distribución durante el año y las temporadas de pesca.
7. Cantidad de odorante suministrado a la red de distribución.
8. Diagrama de flujo de la Estación de Distrito de Chimbote.
9. Fotografías de la Estación de Distrito.

II. ANÁLISIS

Dentro de los derechos mencionados en el artículo 2° de la Constitución Política del Perú, se encuentra el derecho de todo ciudadano a solicitar sin expresión de causa la información que requiera y a recibirla de cualquier entidad pública, en el plazo legal, y con el costo que suponga el pedido, con la única excepción de aquella que afecte a la intimidad personal y la que expresamente se excluya por ley o por seguridad nacional.

Al respecto, el artículo 10 del Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 021-2019-EM¹, precisa que las entidades

¹ Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 021-2019-PCM

"Artículo 10.- Información de acceso público

Las entidades de la Administración Pública tienen la obligación de proveer la información requerida si se refiere a la contenida en documentos escritos, fotografías, grabaciones, soporte magnético o digital, o en cualquier otro formato, siempre que haya sido creada u obtenida por ella o que se encuentre en su posesión o bajo su control. Asimismo, para los efectos de esta Ley, se considera como información pública cualquier tipo de documentación financiada por el presupuesto público que sirva de base a una decisión de naturaleza administrativa, así como las actas de reuniones oficiales"

de la Administración Pública están obligadas a proveer la información requerida si se refiere a la contenida en documentos escritos, fotografías, grabaciones, soporte magnético o digital, o en cualquier otro formato, siempre que haya sido creada u obtenida por ella o que se encuentre en su posesión o bajo su control.

De otro lado, el artículo 13 del referido texto normativo² señala que la solicitud de información no implica la obligación de las entidades de la Administración Pública de crear o producir información con la que no cuente o no tenga obligación de contar al momento de efectuarse el pedido; siendo que, en tales casos, deberá comunicarse por escrito que la denegatoria de la solicitud se debe a la inexistencia de datos en su poder respecto de la información solicitada. Asimismo, el mencionado artículo precisa que esta Ley no faculta que los solicitantes exijan a las entidades que efectúen evaluaciones o análisis de la información que posean.

En el presente caso, con fecha 19 de febrero de 2024 se solicitó, entre otros la siguiente información:

1. *Capacidad de almacenamiento (m3), número de tanques.*
2. *Número de vaporizadores ambientales y capacidad de regasificación.*
3. *Número de camiones cisterna que llegan a la Estación durante la semana.*
4. *Capacidad de transporte de GNL (m3) de cada camión.*
5. *Condiciones de trabajo de la Estación (Presión, temperatura)*
6. *Flujo máximo y promedio de GN despachado a las redes de distribución durante el año y las temporadas de pesca.*
7. *Cantidad de odorante suministrado a la red de distribución.*
8. *Diagrama de flujo de la Estación de Distrito de Chimbote.*
9. *Fotografías de la Estación de Distrito.*

Al respecto, con relación al punto 1 de la Solicitud de Acceso a la Información Pública, sobre *Capacidad de almacenamiento (m3) y número de tanques*; se indica lo siguiente:

- Capacidad de almacenamiento (m3): **1 000 m³ GNL**
- Número de tanques: **05 tanques de 200 m³ cada uno**

Con relación al punto 2, sobre *Número de vaporizadores ambientales y capacidad de regasificación*; se indica lo siguiente:

- Número de vaporizadores ambientales: **08.**
- Capacidad de regasificación: **3 900 Nm³/h. cada uno**

Con relación al punto 3, sobre *Número de camiones cisterna que llegan a la Estación durante la semana*; se indica lo siguiente:

- Camiones cisterna del GNL que llegan a la Estación durante la semana: **06.**

Con relación al punto 4, sobre *Capacidad de transporte de GNL (m3) de cada camión*; se indica lo siguiente:

² **Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 021-2019-PCM**

Artículo 13.- Denegatoria de acceso

(...)

La solicitud de información no implica la obligación de las entidades de la Administración Pública de crear o producir información con la que no cuente o no tenga obligación de contar al momento de efectuarse el pedido. En este caso, la entidad de la Administración Pública deberá comunicar por escrito que la denegatoria de la solicitud se debe a la inexistencia de datos en su poder respecto de la información solicitada.

Esta Ley no faculta que los solicitantes exijan a las entidades que efectúen evaluaciones o análisis de la información que posean. No califica en esta limitación el procesamiento de datos preexistentes de acuerdo con lo que establezcan las normas reglamentarias, salvo que ello implique recolectar o generar nuevos datos”.

- Capacidad de transporte de GNL (m³) de camión cisterna: **48 m³ útil de GNL**

Con relación al punto 5, sobre *Condiciones de trabajo de la Estación (Presión, temperatura)*; se indica lo siguiente:

ERM'S	Condiciones Operativas			
	Presión Entrada a la ERM (Bar)	Presión Salida de la ERM (Bar)	Temperatura del gas natural de Entrada a la ERM (°C)	Temperatura del gas natural de Salida ERM (°C)
ERM - 4 Bar	5.95	3.96	22.50	22.67
ERM - 6 Bar	8.26	5.95	22.50	21.70
ERM - 6 Bar (Ramal Nuevo)	8.21	5.68	22.50	21.44

Nota: Estas condiciones operativas son en promedio.

Con relación al punto 6, sobre *Flujo máximo y promedio de GN despachado a las redes de distribución durante el año y las temporadas de pesca*; se indica lo siguiente:

Año 2023		Periodo pesca 19/10/23 al 04/02/24	
Flujo máximo	Flujo promedio	Flujo máximo	Flujo promedio
26 279.83 (m ³ /h)	4 851.18 (m ³ /h)	26 279.83 (m ³ /h)	6 031.05 (m ³ /h)
Año 2022		Periodo pesca 22/11/22 al 28/01/23	
Flujo máximo	Flujo promedio	Flujo máximo	Flujo promedio
10 389.43 (m ³ /h)	4 630.20 (m ³ /h)	10 389.43 (m ³ /h)	5 967.84 (m ³ /h)
		Periodo pesca 09/05/22 al 23/07/22	
		Flujo máximo	Flujo promedio
		9 332.33 (m ³ /h)	5 644.68 (m ³ /h)
Año 2021		Periodo pesca 14/11/21 al 07/01/22	
Flujo máximo	Flujo promedio	Flujo máximo	Flujo promedio
14 280.52 (m ³ /h)	4 177.82 (m ³ /h)	14 280.52 (m ³ /h)	6 420.66 (m ³ /h)
		Periodo pesca 04/06/21 al 13/07/21	
		Flujo máximo	Flujo promedio
		7 278.02 (m ³ /h)	6 106.14 (m ³ /h)

Con relación al punto 7, sobre *Cantidad de odorante suministrado a la red de distribución*; se indica lo siguiente:

- Cantidad de odorante suministrado por unidad de gas natural: **18.5 µL/m³**

Con relación al punto 8, sobre *Diagrama de flujo de la Estación de Distrito de Chimbote* se remite la información adjunta (Anexo 1) al presente informe.

Con relación al punto 9, sobre *Fotografías de la Estación de Distrito*; se indica lo siguiente: Por temas de seguridad, está prohibido ingresar a la Estación de Distrito con cámara fotográficas, celular, entre otros, por lo que no se cuenta con registros fotográficos de la Estación de Distrito.



Atentamente,

GONZALO DE LAMA CASTILLO

Firmado Digitalmente
por: DE LAMA
CASTILLO Gonzalo
FAU 20376082114 hard
Fecha: 26/02/2024
11:16:13

Gonzalo De Lama Castillo

Especialista de Masificación de Gas Natural Sector Norte

División de Supervisión Regional

Poseedor de la Información Pública (PIP)

Anexo 3: Identificación y rotulado de contenedores ISO UN T75.

Copyright © Naciones Unidas, 2021. Quedan reservados todos los derechos.

Figura 6.7.4.15.1: Ejemplo de una placa de marcado

Número de matrícula del propietario					
INFORMACIÓN SOBRE LA FABRICACIÓN					
País de fabricación					
Año de fabricación					
Fabricante					
Número de serie del fabricante					
INFORMACIÓN SOBRE LA APROBACIÓN					
	País de aprobación				
	Organismo autorizado para la aprobación del diseño				
	Número de aprobación del diseño			"AA" (si procede)	
Código de diseño del depósito (código para recipientes a presión)					
PRESIONES					
PSMA				bar o kPa	
Presión de ensayo				bar o kPa	
Fecha del ensayo de presión inicial:		(mm/aaaa)	Sello del testigo:		
TEMPERATURAS					
Temperatura mínima de cálculo				°C	
MATERIALES					
Material(es) del depósito y referencia(s) de la norma o normas de los materiales					
Espesor equivalente en acero de referencia				mm	
CAPACIDAD					
Capacidad en agua de la cisterna a 20 °C				litros	
 AISLAMIENTO					
"Aislamiento térmico" o "aislamiento por vacío" (según proceda)					
Absorción de calor				W	
TIEMPOS DE RETENCIÓN					
Gas(es) licuados(s) refrigerado(s) autorizado(s)		Tiempo de retención de referencia	Presión inicial	Grado de llenado	
		días u horas	bar o kPa	kg	
INSPECCIONES/ENSAYOS PERIÓDICOS					
Tipo de ensayo	Fecha del ensayo	Sello del testigo	Tipo de ensayo	Fecha del ensayo	Sello del testigo
	(mm/aaaa)			(mm/aaaa)	



LONG TENG GROUP
LongTeng Industrial Co., Limited
Tianjin LongTeng Steel Structure Co., Limited
Tianjin LongTeng International Trade Co., Limited

To: JoseGabriel AlagonVargas

Quote No.#: LT24 - Eve - 096
Quote Date:June 13th, 2024
Validity Date:10 days

From: Evelyn Deng

Quotation Sheet

No.	Description		Quantity	Unit Price(USD)	Total (USD)
1		T75 UN Portable 20ft LNG ISO Tank Container 6058 x 2438 x 2591mm	1	52,000.00	52,000.00
2		T75 UN Portable 40ft LNG ISO Tank Container 12192 x 2438 x 2591mm	1	77,000.00	77,000.00
FOB Shanghai, China				Total Amount (USD):	129,000.00

Remarks:

1. Production date: About 3 months after orders confirmed
2. Payment: 50% T/T in advance, the balance is paid before shipment.
3. Price validity & Production Date validity: Till June 23rd, 2024,



Anexo 5: Especificaciones técnicas del contenedor ISO UN T75 de 40 ft.

Longteng Industrial Co., Ltd.

Page 1 of 6

TECHNICAL SPECIFICATION

DESCRIPTION	45,700 Liters T75 UN Portable Tank
-------------	------------------------------------

1.0 Technical Characteristics 技术参数

Tank design code 罐箱设计规范:	ASME Section VIII DIV 1 + IMDG/ADR/RID TIR/ CSC/ UIC/ TC/ US DOT(CFR49)
Type 型号:	T75 UN Portable Tank
Framework 框架:	ISO 1496-3
Size and type code 尺寸与箱型:	42K7 (ISO 668-1AA)

1.20 Nominal Capacity 公称容积 45,700 L**1.30 Tank Mass & Frame Dimensions 罐箱重量及框架尺寸**

MPGM 最大允许的营运总质量:	36000	kg
Tare Mass 自重:	11700	kg
Frame Length 框架长:	12192	mm
Frame Width 框架宽:	2438	mm
Frame Height 框架高:	2591	mm

1.40 Pressure & Temperature Rating 压力、温度**Inner Vessel 内容器**

Design Temperature 设计温度:	+50	°C
MDMT 最低设计金属温度:	-196	°C
MAWP 最大允许工作压力:	0.80	MPa
Test Pressure 试验压力:	1.17	MPa
Leakage Test Pressure 气密性试验压力:	0.72	MPa

Outer Jacket 外壳

Ambient Temp Range 温度范围:	+50	°C
MDMT 最低设计金属温度:	-40	°C
Design Pressure 设计压力:	-0.103	MPa

1.50 Main Material Of Construction 结构主体材料

Framework 框架:	Q355D (GB/T1591)
Inner Vessel 内容器:	SA-240M 304 (ASME Section II PART A)
Outer Jacket 外壳:	Q345R (GB/T 713)

1.60 NDE (Non Destructive Examination) 无损检测

Visual examination 目视检查:	Shall be carried out on all welding seams 所有焊缝
Inner Vessel 内容器:	Fully 100% RT for All A long & B circ butt joints. A、B类焊缝均做100% RT 检测 100% PT for All welds including A long & B circ butt joints, support-pad welds, Nozzle to vessel welds. 所有A、B类焊缝、支撑垫板焊缝、接管焊缝均做100% PT 检测
Outer Jacket 外壳:	100% RT for A long butt joints of head, 20% RT for A long. & B circ. butt joints of shell. 封头上A类焊缝做 100% RT 检测, 筒体上 A、B 类焊缝做 20% RT 检测 100% MT or PT for A long butt joints of head, final B circ butt joints of shell to head, All pad welds attached to tank 封头上A类焊缝、筒体与封头终环缝、罐体上垫板缝均做100% MT 或 PT 检测

1.70 Post-Weld Heat Treatment 热处理 Not Required 不要求**1.80 Insulation 绝热**

Type Of Insulation 绝热形式:	High Vacuum Multi-layer Insulation 高真空多层绝热
Insulation Material 绝热材料:	Aluminium Foil 铝箔纸
Seal-off Vacuum Degree 封结真空度:	≤ 0.06 (pa)
Leak and outgassing rate 夹层漏放气速率:	5×10^{-7} (pa · m ³ /s)
Static evaporation rate 静态蒸发率:	LIN ≤ 0.29 (%/d)

2.00 Finishing 完工

2.10 Inner Vessel 内容器

Internal Surface: Pickling and Degreased 内表面: 酸洗、脱脂处理

External Surface: Pickling and Degreased 外表面: 酸洗、脱脂处理

Baffles 防冲板

No less than five sets of surge battles shall be installed 安装不少于五道防冲板

2.20 Outer Jacket 外壳

Internal Surface: Shot-blasted to SA 2¹/₂ 内表面: 喷丸至SA2¹/₂级

External Surface: Shot-blasted to SA 2¹/₂ 外表面: 喷丸至SA2¹/₂级

2.30 Leakage Test and Nitrogen Purge 泄漏试验及置换

After cleaning all valves, blind flanges, caps and connected pipes, a leakage test shall be performed at 0.72 MPa by using clean and dry air. The tank shall be delivered in a Nitrogen purged condition. the pressure shall be kept at least 0.05 MPa.

清洗所有阀门、盲法兰、盖子和连接管后,用干净和干燥的空气在0.72 MPa压力下进行泄漏试验。罐箱出厂前用干燥洁净的氮气予以置换,维持0.05MPa正压封存待出厂

2.40 Painting 油漆

The carbon steel frame components and the exterior of the tank are shot-blasted to SA 2¹/₂ and

The total thickness of painting film shall not be less than 120 micron min DFT.

碳钢框架部分与罐体外表面先喷丸至 SA 2¹/₂, 油漆总漆膜≥120微米DFT.

Frame default color: white: 框架默认颜色: 白色

Tank default color: white: 罐体默认颜色: 白色

Remark: The painting film thickness and color can be selected by customers, 注: 油漆颜色和膜厚可由客户指定

2.50 Document Holder 文件筒

1 PVC document holder is provided. The holder is water-resistant and fitted on the end of frame.

提供一个PVC防水型文件筒,并固定在框架端部

2.60 Data plates 数据牌

One sets of stainless steel data plates per tank as per IMDG Code requirements.

每台罐箱按IMDG规范要求提供一副不锈钢数据牌

3.00 Cabinet 阀门箱

Material 材质:	Stainless steel 304 304不锈钢
Type 样式:	Side valve cabinet, and house the valves and instrumentations in the valve cabinet .侧边式阀门箱, 将阀门、仪表等置于阀门箱内

3.10 Pipeing & Valve 管路及阀门

Piping Material 管路材质:	Stainless steel 304 304不锈钢
Main Valve Type 主要阀门类型:	Global valve 截止阀
Valve Brand 阀门品牌:	local or international brand valves 国产或进口优质阀门

3.20 Instrumentations 仪表**Liquid Level Gauge 液位计**

Grade 等级:	PN40 Bar
Quantity 数量:	One
Type 样式:	Differential Pressure indicator type with 6" dial, 0~2m H ₂ O 差压式带6英寸表盘, 0~2米水柱量程

Pressure Gauge 压力表

Accuracy grade 精度等级:	Grade 1.6
Quantity 数量:	One
Range of measure 量程:	0~1.6 MPa with 4" dial 4英寸表盘, 0~1.6MPa量程
Shutting off valves are installed in front of the LLG and pressure gauge for cutting off the pressure source during maintenance or inspection 液位计、压力表前装有截止阀供维修或检查时切断压力源	

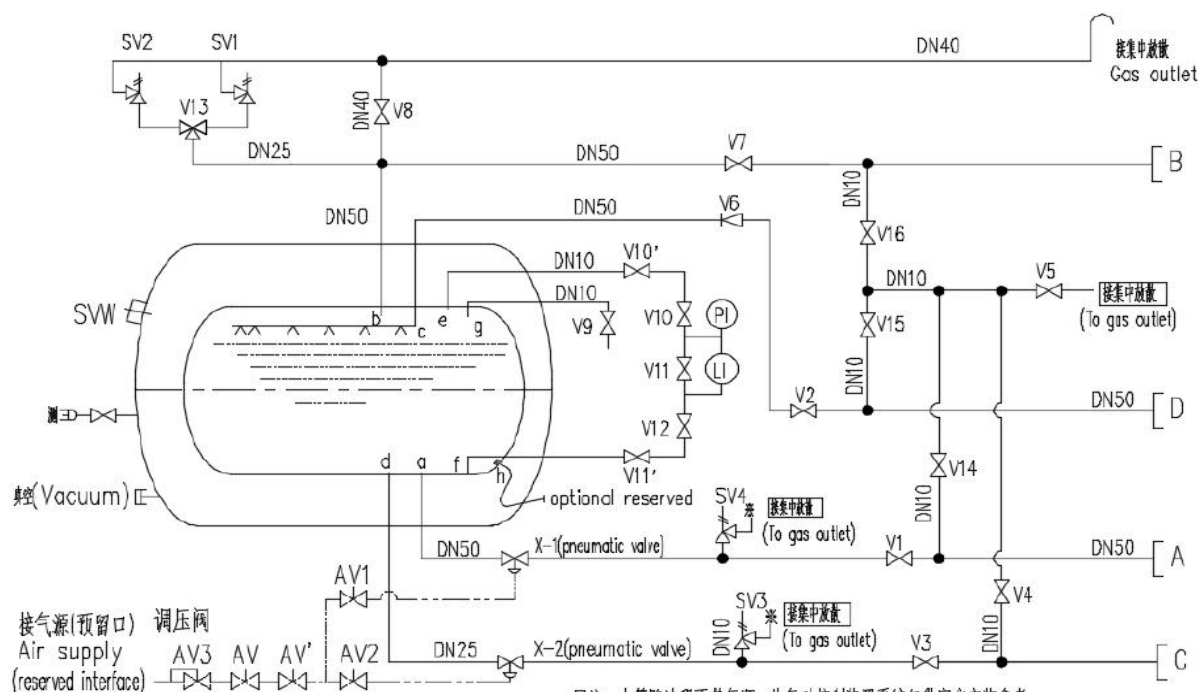
3.30 Pressure build up (PBU) 增压器

None

3.40 Marking 标记

The marking shall be stuck according to the tank container code and the customer's company logo requirements 标记按照罐式集装箱规范、客户公司logo要求粘贴.

4.00 Flowing Chart 流程图



口注: 本管路流程不带气源, 此气动控制装置系统仅供客户安装参考。
NOTICE: we have no air supply for this pipe system, this pneumatic control system drawing just for user to reference.

标记	名称	标记	名称	标记	名称
X-1	Emergency shut-off valve 紧急切断阀	V9	Filling motion valve 监测阀	SVW	Outer shell safety relief device 外壳安全装置
X-2	Emergency shut-off valve 紧急切断阀	V10	Gas valve of LLG 液位计上阀	SV1	Inner vessel safety valve 内筒安全阀
V1	Bottom operating valve 底部进出液阀	V11	Balancing valve of LLG平衡阀	SV2	Inner vessel safety valve 内筒安全阀
V2	Top filling valve 顶部进液阀	V12	Liquid valve of LLG 液位计下阀	VP-1/VR-1	Vacuum pump/Vacuum pipe 抽真空阀/真空规管
V3	Vaporizer liquid valve 增压器进口阀	V13	Three way valve 三通阀	SV3/SV4	Pipe safety valve 管路安全阀
V4	Drain valve 吹除阀	V14	Drain valve 吹除阀	P1	Pressure gauge 压力表
V5	Drain valve 吹除阀	V15	Drain valve 吹除阀	L1	Liquid level gauge 液位计
V6	Non-return valve 止回阀	V16	Drain valve 吹除阀	AV/AV'	Air source valve 气源总阀
V7	Gas out valve 气相出口阀	V10'	Gas valve of LLG 液位计上阀	AV1/AV2'	Three way manual control gas valve 三通手动控制阀
V8	relieve valve 放空阀	V11'	Liquid valve of LLG 液位计下阀	AV3	Regulating pressure valve 调压阀
A	Bottom fill/drain port 液体进出口	(RF flange connection with blind flange) (默认为配盲法兰的突面法兰连接)			
B	Gas port 气体回收口	(RF flange connection with blind flange) (默认为配盲法兰的突面法兰连接)			
C	Vaporizer liquid port 增压器液相接口	(RF flange connection with blind flange) (默认为配盲法兰的突面法兰连接)			
D	Top filling port 顶部进液口	(RF flange connection with blind flange) (默认为配盲法兰的突面法兰连接)			

5.00 Contents 充装介质

Refrigerated liquefied gas(es) permitted	Reference holding time (days)	Initial pressure (MPa)	Degree of filling (Kg)
UN1972 Liquefied Natural gas	109	0	16,412
UN1038 Liquefied Ethylene	138	0	22,090

6.00 Homologations 认证

The tank containers are constructed according to an approved design.

该罐式集装箱是按已经批准的设计进行制造。

Each tank container is subject to design, manufacture, inspect, test as required by ASME Section VIII DIV 1, IMDG requirements, Each unit is inspected and certified by the ASME Authorized Inspector and the surveyor from Classification Society.

每台罐式集装箱均是按ASME Section VIII DIV 1, IMDG的要求进行设计、制造、检验和试验, 每台产品都由授权检验师和船级社进行检查。

The tank container prototype has been subjected to a stacking test load of 86,400kg per corner post and is approved for 192,000kg.

该罐箱原型箱进行的堆码试验为每个角柱的受力值为86400kg, 允许的堆码质量为192000 kg。

7.00 Documentation 出厂文件

Initial Inspection Certificate of portable tank for each tank(LR). 每台产品的劳氏船检证书。

Manufacturer's Data Report for Pressure Vessel. 制造厂的压力容器数据报告。

Certification of quality. 产品质量证明书。

As-built GA drawing. 总图竣工图。

Operation manual. 使用说明书。