

 Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vigilada MinEducación	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	Documento F-AC-DBL-007	Código 08-07-2021	Fecha B
	Dependencia DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	Aprobado SUBDIRECTOR ACADEMICO	Pág. 1(87)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Viviana Patricia Jaramillo Soto Juan Mario Picón Peñaranda		
FACULTAD	Ingenierías		
PLAN DE ESTUDIOS	Especialización En Interventoría De Obras Civiles		
DIRECTOR	Agustín Armando Macgregor Torrado		
TÍTULO DE LA TESIS	Manual de interventoría técnica para instalaciones de redes internas y externas de gas, domiciliario, comercial e industrial.		
TITULO EN INGLES	Technical audit manual for installations of internal and external gas networks, domestic, commercial and industrial in the municipality of Ocaña, Norte de Santander.		
RESUMEN (70 palabras)			
Dentro de la interventoría de las obras civiles, es importante tener presente los documentos técnicos para el adecuado desarrollo y supervisión de los procesos constructivos, siendo así el caso de las instalaciones de redes internas y externas del gas domiciliario, comercial e industrial. A partir del manual de interventoría, se tendrá un insumo base para el chequeo y buen desarrollo de este tipo de proyectos.			
RESUMEN EN INGLES			
Within the audit of civil works, it is important to keep in mind the technical documents for the adequate development and supervision of the construction processes, this being the case of the installations of internal and external domestic, commercial and industrial gas networks. From the audit manual, there will be a base input for the check and good development of this type of projects.			
PALABRAS CLAVES	Interventoría, Redes de gas, Instalaciones, Manual.		
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Audit, Gas networks, Installations, Manual.		
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 87	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:



**Manual de interventoría técnica para instalaciones de redes internas y externas de gas,
domiciliario, comercial e industrial**

Viviana Patricia Jaramillo Soto

Juan Mario Picón Peñaranda

Facultad de Ingenierías, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Especialización En Interventoría De Obras Civiles

Esp. Agustín Armando Macgregor Torrado

15 Marzo del 2024

Índice

Capítulo 1. Manual de interventoría técnica para instalaciones de redes internas y externas de gas, domiciliario, comercial e industrial	6
1.1 Planteamiento del problema	6
1.2 Formulación del problema.....	7
1.3 Objetivos	7
1.3.1 <i>Objetivo General</i>	7
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	8
1.4 Justificación	8
1.5 Delimitaciones	12
1.5.1 <i>Delimitación Operativa</i>	12
1.5.2 <i>Delimitación Conceptual</i>	12
1.5.3 <i>Delimitación Geográfica</i>	13
1.5.4 <i>Delimitación Temporal.</i>	13
Capítulo 2. Marco Referencial	14
2.1 Marco histórico	14
2.2 Marco contextual.....	17
2.2.1 <i>Estructura de redes de gas</i>	20
2.3 Marco conceptual	23
2.3.1 <i>Elementos de la red</i>	23
2.4 Marco teórico	27
2.4.1 <i>Modelado de redes de gas natural</i>	28

2.4.2 Procesos de la red de gas natural	30
2.4.3 Aspectos principales del proceso.....	31
2.5 Marco Legal	35
Capítulo 3. Diseño Metodológico	36
3.1 Tipo de investigación	36
3.2 Población y muestra	37
3.2.1 Población	37
3.2.2 Muestra	37
3.3 Diseño de instrumentos de recolección de la información y técnicas de análisis de datos	37
3.4 Análisis de la información	37
3.5 Cronograma.....	38
Capítulo 4. Resultados	39
4.1 Analizar diferentes manuales constructivos para las construcciones de redes internas y externas de gas domiciliario existentes en Colombia para verificar si se ajustan a la normatividad vigente y definir los aspectos de interventoría técnica en la instalación de redes internas y externas de gas domiciliario.	39
4.1.1 Manual de normas técnicas colombianas, para construcción e interventoría de redes internas de suministro de gas natural residencial por Janna Alexandra Sanz Plazas	41
4.1.2 Procedimiento de construcción de instalaciones internas de gas por parte de un constructor independiente por Gases de Occidente.....	47
4.1.3 Manual para el ingeniero civil diseño, construcción y supervisión de gasoductos en edificaciones por Jorge Gongora Romero	49
4.1.4 Diseño de redes internas para suministro de gas combustible en edificaciones de uso	

<i>residencial, con base en la norma técnica colombiana</i>	<i>52</i>
4.2 Definir las especificaciones técnicas necesarias para la realización de instalaciones de redes internas y externas de gas domiciliario, comercial e industrial, establecer listas de chequeo (Check list) que faciliten la interventoría técnica.	55
4.2.1 <i>Ventajas Detalladas del GLP Domiciliario por Redes</i>	<i>57</i>
4.2.2 <i>Marco Normativo</i>	<i>59</i>
4.2.3 <i>Componentes del sistema de distribución de red de gas natural</i>	<i>64</i>
4.2.4 <i>NTC 3728: líneas de transporte y redes de distribución de gas</i>	<i>67</i>
4.2.5 <i>NTC 2505: Instalaciones para suministro de gas combustible destinadas a uso residencial y comercial.</i>	<i>69</i>
4.2.6 <i>Lista de chequeo para instalaciones de gas domiciliario, residencial e industrial</i>	<i>72</i>
4.3 Estructurar un manual para la interventoría técnica en la instalación de redes internas y externas de gas domiciliario, comercial e industrial.	77
Capítulo 5. Conclusiones	81
Capítulo 6. Recomendaciones	83
Referencias.....	84

Lista de Tablas

Tabla 1. Cronograma de actividades.....	38
Tabla 2. Lista de chequeo para instalaciones de gas domiciliario, residencial e industrial	72

Capítulo 1. Manual de interventoría técnica para instalaciones de redes internas y externas de gas, domiciliario, comercial e industrial

1.1 Planteamiento del problema

Desde la entrada del gas natural en Colombia ha existido una carencia para la revisión técnica en campo, es decir, hasta la fecha no existe un manual técnico que guíe al supervisor o ingeniero para su revisión, si bien existen diversas normatividad en donde hay pautas claras para estas instalaciones no se ha construido un manual, es de gran importancia ya que en este se explica de manera clara y resumida los aspectos a observar al momento de una revisión en campo para así no obviar detalles que se pueden pasar por el afán del día a día. (Red de gas, 2022)

Llevar al proceso profesional la ejecución de instalaciones de tuberías de gas para las comunidades en general es un tema que se viene generando en Colombia a lo largo de los últimos 20 años, donde las ciudades y municipios de Colombia se han beneficiado con un producto que se ha convertido en una necesidad básica para la calidad de vida de los colombianos, es por eso que las empresas de gasoductos prestan el mejor servicio posible a dichas comunidades con el fin de brindar un confort a las personas que lo solicitan.

Estos tipos de ejecuciones al comienzo se proyectaban como un proceso peligroso ya que el trabajo con estos elementos es de suma complejidad, y generaban a la comunidad incertidumbres puesto que una mala ejecución del proyecto se convertiría en una bomba de

tiempo, pero a lo largo de los años se ha visto el beneficio de este servicio.

Lo que se plantea en esta investigación es dejar una guía de interventoría para la ejecución de las instalaciones de las redes de gas desde la tubería principal hasta el proyecto o vivienda. Dándole a la comunidad la tranquilidad de una buena ejecución y a los contratistas de obra el buen desempeño de la interventoría desde los elementos de protección para los trabajadores, materiales hasta la mano de obra calificada.

No solo la guía de interventoría está basada para la buena ejecución del proyecto de instalación de gas si no también buscando una calidad para la sociedad donde el solicitante de este producto este tranquila en la ejecución desde lo planeado hasta lo proyectado (diseño y ejecución).

1.2 Formulación del problema

¿Qué criterios son necesarios para realizar el seguimiento y control técnico en la instalación de gas domiciliario?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un manual de interventoría técnica para instalación de redes internas y externas de

gas, domiciliario, comercial e industrial.

1.3.2 Objetivos Específicos

Analizar diferentes manuales constructivos para las construcciones de redes internas y externas de gas domiciliario existentes en Colombia para verificar si se ajustan a la normatividad vigente y definir los aspectos de interventoría técnica en la instalación de redes internas y externas de gas domiciliario.

Definir las especificaciones técnicas necesarias para la realización de instalaciones de redes internas y externas de gas domiciliario, comercial e industrial, establecer listas de chequeo (Check list) que faciliten la interventoría técnica.

Estructurar un manual para la interventoría técnica en la instalación de redes internas y externas de gas domiciliario, comercial e industrial.

1.4 Justificación

Para la construcción de las redes de distribución de gas natural existen varias normas que nos rigen para dicha construcción, no obstante, muchas veces se tiene desconocimiento de dichas normas, “existen más de 300 normas que rigen el sector del gas, tanto de los gases licuados del petróleo (GLP) como de gas natural.” (Selectra, 2022) Actualmente existen diferentes empresas encargadas de la distribución de gas en Colombia como lo son:

- Alcanos de Colombia
- Vanti
- Colombian Energy Group – Grencol
- Empresas Públicas De Medellín E.S.P. (EPM)
- Gasorinoquia
- Gases de occidente S.A. E.S.P.
- Gases Del Caribe S.A. E.S.P.
- Gases de la Guajira
- Metro gas del Colombia S.A E.S.P., entre otras.

Estas empresas actualmente son algunas de las distribuidoras a nivel nacional de gas, las cuales tienen un ente de control y vigilancia encargados de velar por la correcta construcción de las instalaciones internas avalados por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia ONAC.

Dichas empresas son encargadas de llevar el gas a las distintas ciudades y municipios en las diferentes regiones de Colombia. Por lo tanto, estas empresas en la entrada de cada ciudad o municipio instalan las estaciones llamadas "City Gate" o "Puerta de Ciudad" donde le realizan los trabajos de filtración de gas, bajan la presión y la medición, para después ser entrega a la empresa encargada de distribuir el producto.

Es por eso que la empresa encargada de la distribución debe realizar la verificación del correcto funcionamiento de las redes de distribución es de vital importancia realizar pruebas y

procesos que garanticen la hermeticidad de la red con el fin de evitar daños posteriores a reguladores, medidores y en casos más graves daños a gasodomésticos, para esto se debe realizar una prueba de hermeticidad con aire y “Para la realización de esta prueba se deberá contar con un manómetro calibrado, y de tal manera que la presión de prueba se encuentre entre el 25% y el 75% de su rango de alcance, y tenga un grado de precisión D según la norma ASME B40.100 o norma técnica equivalente” (Lay Guerra, 2013)

Paso siguiente a dicha prueba y con esta verificar la hermeticidad de la red se procese a realizar una purga que nos asegure un barrido a la tubería con el fin de sacar de la red cualquier impureza que haya ingresado en el proceso de construcción (tierra, piedras, agua, barro).

Posterior a esta prueba y siendo aprobada se realiza la puesta en servicio de la red de distribución.

Es por ello que las empresas cuentan con manuales internos para la construcción de líneas de distribución e instalaciones internas pero estas muchas veces no son suficientemente claros para el contratista o no establecen parámetros estandarizados para dicha tarea, el cual al momento de hacer la revisión en campo no se tienen claros los parámetros técnicos para la revisión, desde el diseño de la red que se proyecta para las viviendas hasta la ejecución del proyecto (Herramientas y mano de obra) Se cuenta con un manual de almacenamiento y uso de materiales, sin embargo, al momento de la revisión en campo se carece de un ente externo que verifique que bien sea el técnico o la cuadrilla excavadora estén dándole un buen uso y correcta manipulación al material, entre otros procedimientos que se realizan en campo, por lo cual la

institución de la interventoría se explica, de manera general, porque el dueño de un proyecto de infraestructura necesita contratar a un experto para que lo represente y le asegure que quien ejecute las actividades encomendadas (constructor- consultor- diseñador), las desarrolle de acuerdo a lo pactado; asimismo, en caso de que se requieran modificaciones, verifique que estas no sean en su detrimento. Además, la necesidad de contratarlo se edifica en que el dueño no es experto en la construcción de obras de infraestructura y le resulta más eficiente encomendar esta labor a un tercero. (Bettín Jaraba, 2022)

Un manual es el medio escrito en donde se describe claramente los procesos que se deben llevar a cabo para la elaboración de dicha actividad, esta información debe estar organizada de tal forma en la que el lector pueda comprender fácilmente y de forma clara cuales son los procedimientos para llevar a cabo la correcta inspección técnica en las instalaciones de gas a nivel general, es por esta razón que se debe realizar un manual en donde su lenguaje sea sencillo para tener mayor facilidad de interpretación para el lector y esto facilite su comprensión.

El manual de interventoría técnica para instalación de redes internas y externas de gas, domiciliario, comercial e industrial, será un manual detallado en donde se podrá verificar, guiar y calificar la construcción de dichas redes y poder así establecer parámetros claros y estándares en la construcción, haciendo la claridad que este es un complemento para la verificación en campo de las instalaciones, en donde, no solo se examinara la parte técnica de las construcciones sino que intrínsecamente será un indicador de calidad dentro de la construcción y poder así disminuir la cantidad de errores posiblemente cometidos en la inspección de las construcciones, siempre teniendo en cuenta que dicho manual está basado en las normas técnicas colombianas vigentes

para las instalaciones de gas y está pensado para el uso en general a nivel nacional, por lo dicho anteriormente este manual será pionero en el sector gasífero de Colombia.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Delimitación Operativa

Este manual está orientado a todas las gaseras en Colombia puesto que, todas se rigen bajo la misma normatividad al momento de la ejecución, se tomará como guía la construcción de redes de distribución en el municipio de Ocaña

1.5.2 Delimitación Conceptual

Dentro de la construcción del manual se manejarán diferentes términos como lo son:

- Redes de distribución
- Normas técnicas
- Revisiones previas
- Gasificación
- Tubería
- Anillo de distribución
- Artefactos a gas
- Centro de medición

- Gas o gases combustibles
- Línea de acometida o acometida.
- Purga
- Red interna
- Tubería a la vista
- Unión a presión
- Punto de salida de gas

1.5.3 Delimitación Geográfica

El proyecto será desarrollado en la ciudad de Ocaña, con el apoyo de la universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

1.5.4 Delimitación Temporal

El proyecto se desarrollará en 2 meses.

Capítulo 2. Marco Referencial

2.1 Marco histórico

El inevitable avance de la tecnología seguramente afectará todo lo que sabemos ahora sobre la construcción de edificios, la distribución y la utilización de la energía. Sin embargo, a lo largo del siglo XX, la distribución de gas natural dentro de edificios residenciales y comerciales prácticamente ha evitado el avance general en la tecnología de la construcción. La tubería de acero estándar Schedule 40 que se usa para distribuir gas natural hoy en día es el mismo enfoque que se usaba a principios de siglo. Esta persistente dedicación a un solo enfoque se ha producido a pesar de todos los avances tecnológicos en los materiales de tubería y las prácticas de construcción durante los últimos 30 años. Desafortunadamente, esto ha contribuido a un uso significativamente menor de gas natural en edificios multifamiliares y comerciales en comparación con el mercado unifamiliar (Romay et al., 2020a).

La dificultad y el costo de instalar la tubería rígida de acero se ha señalado como una de las principales razones del menor uso de gas natural en los mercados multifamiliares y comerciales. Este costo puede hacer que los sistemas de energía a gas sean menos competitivos en un primer costo en comparación con sistemas eléctricos. Esto es especialmente crítico en la mente de muchos constructores que quieren maximizar su "resultado final". El costo de instalación de los sistemas de tuberías rígidas también tiende a aumentar desproporcionadamente más rápido a medida que aumenta la complejidad de la instalación de tuberías y que se conectan más aparatos de gas al sistema. Esto ha llevado a una tendencia a minimizar el tamaño del

sistema de distribución de gas, lo que en consecuencia reduce el número potencial de aparatos de gas y la carga de gas por hogar.

La disponibilidad de sistemas de tuberías de gas interiores alternativos, que son seguros y confiables, brinda a la industria de la construcción nuevas opciones de elección. La industria puede optar por continuar instalando tecnología convencional de tubería rígida de acero de baja presión o adoptar enfoques más nuevos que utilicen sistemas de presión elevada y tubería semirrígida. Se ha demostrado que los enfoques más nuevos no solo son más rentables que las tuberías de acero en muchas aplicaciones, sino que también prometen una fácil expansión futura del sistema de distribución de gas. carga de gas de referencia de espacio y calentamiento de agua, sino que también proporcionan la capacidad de capturar las otras cargas de gas más pequeñas.

Estas cargas incluyen cocinar, secar ropa y otros usos especiales que tradicionalmente se pierden con la electricidad. Las futuras casas y edificios comerciales inteligentes pueden requerir que la red de distribución de gas sea compatible y complementaria con su tecnología de control electrónico (Arteaga & Flores, 2002).

Las decisiones en una red de gas natural generalmente se refieren a la producción, el transporte, el procesamiento, el almacenamiento, la gestión de contratos y las ventas (mercados). Más precisamente, la red comprende unidades físicas como tuberías, compresores, terminales de procesamiento o extracción y válvulas. Al modelar la física de dicha red, se deben tener en cuenta tres propiedades importantes del gas natural: presión, flujo y calidad.

Los diferentes elementos en las redes de transporte de gas están estrechamente relacionados, y los cambios en el flujo, la presión o la composición (calidad) del gas en una parte de la red también pueden afectar el flujo o las capacidades en la red restante. Además, la producción y la demanda variarán, y es fundamental tener en cuenta dichas variaciones al planificar la mejor utilización posible de la red.

En realidad, varios decisores interactúan en la red, ya sea a través de mercados o de regulaciones. Ejemplos de tales tomadores de decisiones son los productores, quienes determinan los niveles de producción en los campos y cuánto vender en cada nodo del mercado, y el Operador Independiente del Sistema (ISO), quien determina el enrutamiento del gas natural en la red. La interacción entre los productores y la ISO puede regularse a través de un régimen de reservas. También existen estudios que analizan estas interacciones de forma explícita, basados en modelos de equilibrio (Zakikhani et al., 2021).

En la literatura, hay muchos ejemplos de modelos y análisis de diferentes aspectos de las redes de gas natural. En algunos trabajos, como Cremer y Laffont y Cremer et al., la física se representa de manera simplificada y se centra en el análisis económico. Por otro lado, varios artículos, como los de Ehrhardt y Steinbach y Martin et al., se centran en describir con precisión la física en la red de transporte.

2.2 Marco contextual

Las redes de gas siempre han tenido varios tipos de vulnerabilidades. En el pasado, la seguridad física de las redes podía mitigar el riesgo de ataques físicos. Los desastres naturales también pueden causar pérdidas en las redes de gas. Hoy, con el advenimiento de las tecnologías modernas, estas vulnerabilidades se gestionan de manera eficiente, pero han aparecido nuevos tipos de vulnerabilidades que antes no existían. La seguridad de los diversos sistemas de información utilizados en las redes es un desafío importante en la actualidad (Mouli-Castillo et al., 2021).

Vulnerabilidad 1: Sistemas de Información: Las vulnerabilidades en los sistemas de información se consideran críticas en la actualidad. La revolución de la información ha hecho grandes cambios en muchos aspectos diferentes de nuestras vidas, y TI ha hecho muchos cambios en los negocios. Hoy en día, el mundo se considera un pueblo en el que incluso los lugares más lejanos pueden comunicarse entre sí en cuestión de segundos. Los sistemas de información también se están desarrollando rápidamente y todos los días se producen nuevos avances. Estas tecnologías han aumentado la eficiencia de muchos procesos, y la mayoría de las empresas dependen tanto de estos procesos que no pueden funcionar correctamente sin ellos. De hecho, las empresas se han vuelto tan dependientes de estas tecnologías que pueden verse perjudicadas por diversas amenazas. Las redes de gas, como otros negocios, ahora enfrentan importantes desafíos de seguridad. La amplia gama de vulnerabilidades incluye lo siguiente (Mouli-Castillo et al., 2021):

- Los sistemas manuales han sido ampliamente reemplazados por los sistemas de información de los que dependen las empresas gasistas.
- No hay copias de seguridad manuales para procesos automatizados, por lo que no hay posibilidad de devolver un sistema a un estado manual.
- Debido al mercado competitivo, las industrias del gas acogen rápidamente nuevas tecnologías para reducir su costo y aumentar su eficiencia. Sin embargo, la seguridad de estos sistemas es una preocupación importante.
- El uso de sistemas conjuntos puede considerarse un tipo de vulnerabilidad.
- Por ejemplo, muchas empresas están interesadas en tener sistemas conjuntos para su comercio electrónico, por lo que un problema en un sistema puede transferirse a otros sistemas y causar grandes pérdidas.
- Los sistemas de información han aumentado el acceso desde el nivel local al nacional e internacional; Como resultado de este acceso más amplio, los sistemas están expuestos a más vulnerabilidades electrónicas.
- Los avances en TI han permitido a los atacantes atacar desde casi cualquier lugar.

Pueden atacar sistemas incluso desde casa, por lo que resulta difícil determinar el origen de un ataque.

- Existe una gran competencia en el mercado de la industria del software, por lo que la mayoría de los vendedores intentan ofrecer sus productos al mercado lo antes posible. Como resultado, muchos programas no cuentan con las funciones de seguridad adecuadas. Estos sistemas inseguros están expuestos a diferentes ataques profesionales y no pueden brindar

suficiente seguridad. Es fundamental actualizar los sistemas de software con parches de seguridad frecuentes.

- Las industrias del gas utilizan mucho el comercio electrónico, por lo que está expuesto a diferentes ataques de virus. Hay algunos programas antivirus disponibles, pero son reactivos y hay más virus en el entorno de TI de los que estos programas pueden manejar.
- En las industrias del gas, la mayoría de los equipos actuales se han automatizado para aumentar su eficiencia. Las redes de gas dependen en gran medida de Internet, intranets y extranets, o dependen de satélites, cables de fibra óptica, microondas, teléfonos, etc. Una interrupción en uno de estos sistemas puede incluso hacer que las redes de gas no respondan adecuadamente a los clientes porque la mayoría de las operaciones se realizan automáticamente y necesitan estos sistemas de comunicación.

Esta vulnerabilidad se ha convertido en una de las amenazas más importantes para las industrias del gas y sus riesgos aumentan rápidamente. Actualmente, las herramientas de piratería generalizadas que están disponibles están llevando a que más personas, incluso aficionados, utilicen estas herramientas. Los piratas informáticos se han vuelto más profesionales y han adquirido la capacidad de explotar mejor las vulnerabilidades y atacar los sistemas (Mouli-Castillo et al., 2021).

Los riesgos de las redes de gas: Reconocer las vulnerabilidades es un paso importante para reconocer los riesgos porque las vulnerabilidades son la causa y el efecto de los riesgos y es importante reducir los riesgos a un nivel aceptable. Los riesgos del gas natural se pueden clasificar en las siguientes cinco categorías:

- Los riesgos técnicos son problemas relacionados con factores externos como las condiciones meteorológicas.
- Los riesgos políticos son las limitaciones o interrupciones de los suministros externos.
- Los riesgos regulatorios crean incapacidades para cumplir debido a una regulación incorrecta.
- Los riesgos económicos crean problemas en la entrega de gas debido a eventos tales como aumentos de precios.
- Los riesgos ambientales incluyen la contaminación de las entregas.

Cada una de las vulnerabilidades discutidas puede conducir a muchos riesgos en diferentes condiciones. Los riesgos también se pueden dividir en dos categorías a lo largo de un horizonte temporal. Los riesgos a corto plazo son aquellos que tienen efectos mínimos. Los riesgos a largo plazo, sin embargo, se consideran los que tienen efectos más duraderos (Mouli-Castillo et al., 2021).

2.2.1 Estructura de redes de gas

Las redes de gas natural son complicadas, desde los pozos hasta los usuarios finales. El gas natural se encuentra en algunos lugares subterráneos y existen muchos métodos de exploración para determinar si existe o no gas natural en un lugar en particular. Luego de la investigación, se inicia el acto de perforar y se realiza un pozo, proceso denominado extracción. Después de asegurarse técnica y económicamente de que la recuperación del gas existente es factible, se realiza el levantamiento del gas. Este gas no se puede utilizar en su estado bruto y

necesita ser procesado.

Las estaciones de refinación suelen estar cerca de los pozos para separar partes del gas y prepararlo para el uso de los clientes. Para el gas natural, las tuberías son el modo habitual de transporte.

Las tuberías que llevan el gas natural desde los pozos hasta las estaciones de refinación se denominan tuberías colectoras; suelen ser de baja presión y bajo diámetro. Si el gas extraído de un pozo tiene más de las cantidades o niveles estándar de azufre y dióxido de carbono, se requieren tipos especiales de tuberías colectoras; el llamado gas amargo es peligroso y se debe tener cuidado en su transporte. Debido a que los pozos de gas suelen estar ubicados en lugares alejados de los clientes, se necesita un sistema complejo para entregar el gas. Se utiliza un sistema de transporte denominado sistema principal de redes de gas para entregar el gas a los clientes a través de tuberías de transmisión y estaciones compresoras. Las tuberías de transmisión suelen ser de alta presión, gran diámetro y larga distancia. La tarea de las estaciones compresoras es equilibrar la presión del gas en las tuberías (Candelaresi & Spazzafumo, 2023).

El sistema principal necesita una gran cantidad de inversión, aproximadamente el 80% de la inversión total. El monto de la inversión depende de los parámetros del sistema, incluido el diámetro de la tubería, el espesor, la presión, la longitud y la relación de compresión. Un gran número de artículos han tratado de optimizar este sistema desde varios aspectos. Ruán et al. (2018) presentó un modelo matemático que tuvo en cuenta todos los parámetros importantes para el monto de la inversión. Kabiriana y Hemmati (2019) presentaron un modelo de

planificación estratégica para determinar el tipo, la ubicación y el cronograma de instalación con una función objetivo de minimización de costos. Cheboubaa et al. (2015) propusieron un algoritmo metaheurístico llamado optimización de colonias de hormigas (ACO) para determinar el número de estaciones compresoras y la presión de descarga para cada una.

En el siguiente paso de las redes de gas, que se denomina distribución, el gas se entrega al usuario final. Las empresas de distribución local (LDC) reciben el gas en las puertas de la ciudad, los puntos de transferencia desde las tuberías de transmisión hasta los LDC y lo entregan a los clientes individuales. Esta entrega se realiza con la ayuda de una extensa red de tuberías de distribución de pequeño diámetro en los términos municipales. Los usuarios finales del gas natural de los PMA son los sectores residencial, comercial e industrial y los clientes de generación de energía. Tenga en cuenta, sin embargo, que algunos grandes clientes comerciales e industriales reciben gas natural directamente de las tuberías de alta presión.

La literatura es extensa sobre diferentes aspectos de la distribución de gas. Hamedi et al. (2017) presentó una cadena de suministro de seis niveles para minimizar el costo de transmisión y distribución de gas. En general, existen muchos artículos relacionados con la transmisión o distribución de gas, entre los que destacan Herran-Gonzalez et al. (2015); Martín et al. (2017); Ríos-Mercado et al. (2017); Wong y Larson (2018); y Wu et al. (2019) puede mencionarse. El gas natural no siempre se usa cuando se entrega, por lo que generalmente se almacena bajo tierra.

Esta capacidad de almacenamiento puede ser muy útil, especialmente cuando se producen escaseces en la red. Las redes de gas también utilizan controles automatizados y manipulados físicamente, como el sistema de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) para garantizar las comunicaciones adecuadas entre el equipo y el centro de control.

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Elementos de la red

Producción. Los campos de producción de gas natural están ubicados aguas arriba en la red y, a menudo, son operados por varios propietarios. Cada propietario tiene derechos de producción, regulados por contratos de levantamiento. Los derechos de un productor le permiten producir entre niveles mínimos y máximos dados dentro de un período de tiempo. Además, la composición del gas diferirá típicamente no solo de un campo de producción a otro, sino también a lo largo del tiempo dentro del mismo campo (Xiao, 2023).

Algunos campos de producción producen principalmente gas natural, mientras que otros campos producen principalmente petróleo. En campos donde el foco está en la producción de petróleo, el gas natural se considera un subproducto, y el principal objetivo de la planificación de la producción es mantener un alto nivel de producción de petróleo. La flexibilidad para ajustar la producción de gas natural es entonces limitada. En campos donde el foco está en el gas natural, hay flexibilidad para escalar la producción hacia arriba y hacia abajo. Esta flexibilidad se puede utilizar para la planificación a largo plazo, así como para la planificación operativa.

Transporte en Redes. El gas natural se transporta a través de gasoductos. La capacidad de flujo de una tubería depende de propiedades físicas como la longitud, el diámetro, la temperatura ambiente, la compresibilidad del gas y la diferencia de presión entre los puntos de entrada y salida de la tubería. Además de los gasoductos, el sistema de transporte de gas incluye plataformas marinas y terminales de procesamiento en tierra, que procesan y comprimen el gas natural. El gas seco se exporta desde dichas terminales a través de gasoductos hasta las terminales de salida. Los compresores se utilizan para crear una presión más alta en la entrada de una tubería de modo que el gas fluya hacia la salida de la tubería. Las válvulas ayudan a regular la presión (lo que implica caídas de presión) o a cerrar temporalmente una tubería. Las terminales de procesamiento extraen algunos de los componentes del gas rico proveniente de los campos de producción. Los gases licuados del petróleo, como el etano, el propano y el butano, pueden exportarse a mercados de productos básicos separados. Los contaminantes como CO_2 , SO_2 o H_2S también se eliminan en las terminales de procesamiento (Jiang et al., 2023).

Varios gasoductos pueden encontrarse en una terminal o en un nodo de unión en la red de transporte. En dichos nodos, los flujos de gas natural con diferentes calidades se mezclan en un flujo común. Esto puede ayudar a garantizar que se entregue gas de la calidad correcta a los clientes: la mezcla de gas de baja calidad con gas de alta calidad de otros campos reduce la necesidad de eliminar activamente los componentes mediante el procesamiento. Por lo tanto, es fundamental realizar un seguimiento del contenido de energía y la composición de las corrientes individuales. La física del proceso de mezcla implica que la calidad del gas es la misma en todas las tuberías que salen de dicho nodo. Es decir, los porcentajes de los componentes individuales son los mismos en todos los flujos salientes, a pesar de las composiciones

posiblemente diferentes en los flujos entrantes. El llamado problema de agrupación resultante es complejo y difícil de resolver con exactitud. Se han desarrollado varios enfoques para abordar el problema.

Flujo en tuberías. Las redes de oleoductos existen tanto en alta mar como en tierra, y cada una de ellas tiene características diferentes. Las redes de transporte en tierra se caracterizan por tuberías más cortas, presiones más bajas y la necesidad de varios compresores intermedios, principalmente debido a las temperaturas ambiente más altas y las presiones más bajas. Por el contrario, las redes de gas natural en alta mar a menudo consisten en tuberías largas que funcionan a niveles de alta presión. Una caída de presión relativamente grande, una temperatura ambiente baja y estable y poca inclinación son características de tales redes (Qiao et al., 2021).

Compresores. En una red de gas natural, los compresores se utilizan para aumentar las presiones en los nodos de campo en las plantas de procesamiento, en los puntos de entrada de las tuberías o a lo largo de las tuberías para obtener una presión suficientemente alta para transportar el gas. El aumento de la presión cuesta energía y el consumo de energía de un compresor se puede formular como:

$$P = \frac{p_{std} Z_i T_i \kappa}{\eta T_{std} (\kappa - 1)} Q_{std} \left(\left(\frac{p_d}{p_i} \right)^{\kappa-1/\kappa} - 1 \right) \frac{1}{24 \cdot 3600}$$

Donde P es la potencia (MW); T_i , la temperatura de entrada del compresor (K); κ , la relación de calores específicos; η , la eficiencia del compresor; y p_i y p_d , las presiones de entrada y descarga del compresor (bar), respectivamente.

El consumo de energía P está restringido por un valor máximo, provocado por las limitaciones del controlador del compresor, lo que también da como resultado una limitación de rendimiento máximo Q . El compresor también tiene un rendimiento operativo mínimo. Debido a los requisitos de caudal de las tuberías conectadas, puede ser necesario operar con un caudal inferior a este límite mínimo (Park & Kim, 2022).

Modelado de la calidad del gas. El gas natural es una mezcla de diferentes componentes. La calidad del gas se puede describir por el contenido de energía en términos de valor calorífico bruto (GCV) o el índice de Wobbe (WI). El GCV de una composición específica de gas natural es la suma ponderada del GCV del componente de gas individual. El WI representa una relación entre el GCV y la densidad relativa (gravedad específica) del gas, formulada como:

$$WI = \frac{GCV}{\sqrt{\frac{MW}{MW_{air}}}}$$

Donde MW es el peso molecular de la composición del gas y MW_{air} , el peso molecular del aire. Para un alto contenido de metano, esta relación no lineal se puede linealizar como:

$$WI = a + b \cdot GCV + c \frac{MW}{MW_{air}}$$

Donde a , b y c son constantes.

Efectos del sistema. Para una sola tubería, el vínculo entre la presión y la capacidad es

relativamente simple. Sin embargo, en una red completa, con tuberías y plantas de procesamiento interconectadas, las capacidades prácticas que se pueden utilizar en una parte de la red dependen de las presiones, los flujos de gas y las composiciones en otras partes del sistema. Para un punto de red con más de una tubería conectada, el nivel de presión elegido en ese punto influye en la capacidad de todas las tuberías conectadas. Además, el modelado de la calidad del gas une los flujos en las diferentes tuberías. Para tener adecuadamente en cuenta estos efectos del sistema, la red de transporte de gas debe analizarse en su conjunto. Para una discusión de los efectos del sistema y cómo influyen en el análisis de las redes de gas natural.

Terminales de Procesamiento. Las nominaciones de los clientes en las terminales de salida (mercados) generalmente se especifican en energía, de modo que los vendedores de gas están obligados a entregar gas con valores de GCV y WI dentro de un cierto rango. Estas obligaciones de entrega implican restricciones en los contenidos tanto de energía como de contaminantes como CO_2 , SO_2 y H_2S . Para cumplir con estas obligaciones, la mezcla de gas a menudo no es suficiente y es necesario procesarlo. Esto implica, por ejemplo, la extracción de hidrocarburos pesados, gases ácidos (contaminantes) y agua. Los hidrocarburos pesados extraídos normalmente se almacenan en tanques y se pueden vender en mercados específicos. Un ejemplo de modelado de terminales de procesamiento en redes de gas se proporciona en Nørstebø et al.

2.4 Marco teórico

2.4.1 Modelado de redes de gas natural

Se presenta una gran cantidad de problemas del mundo real en varios tipos de sistemas utilizando el modelado de redes. Un modelo de red representa una imagen poderosa que ayuda a presentar las conexiones entre los componentes del sistema utilizados en diferentes campos de la ciencia. La optimización del diseño de la red, el flujo de la red y la operación de la red se ha considerado como un tema fundamental en diferentes campos de investigación desde las perspectivas técnica y financiera. Habitualmente, los problemas de red se conocen como problemas estructurales complejos que, en casos reales, buscan soluciones óptimas. Teniendo en cuenta las características de los problemas de optimización de redes, en la literatura se han desarrollado una gran cantidad de algoritmos, y muchos intentaron resolverlos en tiempos confiables para encontrar las soluciones más adecuadas y óptimas (Dvorkin et al., 2022).

Como una de las fuentes de energía más importantes, el gas natural se utiliza para satisfacer las necesidades de muchos usuarios comerciales y residenciales en todo el mundo a través de una red enorme y compleja. Cada día se gasta una gran cantidad de dinero en las diferentes etapas y procesos principales de esta red, tales como exploración, extracción, procesamiento, producción, transporte, almacenamiento y distribución. Desde la década de 1960, se han definido muchos problemas diferentes para la planificación del diseño, flujo, operación y desarrollo de redes de transmisión y distribución de gas natural. Los problemas de planificación de redes de gas natural son multidisciplinarios y han sido abordados por investigadores de diferentes campos de todo el mundo (Belyadi & Haghighat, 2021).

Introducción a la red de gas natural. El objetivo de la red de gas natural es satisfacer las demandas de los consumidores de forma eficiente y al mínimo coste. Por lo tanto, algunos componentes deben usarse correctamente a través de la red y algunos procesos deben planificarse exactamente.

Componentes del sistema:

- Oleoductos: Los dos tipos de oleoductos que preocupan a los investigadores son los oleoductos pasivos, que corresponden a oleoductos normales, y los oleoductos activos, que son oleoductos normales con compresores.
- Estaciones compresoras: La capacidad de transmisión de un gasoducto es limitada, pero se puede organizar en base a los nodos de oferta y demanda estableciendo diferencias entre las presiones de entrada y salida del gasoducto. Los compresores están ubicados en lugares adecuados a través de la red para aumentar las diferencias de presión entre dos nodos de tuberías para aumentar la capacidad de transmisión de la red.
- Válvulas: Para hacer que el flujo de gas natural se detenga para una determinada sección de tuberías en situaciones tales como mantenimiento o reemplazo, se utilizan válvulas a lo largo de toda la longitud de las tuberías interestatales.
- Componentes del nodo. los componentes pertenecientes a los nodos de la red de gas natural incluyen lo siguiente: Nodos de suministro, que solo tienen flujo de salida Nodos de
- demanda, que solo tienen flujo de entrada Nodos intermedios, que tienen flujos de entrada y salida

2.4.2 Procesos de la red de gas natural

El gas natural se suministra a través de pozos de gas y petróleo y se produce en refinerías.

En la red de gas natural, existen algunos métodos para mover el gas de los productores a los consumidores con el fin de satisfacer las demandas de los clientes, pero el sistema de gasoductos es la forma más rentable de transportar gas a largas distancias. Los consumidores de gas natural se dividen en tres grupos principales: suscriptores domésticos y comerciales, consumidores industriales y exportaciones. Por lo general, la prioridad de las redes de gas natural es atender a los consumidores domésticos y comerciales (Di Sante et al., 2021).

Los proveedores de gas natural y los consumidores de gas natural están conectados a través de una red compleja y enorme de tal manera que hay una gran distancia entre ellos, y el gas natural debe fluir mediante el uso de una presión adecuada. Durante el transporte prolongado, se pierde presión debido a la fricción entre el gas natural y las paredes internas de las tuberías. Además, el volumen de gas natural se reduce debido al calor transmitido desde el medio ambiente. Por lo tanto, se instalan estaciones compresoras para establecer y mantener la continuidad de la presión a lo largo de la red y para determinar periódicamente la capacidad del gas transportado.

Generalmente, las estaciones compresoras son una de las entidades más complejas en una red de gas natural porque consisten en varias unidades compresoras (típicamente 15 a 20) que han sido conectadas en diferentes configuraciones como serie, paralelo o una combinación de

ambas, y tienen diferentes tipos. Dos de los tipos principales de unidades compresoras son las centrífugas y las reciprocantes. Las unidades centrífugas son más comunes en la industria y, en consecuencia, en los supuestos de investigación relacionados. Sin considerar qué tipo de unidad de compresor se usa en el modelo, ambos tipos de unidad tienen dos opciones, encender y apagar, lo que hace que su comportamiento no sea lineal. Cuando la demanda del cliente aumenta, la presión de la tubería cae. Por lo tanto, se debe abrir al menos un compresor hasta que la presión del gas vuelva a un nivel aceptable (Romay et al., 2020).

2.4.3 Aspectos principales del proceso

Todo el proceso de la red de gas natural se puede concluir en cuatro partes principales: suministro, transporte, almacenamiento y venta del gas natural en las plazas de mercado.

Suministrar. El suministro generalmente comienza con el desarrollo y la exploración, la extracción de las reservas de gas y el procesamiento del gas extraído. En la práctica, la misma empresa realiza las tres funciones. La exploración se ocupa de localizar yacimientos de gas natural y petróleo. Después de que un equipo de geólogos y geofísicos de exploración haya localizado un depósito potencial de gas natural, en la fase de extracción, un equipo de expertos en perforación excava hasta donde se supone que se encuentra el gas natural.

Transporte. El transporte de gas natural es el proceso más importante en la industria del gas natural. Consiste en una compleja red de gasoductos que traslada el gas natural desde diversos orígenes hasta los consumidores con el fin de satisfacer sus demandas. La red se divide

en dos redes principales, a saber, transmisión y distribución. El movimiento de un gran volumen de gas a alta presión a lo largo de largas distancias desde una fuente de gas hasta los centros de distribución se realiza en las redes de transmisión. El enrutamiento del gas a los consumidores individuales se realiza a través de las redes de distribución. La eficiencia del transporte es un criterio adecuado para estimar el desempeño total de un sistema de gas natural. Teniendo en cuenta el objeto de la red y, en consecuencia, las características físicas de sus componentes, la red de gas natural puede dividirse en red de transporte y redes de distribución.

Red de transmisión. Ríos-Mercado et al. (2017) han demostrado cómo una red de transmisión de gas, incluidos los gasoductos, los nodos de unión y las estaciones compresoras, se diferencia de las redes convencionales por dos características especiales.

- Además de las variables de caudal, que presentan el caudal másico para cada arco, se define una variable de presión en cada nodo.
- A diferencia de la mayoría de las redes, que solo consideran balances de flujo másico, las redes de transmisión tienen en cuenta otros dos tipos de restricciones:
- Una restricción de igualdad no lineal en cada tubería causada por la conexión que existe entre el flujo y la caída de presión.
- Los límites factibles que están disponibles para operar presiones y caudales
- dentro de cada compresor, los cuales están representados por un conjunto no lineal y no convexo.

Generalmente, los gastos de operación de la red de transporte de gas natural se estiman a través de los costos de operación de las estaciones compresoras, los cuales se pueden determinar en base al combustible consumido en cada estación compresora. Por ejemplo, Borraz-Sánchez y Ríos-Mercado (2019) estimaron que el 3 al 5% del gas transportado es consumido por las estaciones compresoras. Debido a que se transporta un gran volumen de gas natural a través de la red, alrededor del 25-50% del presupuesto operativo total de las empresas se gasta en el funcionamiento de las estaciones compresoras. Por lo tanto, minimizar el consumo total de combustible de las estaciones compresoras a lo largo de la red es uno de los principales objetivos de las redes de transmisión debido a sus efectos en los costos generales de operación del gas.

Red de distribución. Las redes de distribución son diferentes de las redes de transmisión en varias perspectivas. No tienen válvulas, compresores ni boquillas, y las tuberías actúan con menos presiones. Por lo tanto, las tuberías son más pequeñas y las redes son más simples. La mayoría de los usuarios de gas natural, que son consumidores domésticos y comerciales, reciben el gas de las empresas de distribución locales. Un número menor de usuarios de gas natural, como las empresas generadoras de energía, reciben el gas natural directamente de gasoductos interestatales e intraestatales de alta capacidad.

Almacenamiento. Debido a que los procesos de gas natural, incluida la exploración, producción y transporte, requieren mucho tiempo y debido a que no siempre se necesita todo el gas natural producido en varios destinos, una parte del gas adicional se inyecta en unidades de almacenamiento, que generalmente se encuentran cerca del mercado. centros y son utilizables por períodos ilimitados.

El almacenamiento de gas es uno de los nuevos y críticos pasos del proceso de la red de gas natural que debe responder a las demandas de las diferentes épocas del año.

Tradicionalmente, durante los meses de verano, el gas natural se almacenaba para responder a la mayor demanda durante los meses más fríos, pero hoy en día la demanda de gas natural en verano ha aumentado porque los usuarios especiales, como las empresas generadoras de energía, deben producir electricidad para los acondicionadores de aire durante el verano. Además, el almacenamiento de gas natural juega un papel fundamental en eventos inesperados como desastres naturales, que pueden afectar la producción y el transporte.

En general, algunas de las principales razones detrás del uso del almacenamiento a lo largo de la red de gas natural son su capacidad para responder a las fluctuaciones cíclicas cuando las temperaturas varían y el consumo es alto, mejorando los servicios a todos los clientes, manteniendo cuotas de mercado competitivas con otras fuentes de energía y logrando operaciones con altos factores de carga. El almacenamiento de gas natural se puede realizar de diferentes maneras, pero los depósitos subterráneos son el método más importante. El almacenamiento trata con oleoductos, empresas de distribución locales, productores y transportistas de oleoductos.

Ventas y marketing. Comercializar gas natural significa vender gas natural u organizar su negocio desde el pozo hasta los usuarios finales en varios niveles. En esta etapa, se consideran todos los pasos intermedios requeridos: arreglos de transporte, almacenamiento, contabilidad y especialmente ventas. Los comercializadores de la industria del gas natural desempeñan un papel

complejo y pueden ser empresas conjuntas con productores, gasoductos o servicios públicos locales o pueden ser un grupo independiente interesado en vender gas natural a minoristas o usuarios finales. El gas natural suele tener de tres a cuatro propietarios antes de llegar a los clientes. Los especialistas en marketing utilizan sus habilidades para reducir su exposición a los riesgos y aumentar el rendimiento pronosticando el comportamiento del mercado del gas natural, encontrando compradores y asegurando formas de entregar el gas natural a los usuarios finales (Wang et al., 2021).

2.5 Marco Legal

El desarrollo del trabajo de grado está fundamentado en la Resolución 90902 del 24 de octubre de 2013, la cual está sustentada en el Artículo 78 de la Constitución Política de Colombia, que según lo dispuesto en el numeral 67.1 del Artículo 67 de la Ley 142 de 1994 y el Artículo 12 de la Resolución 059 de 2012, parágrafo modificado por el Artículo 108 de la Resolución CREG 057 de 1996. La cual esclarece que todo proyecto de vivienda nueva, debe establecer un compromiso de idoneidad y seguimiento técnico, y así demostrar la conformidad de las instalaciones para el suministro de gas combustible destinado a uso residencial ante la distribuidora; quien está en toda la capacidad de negar el servicio si los lineamientos técnicos son incumplidos por el constructor o contratista.

Capítulo 3. Diseño Metodológico

3.1 Tipo de investigación

La metodología usada para el desarrollo del proyecto se llevará a cabo principalmente en dos fases, la primera fase tendrá el objetivo de investigar y estudiar toda la bibliografía posible comprendida en tesis, artículos, papers y proyectos relacionados al tema en cuestión, a través de bases de datos que garanticen la autenticidad de la información y de diferentes autores suministrados por docentes que tengan amplio conocimiento sobre el tema. La segunda etapa consistirá en analizar diferentes manuales constructivos para las construcciones de redes internas y externas de gas domiciliario existentes en Colombia para verificar si se ajustan a la normatividad vigente y de esta forma poder definir los aspectos de interventoría técnica en la instalación de redes internas y externas de gas domiciliario.

Posteriormente se planea definir las especificaciones técnicas necesarias para la realización de instalaciones de redes internas y externas de gas domiciliario, comercial e industrial, y establecer listas de chequeo (Check list) que faciliten la interventoría técnica. Todo esto para finalmente poder estructurar un manual para la interventoría técnica en la instalación de redes internas y externas de gas domiciliario, comercial e industrial.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Instalaciones de redes internas y externas de gas domiciliario, comercial e industrial.

3.2.2 Muestra

Redes internas y externas de gas domiciliario, comercial e industrial en Ocaña, Norte de Santander.

3.3 Diseño de instrumentos de recolección de la información y técnicas de análisis de datos

Las técnicas de recolección de información empleadas para desarrollar la investigación corresponden a:

Búsqueda y recopilación de documentación e investigaciones relacionadas

3.4 Análisis de la información

Para el análisis de la información se plantea el uso de herramientas y métodos de análisis documentales y revisión bibliométrica.

3.5 Cronograma

Para el desarrollo de las etapas y a su vez de cada capítulo se seguirá el siguiente cronograma, mostrado en la Tabla 1.

Tabla 1

Cronograma de actividades

Tiempo	Mes 1				Mes 2			
Capítulos	1	2	3	4	1	2	3	4
Analizar diferentes manuales constructivos para las construcciones de redes internas y externas de gas domiciliario existentes en Colombia para verificar si se ajustan a la normatividad vigente y definir los aspectos de interventoría técnica en la instalación de redes internas y externas de gas domiciliario.								
Definir las especificaciones técnicas necesarias para la realización de instalaciones de redes internas y externas de gas domiciliario, comercial e industrial, establecer listas de chequeo (Check list) que faciliten la interventoría técnica.								
Estructurar un manual para la interventoría técnica en la instalación de redes internas y externas de gas domiciliario, comercial e industrial.								
Revisión final y entrega								

Nota. La tabla es de elaboración personal de los autores del proyecto.

Capítulo 4. Resultados

4.1 Analizar diferentes manuales constructivos para las construcciones de redes internas y externas de gas domiciliario existentes en Colombia para verificar si se ajustan a la normatividad vigente y definir los aspectos de interventoría técnica en la instalación de redes internas y externas de gas domiciliario.

El proyecto de investigación titulado "Manual de Interventoría Técnica para Instalaciones de Redes Internas y Externas de Gas, Domiciliario, Comercial e Industrial en el Municipio de Ocaña, Norte de Santander" se enfoca en un análisis detallado de los manuales constructivos utilizados en Colombia para las redes internas y externas de gas domiciliario. El propósito principal de esta investigación es verificar si dichos manuales se ajustan de manera adecuada a la normatividad vigente en el país, y, además, definir los aspectos clave relacionados con la interventoría técnica necesaria en la instalación de estas redes.

El gas domiciliario es un servicio esencial que impacta directamente en la seguridad y comodidad de los hogares, así como en el funcionamiento de negocios e industrias. Por lo tanto, garantizar que las instalaciones cumplan con los estándares y regulaciones vigentes es de suma importancia. En este contexto, el proyecto se propone llevar a cabo un exhaustivo análisis de los manuales constructivos utilizados en Colombia.

El proceso de investigación se desarrollará en varias etapas. En primer lugar, se llevará a cabo una recopilación y revisión de los manuales constructivos actualmente en uso en el país, con un énfasis en aquellos que se aplican en el municipio de Ocaña. A continuación, se compararán estos manuales con las regulaciones y normativas establecidas por entidades gubernamentales y organizaciones pertinentes, como el Ministerio de Minas y Energía, la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), y otras autoridades competentes.

El siguiente paso consiste en identificar cualquier brecha o incongruencia entre los manuales constructivos y las regulaciones vigentes. Se prestará especial atención a las especificaciones técnicas, los procedimientos de instalación, las medidas de seguridad, y los materiales utilizados en las redes de gas. Cualquier desviación de las normativas será documentada y analizada.

Una vez que se haya completado la revisión de los manuales constructivos y su comparación con las regulaciones vigentes, se procederá a definir los aspectos fundamentales de la interventoría técnica necesaria en la instalación de redes internas y externas de gas domiciliario. Esto incluirá la creación de un manual de interventoría técnica que establezca pautas, procedimientos y mejores prácticas para garantizar la conformidad con las regulaciones.

A continuación, se muestra los manuales relacionados con la construcción de redes de gas domiciliario encontrado en la literatura colombiana.

4.1.1 Manual de normas técnicas colombianas, para construcción e interventoría de redes internas de suministro de gas natural residencial por Janna Alexandra Sanz Plazas

El "Manual de Normas Técnicas Colombianas para Construcción e Interventoría de Redes Internas de Suministro de Gas Natural Residencial" es una herramienta fundamental diseñada para cumplir con los requisitos establecidos en la Resolución 90902 del 24 de octubre de 2013 emitida por el Ministerio de Minas y Energía de Colombia. Esta resolución, respaldada por el Artículo 78 de la Constitución Política de Colombia y otros marcos legales relevantes, establece la obligación de garantizar la idoneidad y el seguimiento técnico en proyectos de vivienda nueva relacionados con el suministro de gas combustible destinado a uso residencial. En particular, enfatiza la importancia de que las instalaciones cumplan con las normas técnicas vigentes. (Saenz Plazas, 2017)

La introducción del manual destaca la necesidad de esta herramienta debido a la falta de requisitos previos ante la distribuidora de gas en la presentación de diseños y parámetros normativos para la aprobación de instalaciones residenciales antes de la resolución 90902. Esto llevó a una interpretación errónea o desconocimiento de las normas técnicas, lo que afectó negativamente la calidad y seguridad de las obras, así como los presupuestos, los tiempos de entrega y la satisfacción del usuario.

Los objetivos específicos del manual son los siguientes:

Compilar la Normativa Vigente: Este manual tiene como objetivo recopilar y presentar de manera accesible y comprensible las normativas vigentes relacionadas con el suministro de gas natural para uso residencial. Esto facilita su comprensión por parte de constructores, residentes y contratistas.

Categorizar Aspectos Relevantes: El manual busca categorizar de manera clara y concisa los aspectos clave que serán evaluados por la interventoría para la aprobación del servicio. Esto ayudará a identificar y mitigar defectos en la obra, retrocesos, pérdidas de tiempo y recursos económicos.

Evaluar Aspectos Técnicos: El manual proporciona una evaluación ordenada y comprensible de todos los aspectos técnicos relacionados con los elementos que conforman las instalaciones internas de gas, desde el centro de medición hasta los gasodomésticos. Esto garantiza que cada componente cumpla con las normas técnicas vigentes y que el proceso de construcción sea eficiente y seguro.

En resumen, este manual tiene como objetivo primordial brindar una guía completa y precisa para la construcción e interventoría de redes internas de suministro de gas natural residencial en Colombia, cumpliendo con las normativas vigentes. De esta manera, contribuye a la seguridad de las instalaciones, la eficiencia en la construcción y la satisfacción del usuario, al tiempo que elimina cualquier desconocimiento o interpretación errónea de las normas técnicas.

El Manual aborda una amplia gama de temas y aspectos relacionados con la instalación y

el suministro de gas natural residencial en Colombia. A continuación, se presenta un resumen de los principales contenidos de este manual:

El manual se estructura en diferentes secciones que abordan aspectos clave relacionados con la instalación de redes internas de suministro de gas natural residencial. A lo largo del documento, se abordan temas técnicos y de seguridad, y se proporcionan pautas para la construcción e interventoría de estas instalaciones. Estos son algunos de los puntos destacados:

Centros de Medición y Regulación.

Esta sección se centra en los aspectos técnicos y de seguridad relacionados con los centros de medición y regulación utilizados en las instalaciones de gas residencial.

Materiales.

Se discuten los materiales utilizados en las instalaciones de gas, con un enfoque en las tuberías plásticas, los métodos de acoplamiento, los tipos de uniones y las tuberías utilizadas en estas redes.

Requisitos Mínimos de Seguridad para la Instalación de Tuberías.

Se establecen los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las instalaciones de tuberías de gas natural residencial.

Tuberías Enterradas.

Se abordan los procedimientos y requisitos específicos para la instalación de tuberías enterradas.

Tuberías Embebidas.

Se describen los aspectos técnicos relacionados con la instalación de tuberías embebidas en estructuras de construcción.

Tubería a la Vista.

Se detallan los requisitos técnicos para la instalación de tuberías de gas que quedan a la vista en las edificaciones.

Dispositivos de Anclaje.

Se explican los dispositivos utilizados para anclar las tuberías de gas y garantizar su seguridad y estabilidad.

Accesorios.

Esta sección se enfoca en los diversos accesorios utilizados en las instalaciones de gas, como empaques, válvulas de corte, sellantes y conectores.

Sistemas de Ventilación.

Se detallan los cálculos y métodos utilizados para determinar el volumen de aire necesario en el recinto, así como las estrategias de ventilación.

Clases de Ventilación

Se explican las diferentes clases de ventilación utilizadas en las instalaciones de gas, como la ventilación directa e indirecta.

Mono Espacios.

Se abordan los aspectos técnicos relacionados con los mono espacios y su ventilación adecuada.

Vacíos Internos.

Se describen las condiciones físicas de los vacíos internos en las edificaciones y las consideraciones para su correcta instalación.

Cálculo del Aporte de Aire en la Base del Vacío.

Se presentan los cálculos necesarios para determinar el aporte de aire en la base de los vacíos internos.

Distancias y Disposición para la Salida de Ductos de Evacuación de Artefactos.

Se establecen los requisitos técnicos para la disposición de los ductos de evacuación de artefactos de gas.

Gasodoméstico.

Se clasifican los gasodomésticos según sus características de uso, movilidad y funcionamiento, y se presentan parámetros básicos para su instalación.

Requisitos Técnicos y Administrativos para la Puesta en Servicio.

Se explican los procedimientos y requisitos necesarios para poner en servicio las instalaciones de gas natural residencial.

Procedimiento Técnico de Inspección de Instalaciones Nuevas.

Se detalla el proceso de inspección de las instalaciones durante el proceso constructivo y la puesta en servicio, incluyendo precauciones, elementos de protección personal y medidas de control.

4.1.2 Procedimiento de construcción de instalaciones internas de gas por parte de un constructor independiente por Gases de Occidente

El "Procedimiento de Construcción de Instalaciones Internas de Gas por Parte de un Constructor Independiente" tiene como objetivo proporcionar una descripción detallada de las actividades técnicas que un constructor de redes internas de gas debe llevar a cabo para conectar una instalación interna de gas combustible al sistema de distribución de Gases de Occidente S.A.

Alcance. Este procedimiento es aplicable a la construcción de instalaciones internas que suministran gas combustible a usuarios residenciales y comerciales en las áreas atendidas por GdO en los departamentos del Valle del Cauca y norte del Cauca.

Marco Normativo Aplicable a la Conexión de Instalaciones Internas. El procedimiento se rige por una serie de regulaciones, incluyendo la Resolución CREG 067 de 1995, la Resolución CREG 059 de 2012 y la Resolución No. 90902 de 2013 del Ministerio de Minas y Energía. Estas regulaciones establecen las normas técnicas que deben cumplirse al construir instalaciones internas de gas.

Definiciones. El procedimiento incluye definiciones clave, como "Certificado de

Competencia Laboral," "Certificado de Conformidad del Proveedor," "Conexión del Servicio," "Constructor Independiente," "Declaración de Conformidad del Proveedor," "Equipos y Materiales," y muchas otras, con el propósito de aclarar los términos técnicos y las responsabilidades involucradas en la construcción de instalaciones internas de gas.

Condiciones Previas a la Construcción de una Instalación Interna. Antes de la construcción de una instalación interna de gas, es necesario cumplir con varias condiciones, que incluyen: registro como constructor independiente en el sitio web de GdO, diseño previo de la instalación interna, utilización de materiales certificados, presentación de la documentación requerida y la aprobación por parte del distribuidor.

Descripción del Proceso de Construcción. El proceso de construcción de una instalación interna de gas implica una serie de pasos, comenzando con la solicitud de disponibilidad de servicio por parte del cliente a GdO. Luego, se requiere la elaboración de un diseño detallado de la instalación, incluyendo planos y documentación técnica. Esta carpeta de documentación se entrega al cliente para que continúe con el proceso de solicitud y conexión del servicio ante la empresa distribuidora.

El documento establece claramente las responsabilidades del constructor independiente, la documentación necesaria, y las regulaciones técnicas que deben cumplirse durante todo el proceso de construcción.

En resumen, el procedimiento proporciona una guía detallada para los constructores independientes que desean conectar instalaciones internas de gas al sistema de distribución de GdO, garantizando así el cumplimiento de las regulaciones y normativas técnicas vigentes en Colombia. La seguridad y la calidad de estas instalaciones son fundamentales para garantizar un suministro de gas combustible confiable a los usuarios residenciales y comerciales en las áreas atendidas por GdO.

4.1.3 Manual para el ingeniero civil diseño, construcción y supervisión de gasoductos en edificaciones por Jorge Gongora Romero

El "Manual para el Ingeniero Civil: Diseño, Construcción y Supervisión de Gasoductos en Edificaciones" es una guía técnica esencial que aborda aspectos críticos relacionados con la implementación de sistemas de gas en edificaciones en Colombia. Este manual se origina a raíz de la creciente importancia del gas como fuente de energía en Colombia desde 1961 y la necesidad de garantizar la seguridad y la calidad en la prestación de este servicio. Dada la complejidad y la importancia de la infraestructura de gas, es fundamental contar con una referencia sólida que proporcione directrices claras para los profesionales involucrados en el diseño, la construcción, la ampliación, la supervisión y el mantenimiento de redes de gas en edificaciones. (Gongora, 2016).

El manual tiene como objetivos específicos los siguientes:

- Explicar el origen y la evolución del gas como recurso energético en Colombia.
- Presentar un panorama actual de las reservas de gas en el país.
- Informar sobre la normatividad relacionada con el sector del gas en Colombia.
- Describir el comportamiento de los gases combustibles, la terminología y la metrología aplicada a las redes de gas.
- Proporcionar fundamentos científicos para el diseño de redes de gas.
- Identificar materiales, herramientas, equipos e instrumentación utilizados en la instalación de redes de gas.
- Abordar temas de corrosión en las instalaciones de gas y métodos de protección.
-
- Detallar las etapas de diseño para gas natural y gas licuado de petróleo (GLP).
- Explorar aspectos técnicos de seguridad en las instalaciones de gas.
- Ofrecer ejemplos de aplicación que ilustran los procedimientos y cálculos necesarios en la instalación de redes de gas.

El contenido del manual se estructura en varios capítulos, cada uno de los cuales aborda temas específicos:

Capítulo 2: Fundamentos técnicos para el diseñador, que incluye glosario de términos, planos, simbología de redes a gas, símbolos para instrumentos y equipos, y descripciones aplicadas a las redes de gas.

Capítulo 3: Características de los materiales necesarios para redes de gas, que analiza tipos de tuberías, elementos de unión, control de fluidos y fijación.

Capítulo 4: Herramientas y equipos utilizados en la instalación de redes de gas, que abarca herramientas manuales, electrónicas, electro-manuales, equipos de consumo a gas y reguladores de medición de gas.

Capítulo 5: Fenómenos de corrosión en las instalaciones de redes de gas, que explica la ionización, reducción, electrolito, tipos de corrosión y métodos de protección.

Capítulo 6: Etapas de diseño para gas natural y GLP, que detalla las etapas de regulación en una, dos y tres etapas.

Capítulo 7: Diseño de redes de gas natural y GLP, que se subdivide en diseño a baja presión y diseño de redes GLP con tanque estacionario, además de etapas de transición.

Capítulo 8: Aspectos técnicos de seguridad en las instalaciones de redes de gas, donde se discute la ventilación de ambientes y la evacuación de gases de combustión.

Capítulo 9: Ejemplos de aplicación, que proporciona casos prácticos y procedimientos para el diseño de redes de gas.

Este manual se convierte en una herramienta esencial para los ingenieros civiles y otros profesionales involucrados en el diseño, construcción, supervisión y mantenimiento de redes de gas en edificaciones en Colombia, garantizando que estas instalaciones cumplan con los estándares de calidad y seguridad requeridos.

4.1.4 Diseño de redes internas para suministro de gas combustible en edificaciones de uso residencial, con base en la norma técnica colombiana

El manual "Diseño de Redes Internas para Suministro de Gas Combustible en Edificaciones de Uso Residencial, con base en la Norma Técnica Colombiana" es un documento integral que se estructura en varias secciones detalladas a continuación:

Generalidades de los Gases Combustibles de Uso Residencial:

Origen: Se profundiza en el origen de los gases combustibles utilizados en el entorno residencial, tanto el gas natural como el gas licuado de petróleo (GLP), proporcionando una base para comprender su obtención y suministro.

Composición y Características: Aquí se desglosan las propiedades físico-químicas de ambos tipos de gases. Por ejemplo, el gas natural y el GLP se diferencian por su composición molecular, lo cual tiene implicaciones directas en su manejo y almacenamiento.

Propiedades: Se detalla el poder calorífico y la gravedad específica, propiedades esenciales para el diseño de la red interna de gas, ya que afectan todo, desde la selección de materiales hasta la ingeniería del sistema de distribución.

Distribución: Explica los métodos de distribución del gas natural y el GLP, siendo un aspecto crítico que los supervisores y los interventores deben conocer para garantizar la eficiencia y seguridad del suministro de gas.

Marco Normativo Vigente:

Esta sección proporciona un resumen completo de las normativas actuales que deben seguirse en Colombia para el diseño de las redes internas de gas. Este marco es indispensable para asegurar la legalidad y la conformidad de las instalaciones de gas.

Partes del Sistema y Parámetros Técnicos para su Diseño:

Se detallan las especificaciones técnicas necesarias para el diseño de los diferentes componentes de la red de gas, incluyendo:

Aparatos Gasodomésticos: Se describe el uso y la instalación de los equipos que utilizarán el gas, subrayando la importancia de seleccionar dispositivos compatibles con las características del gas suministrado.

Sistema de Conducción: Se habla de las tuberías y los accesorios, cubriendo los materiales apropiados, los diámetros, la disposición y el trazado. Las tuberías pueden ser enterradas, embebidas, por conductos o a la vista, y cada opción tiene sus propias recomendaciones basadas en la normativa.

Accesorios: Se abordan los diferentes tipos de accesorios para tuberías de acero, cobre y polietileno, así como accesorios de transición, todos fundamentales para la integridad y seguridad de la red de gas.

Válvulas de Control: Se describen los tipos de válvulas, como las principales, de corte y para reguladores y gasodomésticos, siendo críticas para la operación segura y mantenimiento del sistema.

Centros de Medición y Regulación: Se explican los equipos de medición y regulación, incluyendo ubicación y protección, para garantizar una distribución del gas segura y conforme a las necesidades de los usuarios.

Metodología para el Diseño de Redes Internas de Gas Residencial:

Aquí se proporciona una guía paso a paso para el diseño de una red interna de gas segura y eficiente. Es esencial que los supervisores e interventores comprendan y apliquen esta metodología para asegurar la calidad y la seguridad en todas las etapas de la construcción.

Estándares de Presentación de los Diseños:

Esta parte del manual establece cómo deben presentarse los diseños, asegurando que sean claros y puedan ser evaluados de manera efectiva por quienes supervisan el proyecto.

Conclusiones y Recomendaciones:

Se enfatiza la importancia de seguir rigurosamente las normativas y recomendaciones para garantizar la seguridad y la funcionalidad óptima de las redes de gas. Las conclusiones son vitales para que los supervisores e interventores refuercen los estándares de calidad y seguridad durante la ejecución de la obra.

4.2 Definir las especificaciones técnicas necesarias para la realización de instalaciones de redes internas y externas de gas domiciliario, comercial e industrial, establecer listas de chequeo (Check list) que faciliten la interventoría técnica.

Para el desarrollo del presente objetivo, se hace necesario conocer algunas definiciones como el gas natural, dado que El gas natural, a diferencia del Gas Licuado de Petróleo (GLP) que es una mezcla de propano y butano proveniente del refinado del petróleo o del proceso de división del gas natural o crudo (GASNOVA, 2019), es un combustible gaseoso compuesto mayoritariamente por metano (CH_4). Este gas se encuentra en formaciones geológicas profundas y se forma a partir de la descomposición anaeróbica de materia orgánica durante millones de años.

A diferencia del GLP, cuya extracción se da en un 60% de las producciones a partir del gas natural y del petróleo del suelo, y el 40% restante mediante la refinación del crudo de petróleo (GASNOVA, 2019), el gas natural es un recurso más directo y menos procesado. Se extrae directamente de yacimientos de gas o asociado a yacimientos de petróleo y, tras su extracción, se purifica para eliminar impurezas y otros hidrocarburos no deseados.

El gas natural, en su estado natural, es incoloro, inodoro e insípido, y por razones de seguridad se le añade un odorizante para facilitar la detección de fugas (GASNOVA, 2019). Es más ligero que el aire, permitiendo su rápida dispersión en caso de fuga.

Una de las ventajas del gas natural frente a otros combustibles fósiles es su menor impacto ambiental. Su combustión produce principalmente dióxido de carbono y agua, con emisiones menores de contaminantes como óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y partículas, haciéndolo una opción más limpia para la generación de electricidad, calefacción y como combustible para vehículos.

Para su transporte, el gas natural se canaliza principalmente a través de tuberías, o se convierte en gas natural licuado (GNL) para su transporte en barcos o camiones a lugares inaccesibles por gasoducto.

En conclusión, el gas natural es un hidrocarburo gaseoso, predominantemente compuesto de metano, extraído de yacimientos subterráneos, representando una fuente de energía más limpia en comparación con otros combustibles fósiles y utilizado en una amplia gama de

aplicaciones energéticas (GASNOVA, 2019).

4.2.1 Ventajas Detalladas del GLP Domiciliario por Redes

Comodidad Inigualable: El GLP, suministrado a través de una red domiciliaria, ofrece un servicio continuo, disponible las 24 horas del día. Esta constante disponibilidad elimina la necesidad de almacenar cilindros de gas, proporcionando así una comodidad sin precedentes a los usuarios.

Economía Sustancial: El GLP se destaca por su bajo costo. Los subsidios aplicados a su distribución por redes hacen que sea aún más asequible, beneficiando significativamente a los usuarios. Este modelo de pago por consumo garantiza que los hogares solo paguen por el gas que utilizan, lo que ayuda a controlar y reducir los gastos domésticos.

Eficiencia Energética Superior: Con un poder calorífico notablemente más alto que otros combustibles domésticos, el GLP asegura una mayor eficiencia en calefacción y cocinas, proporcionando más energía por unidad de consumo.

Compromiso con la Limpieza: El GLP, al ser un combustible con bajo contenido de carbono, no emite humo negro ni se derrama, contribuyendo significativamente a la mejora de la calidad del aire en el ambiente doméstico. Esta característica lo convierte en un aliado en la protección del medio ambiente, manteniendo un entorno más limpio y saludable.

Portabilidad Conveniente: La facilidad de transporte del GLP por diversos medios como terrestre, marítimo o ferroviario lo hace un combustible altamente accesible y versátil para diversas aplicaciones, más allá del uso doméstico.

Beneficios para la Salud: El uso de GLP reduce la exposición a humos y gases dañinos, lo que ayuda a disminuir significativamente el riesgo de enfermedades respiratorias en el hogar. Esta ventaja es particularmente relevante en áreas urbanas donde la calidad del aire es una preocupación constante.

Versatilidad Aplicada: El GLP no solo encuentra usos en el hogar para cocinar y calentar, sino que también se aplica en el sector del transporte, en la industria y en actividades de ocio y entretenimiento, demostrando su flexibilidad y adaptabilidad en una variedad de contextos.

Impacto Ambiental Positivo Pronunciado: El compromiso del GLP con la preservación del medio ambiente es evidente en su reducción de emisiones contaminantes en comparación con otros combustibles. Su uso apoya esfuerzos más amplios para reducir la huella de carbono y promover prácticas sostenibles.

Características Ampliadas del GLP. Alto Calor de Vaporización: El GLP, en su estado líquido, ofrece un calor de vaporización de 219 Btu/lb. Esta propiedad significa que cuando el GLP se convierte de líquido a gas, absorbe una cantidad significativa de calor, lo que resulta en una eficiencia energética mejorada.

Temperatura de Ignición Adecuada: La temperatura de ignición del GLP, en torno a 900°F, facilita su uso seguro en una variedad de condiciones, permitiendo una combustión eficiente y controlada.

Límites de Inflamabilidad Seguros: Los límites de inflamabilidad del GLP, tanto para el propano como para el butano, ofrecen un rango seguro para su combustión, lo que garantiza su uso seguro en aplicaciones domésticas e industriales.

Bajo Impacto Ambiental: La composición molecular del GLP permite una combustión más limpia, lo que se traduce en una emisión significativamente menor de contaminantes en comparación con otros combustibles, contribuyendo así a un entorno más sostenible y menos contaminado.

Disponibilidad Continua: La producción constante de GLP, ligada a la extracción de crudo de petróleo y la producción de gas natural, asegura una fuente de energía confiable y continua para los consumidores, garantizando así su disponibilidad a largo plazo.

4.2.2 Marco Normativo

El marco normativo para la construcción de redes de gas domiciliario, en especial para el suministro de Gas Licuado de Petróleo (GLP) por redes, se enfoca en garantizar la seguridad, eficiencia, y accesibilidad de este servicio vital. Basándonos en las ventajas detalladas del GLP domiciliario mencionadas anteriormente, podemos identificar varios aspectos clave que serían

abordados en la regulación:

Normas de Seguridad y Calidad: Dada la alta inflamabilidad y los riesgos asociados con el GLP, las normativas deben establecer estándares estrictos para la instalación, mantenimiento y operación de las redes de distribución de GLP. Esto incluye regulaciones sobre la temperatura de ignición adecuada y límites de inflamabilidad seguros para prevenir accidentes.

Regulación de la Infraestructura y Tecnología: Las normativas deben garantizar que la infraestructura utilizada para el transporte y distribución del GLP cumpla con los más altos estándares técnicos. Esto es crucial para mantener la calidad y eficiencia energética del gas, especialmente teniendo en cuenta su alto calor de vaporización.

Directrices Ambientales: Dado el bajo impacto ambiental del GLP y su contribución a la reducción de la huella de carbono, las normativas deben fomentar prácticas que minimicen aún más las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes. Esto puede incluir requisitos para tecnologías de combustión limpia y medidas para prevenir derrames.

Acceso y Asequibilidad: Las regulaciones deben abordar la economía y la accesibilidad del GLP. Esto podría incluir políticas de fijación de precios, subsidios y normas que aseguren que el GLP sea una opción asequible para todos los usuarios, especialmente en áreas urbanas y rurales donde otras fuentes de energía pueden ser menos accesibles.

Promoción de la Versatilidad y Usos Múltiples: Las regulaciones deben reconocer y promover la versatilidad del GLP para su uso en el hogar, el transporte, la industria y el entretenimiento, asegurando que las infraestructuras y los marcos regulatorios respalden estos diversos usos.

Garantía de Suministro Continuo: Las normativas deben asegurar una producción y suministro constantes de GLP, lo que implica regulaciones sobre la extracción de crudo y la producción de gas natural, así como sobre la infraestructura de almacenamiento y logística.

Estándares de Construcción y Operación de Redes: Las regulaciones deben establecer normas claras para la construcción y operación de redes domiciliarias de GLP, incluyendo requisitos para la inspección regular, mantenimiento y actualización de las redes para garantizar la seguridad y la eficiencia.

Regulatorio. Ley 142 de 1994: Esta ley regula de manera integral los servicios públicos en Colombia, incluyendo el gas natural. Establece el marco para la prestación de estos servicios, regulando aspectos como la competencia, los derechos y deberes de los usuarios y operadores, y las políticas tarifarias.

Resolución CREG 067-1995: Esta resolución establece las condiciones y requisitos específicos para el suministro de gas natural por red, asegurando la calidad y confiabilidad del servicio. Incluye aspectos como la regulación de conexiones y extensiones de red, así como las obligaciones de los proveedores.

Resolución CREG 057-1996: Define el esquema tarifario para el suministro de gas natural, estableciendo cómo se deben calcular y ajustar las tarifas, con el objetivo de garantizar precios justos tanto para los consumidores como para los proveedores.

Resolución CREG 045-2002: Esta resolución se enfoca en la metodología para determinar la tasa de retorno utilizada en la formulación de tarifas, lo que es clave para asegurar la sostenibilidad financiera de los proveedores de gas.

Resolución CREG 072-2002: Establece criterios para la organización del personal y la gestión de riesgos en el sector de servicios comunitarios, incluyendo indicadores y procedimientos para evaluar el desempeño.

Resolución CREG 011-2003: Proporciona lineamientos para compensar los costos de suministro y comercialización de gases combustibles, definiendo ecuaciones estándar para la prestación de estos servicios.

Resolución CREG 202 2013 y Resolución CREG 137 2013: Actualizan normativas anteriores, estableciendo nuevas reglas y ecuaciones tarifarias para el suministro de gases a través de redes.

Resolución CREG 003 2021: Se centra en la definición de ecuaciones para calcular los subsidios aplicables al consumo de gas en hogares de bajos recursos, con el fin de garantizar el acceso a este servicio básico.

Ambiental. Ley 99 de 1993: Crea las bases del sistema ambiental en Colombia, estableciendo el marco para la gestión ambiental y la creación del Ministerio del Medio Ambiente.

Decretos sobre Licencias Ambientales (1753/1994, 1728/2002, 1180/2003, 1220/2005, 2820/2010, 2041/2014): Estos decretos regulan la obtención de licencias ambientales para proyectos que puedan tener impactos ambientales significativos, incluyendo la construcción de redes de gas natural.

Técnico. Las Normas Técnicas Colombianas (NTC) y ASTM especifican estándares técnicos para materiales y prácticas de construcción:

NTC 1746 a NTC 3808 y NTC 3873 a NTC 3949: Cubren especificaciones para tuberías, accesorios, válvulas, dispositivos de medición y regulación, asegurando que los componentes utilizados en las redes de gas cumplan con los más altos estándares de calidad y seguridad.

ASTM A53-07 a A181-06: Estas normas internacionales complementan las NTC, proporcionando especificaciones adicionales para materiales como tuberías de acero y componentes de forjado utilizados en las redes de gas.

4.2.3 Componentes del sistema de distribución de red de gas natural

Estación City Gate. Propósito y Función: La Estación City Gate actúa como el punto principal de recepción, almacenamiento y regulación de la presión del gas GLP antes de ser distribuido a través de la red principal. Es esencial para garantizar un flujo constante y controlado de gas hacia la red de distribución.

Consideraciones de Ubicación y Normativas: La ubicación de estas estaciones es estratégica y debe mantenerse alejada de zonas densamente pobladas por razones de seguridad. Además, deben cumplir con todas las regulaciones y obtener las licencias necesarias según la Ley 142 de 1994 y la NTC 3949, asegurando que se cumplan los estándares de seguridad y operación.

Troncal. Estructura y Material: La red troncal está compuesta por tuberías de polietileno de media densidad, conocidas por su resistencia y durabilidad. Estas tuberías son aptas para trabajar bajo condiciones de media presión.

Funcionalidad Clave: Sirven como las arterias principales de la red, transportando el gas desde el City Gate a los distintos sectores de la comunidad. Su diseño permite la interconexión con los anillos o mallas secundarias de distribución.

Cumplimiento Normativo: Siguen normas técnicas como las NTC 2505, NTC 1746 y NTC 3728 para garantizar la seguridad en la construcción y operación.

Anillos. Diseño y Operación: Similar a la troncal, los anillos están compuestos de polietileno de media densidad y operan también a media presión.

Función Distributiva: Estos anillos distribuyen el gas desde la troncal hacia las acometidas domiciliarias. Forman circuitos cerrados que aseguran un suministro continuo y fiable a cada hogar.

Normativas Aplicables: Se adhieren a las normativas de las NTC 2505, NTC 1746 y NTC 3728 para asegurar un diseño y construcción adecuados.

Mallas. Configuración y Asignación: Las mallas, formadas por varios anillos, se configuran según el consumo de gas esperado en diferentes hogares y zonas. Esto permite una distribución eficiente del gas, adaptada a las necesidades específicas de cada área.

Guía Normativa: La construcción de las mallas sigue las directrices de las NTC 2505, NTC 1746 y NTC 3728, enfocándose en la seguridad y eficiencia.

Acometidas Domiciliarias. Conexión Personalizada: Las acometidas son las conexiones individuales que llevan el gas desde los anillos o troncales hasta cada hogar. Están diseñadas para operar a media presión y se ajustan al consumo específico de cada residencia.

Materiales y Normativas: Utilizan tuberías de polietileno de media densidad y deben cumplir con las normas de las NTC 2505, NTC 1746, NTC 3728 y NTC 3808, lo que garantiza una operación segura y confiable.

Instalaciones Internas. De la Medición al Uso Doméstico: Estas instalaciones conducen el gas desde el centro de medición en el hogar hasta los diferentes gasodomésticos. Se construyen con diversos materiales, como acero galvanizado y cobre, adecuados para el uso doméstico.

Regulaciones y Trazabilidad: Deben seguir la Resolución 14471 de 2002 y cumplir con normas como NTC 2505, NTC 3873, NTC 3631 y NTC 3632. La trazabilidad completa de la instalación es vital para garantizar la seguridad y cumplimiento normativo.

Tuberías. Materiales para Exteriores e Interiores: Para las redes externas como troncales y anillos se utiliza polietileno de media densidad, mientras que en las instalaciones internas se pueden usar materiales certificados como acero galvanizado, cobre y PE-AL-PE.

Cumplimiento con Normativas: Se rigen por las NTC 2505, NTC 1746 y NTC 3728, asegurando que todos los materiales y métodos de construcción cumplan con los más altos estándares de seguridad y calidad.

4.2.4 NTC 3728: líneas de transporte y redes de distribución de gas

Objeto y Campo de Aplicación de la NTC 3728. La Norma Técnica Colombiana NTC 3728 es una directriz crucial en la industria del gas, cuyo principal objetivo es garantizar la seguridad y eficiencia en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de líneas de transporte y redes de distribución de gases combustibles. Esta norma no solo aborda aspectos técnicos específicos, sino que también enfatiza la importancia de la integridad estructural y la seguridad operacional a lo largo de toda la cadena de suministro del gas. Cubre un amplio rango de procesos y consideraciones, desde la selección de materiales adecuados hasta la implementación de procedimientos de prueba rigurosos, garantizando que las infraestructuras de gas sean seguras, confiables y eficientes.

Condiciones de Diseño. La sección de condiciones de diseño de la NTC 3728 pone un énfasis considerable en la seguridad, considerando tanto las condiciones habituales como las inusuales que podrían encontrarse en la industria del gas. Por ejemplo, la norma sugiere el diseño de sistemas que puedan soportar esfuerzos adicionales causados por condiciones extremas como vibraciones mecánicas o sónicas, diferencias significativas de temperatura, o la acción de fenómenos naturales como sismos. Este enfoque proactivo en el diseño garantiza que los sistemas no solo cumplen con las expectativas de funcionamiento diario, sino que también están preparados para situaciones atípicas que podrían comprometer la seguridad o la integridad del sistema.

Sistemas de Seguridad. En lo que respecta a los sistemas de seguridad, la NTC 3728 establece la necesidad de incorporar dispositivos de alivio o limitación de presión en aquellas líneas de transporte o redes de distribución expuestas a presiones potencialmente peligrosas. Esta sección también hace referencia a la norma NTC 3949 para el control de la presión de entrega, indicando la importancia de la cohesión entre diferentes normativas para garantizar una seguridad integral. Los dispositivos de alivio y limitación de presión juegan un papel vital en la prevención de accidentes, asegurando que las presiones dentro de las líneas permanezcan dentro de los límites seguros y manejables

Dispositivos de Alivio de Presión y Limitadores de Presión. La norma especifica criterios detallados para la construcción y operación de dispositivos de alivio de presión y limitadores de presión. Estos deben estar hechos de materiales resistentes a la corrosión, con válvulas diseñadas para evitar bloqueos que podrían hacerlos inoperantes.

Además, se enfatiza en la necesidad de que sean accesibles para mantenimiento y verificación, asegurando su operabilidad y confiabilidad a largo plazo. La norma también establece requisitos para los soportes y los conductos de descarga de estos dispositivos, los cuales deben ser diseñados para prevenir riesgos como la acumulación de agua o incendios.

Válvulas. La norma detalla la importancia de las válvulas en los sistemas de gas, tanto en términos de su ubicación como de su diseño. Estas deben ser fácilmente accesibles y protegidas contra daños o manipulación no autorizada. Además, se especifica que las válvulas de seccionamiento deben estar espaciadas adecuadamente en las líneas de alta y media presión para

facilitar operaciones de emergencia y mantenimiento. La norma también considera factores como el tamaño del área a aislar, el número de válvulas necesarias, el volumen de gas en el tramo a aislar y el tiempo requerido para llevar a cabo procedimientos de aislamiento y control de la presión.

Conclusión. La Norma Técnica Colombiana NTC 3728 es un pilar fundamental en la industria del gas, proporcionando un marco detallado y riguroso para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de sistemas de transporte y distribución de gas. Al abordar aspectos como la seguridad, la eficiencia, la durabilidad y la accesibilidad, esta norma asegura que los sistemas de gas no solo cumplan con las expectativas operativas, sino que también mantengan la seguridad como su máxima prioridad.

4.2.5 NTC 2505: Instalaciones para suministro de gas combustible destinadas a uso residencial y comercial.

Objeto y Definiciones. Objetivo de la Norma: La NTC 2505 se centra en estandarizar el diseño y construcción de instalaciones para suministro de gas combustible, con especial énfasis en aspectos que garanticen la seguridad y eficiencia operativa en entornos residenciales y comerciales. La norma cubre detalladamente los componentes desde la salida de la válvula de corte en la acometida hasta los puntos de conexión de los artefactos de uso doméstico o comercial, ofreciendo un marco integral para las instalaciones de gas.

Definiciones Clave: Establece un vocabulario técnico exhaustivo, esencial para la interpretación y aplicación efectiva de la norma. Incluye definiciones de varios tipos de gas, componentes de sistemas de gas, y una amplia gama de términos técnicos. Estas definiciones son cruciales para garantizar que los profesionales de la industria y los inspectores tengan un entendimiento común y claro de los términos utilizados en la norma.

Condiciones Generales de Diseño. Diseño Basado en Aspectos Fundamentales: Profundiza en el diseño considerando factores críticos como el tipo de gas, la adaptabilidad para futuros cambios en el suministro de gas, y la influencia de factores ambientales externos. La norma también aborda la demanda máxima esperada, asegurando la capacidad de todos los dispositivos conectados para funcionar eficientemente bajo condiciones de demanda variables.

Regulaciones en el Diseño: Detalla los diversos métodos de regulación que deben considerarse, incluyendo ajustes para asegurar que la instalación sea adecuada para el tipo de gas y cumpla con los requisitos operativos de los artefactos conectados.

Materiales y Equipos. Selección de Materiales y Equipos: Enfatiza la importancia de elegir materiales y equipos que cumplan con las normas técnicas pertinentes. La resistencia de las tuberías a la corrosión y a las condiciones ambientales es un factor clave. Además, aborda la importancia de la compatibilidad y hermeticidad de los accesorios utilizados.

Tuberías y Válvulas: Profundiza en las especificaciones para tuberías plásticas y metálicas, asegurando que estas cumplan con normativas como la NTC 1746. Se enfoca en la selección adecuada de válvulas, que deben ser de cierre rápido y cumplir con normas específicas según la presión de operación.

Instalación de Tuberías. Prácticas de Instalación: Describe detalladamente las mejores prácticas para la instalación de tuberías. Resalta la necesidad de mantener sistemas de tuberías independientes para diferentes tipos de gas y discute las medidas de protección necesarias para asegurar la integridad y seguridad de la instalación.

Reguladores y Dispositivos de Seguridad. Elección de Reguladores: Explica cómo seleccionar reguladores apropiados según el tipo de gas, siguiendo las directrices de la NTC 3727 y otros estándares relevantes. Aborda la importancia de elegir reguladores que se ajusten precisamente a las características de funcionamiento del gas suministrado.

Dispositivos Anti-Sobrepresión: Detalla la importancia de incorporar dispositivos de seguridad que prevengan sobrepresiones, ya sea como parte del regulador o como unidades independientes, para proteger la red interna de instalaciones de cualquier fallo del regulador.

Verificación y Ensayos. Procesos Estándar de Verificación y Ensayos: Expone los procedimientos detallados que deben seguirse para verificar la conformidad de las instalaciones con los estándares de seguridad y funcionamiento. Incluye una serie de verificaciones y ensayos específicos diseñados para evaluar exhaustivamente cada aspecto de la instalación.

Listas de Chequeo para la Interventoría Técnica. Creación de Listas de Chequeo:

Proporciona directrices para desarrollar listas de chequeo detalladas basadas en la normativa.

Estas listas serán esenciales para los inspectores y técnicos, facilitando la revisión y garantizando que cada instalación cumpla con los requisitos normativos.

Conclusiones y Recomendaciones. Conclusión y Consejos Prácticos: Resume los puntos clave y proporciona recomendaciones prácticas para implementar efectivamente la norma en proyectos de instalación de gas. Este capítulo enfatiza la importancia de adherirse estrictamente a las normas para garantizar la seguridad y eficiencia de las instalaciones de gas.

4.2.6 Lista de chequeo para instalaciones de gas domiciliario, residencial e industrial

A continuación, en la Tabla 2, se muestra una lista de chequeo en la que se incluye las especificaciones técnicas necesarias para la realización de instalaciones de redes internas y externas de gas domiciliario, comercial e industrial.

Tabla 2

Lista de chequeo para instalaciones de gas domiciliario, residencial e industrial

Ítem	Descripción	Sí/No
1.1	1. Requisitos Generales: Verifica que el diseñador cumpla con todas las calificaciones y requisitos legales y técnicos necesarios para realizar el diseño de la instalación de gas.	
1.2	Viabilidad y vigencia del proyecto: Confirma que el proyecto esté actualizado y sea técnicamente, legalmente y operativamente viable.	
1.3	Tipo de proyecto: Residencial, Comercial o Industrial: Determina la categoría del proyecto para asegurar que se apliquen los requisitos específicos adecuados.	
2.1	2. Requisitos de los Planos: Revisa que los planos estén en los formatos estándar de acuerdo con la NTC 1001, garantizando su legibilidad y comprensión.	
2.2	Rótulo completo en los planos: Confirma que los planos tengan toda la información necesaria para su identificación, como nombre del proyecto, dirección, etc.	
2.3	Nombre y matrícula del profesional responsable: Garantiza que el trabajo haya sido realizado por un profesional acreditado, asegurando responsabilidad y trazabilidad.	
2.4	Escala adecuada de los planos: Asegura que los planos estén a una escala apropiada para una correcta interpretación y medición.	
2.5	Fechas y numeración de planos: Verifica que los planos estén actualizados y correctamente numerados para facilitar su seguimiento y revisión.	
2.6	Espacio para sellos de aprobación: Confirma que haya espacio en los planos para	

Continuación de la Tabla 2

Ítem	Descripción	Sí/No
	Sellos oficiales de aprobación o revisión.	
3.1	3. Diseño de la Instalación: Evalúa la adecuación del diseño de la instalación según el tipo de gas suministrado, asegurando que sea compatible y seguro.	
3.2	Consideración para futuros cambios de gas: Examina si el sistema está diseñado para adaptarse a posibles cambios futuros en el tipo de gas.	
3.3	Análisis de demanda máxima prevista: Calcula la máxima demanda esperada para asegurar que la instalación pueda manejar los picos de uso sin problemas.	
3.4	Cálculo de caída de presión en la instalación: Verifica que la instalación mantenga una presión adecuada bajo las máximas condiciones de demanda.	
3.5	Longitud y especificaciones del sistema de tuberías: Evalúa la longitud total del sistema y las especificaciones de las tuberías para asegurar la compatibilidad con el diseño general.	
3.6	Consideración del factor de coincidencia en la demanda: Calcula la probabilidad de que varios usuarios demanden gas al mismo tiempo y su impacto en el sistema.	
3.7	Previsiones para futuras expansiones o modificaciones: Planifica para futuras modificaciones o expansiones del sistema de gas, garantizando su escalabilidad y flexibilidad.	
4.1	4. Materiales y Equipos: Verifica que todos los materiales y equipos utilizados en la construcción cumpla con las normas técnicas correspondientes.	
4.2	Resistencia de tuberías a gas y condiciones externas: Asegura que las tuberías sean adecuadas para el tipo de gas y resistentes a factores ambientales como la corrosión.	
4.3	Hermeticidad y compatibilidad de accesorios: Evalúa que los accesorios sean compatibles con las tuberías y aseguren un sellado hermético para prevenir fugas.	
4.4	Selección adecuada de válvulas de corte rápido: Confirma que las válvulas de corte cumplan con los estándares de seguridad y sean de acción rápida para emergencias.	
4.5	Revisión de fichas técnicas de medidores y reguladores: Examina las especificaciones técnicas de medidores y reguladores para garantizar su adecuación y funcionamiento correcto.	
4.6	Cumplimiento de especificaciones de equipos y gasodomésticos: Asegura que todos los equipos y gasodomésticos conectados a la red de gas cumplan con las especificaciones técnicas y de seguridad necesarias.	
5.1	5. Instalación y Construcción: Verifica que los sistemas de tuberías sean independientes y no se mezclen con otros sistemas, manteniendo la integridad y seguridad de la instalación.	
5.2	Cumplimiento de normas de instalación y construcción: Confirma que la instalación se realice de acuerdo con las normas y prácticas de construcción aceptadas, garantizando la calidad y seguridad.	

Continuación de la Tabla 2

Ítem	Descripción	Sí/No
5.3	Verificación de ubicaciones y medidas de ventilaciones: Revisa que las ventilaciones estén correctamente ubicadas y dimensionadas para garantizar un suministro de aire adecuado y la seguridad de la instalación.	
5.4	Correcta evacuación de productos de combustión: Asegura que los productos de la combustión se evacúen de manera segura y eficiente para evitar riesgos de intoxicación o incendio.	
5.5	Localización y dimensiones de buitrones para gas: Evalúa la ubicación y el tamaño de los espacios destinados para el paso y acceso a las tuberías de gas.	
5.6	Revisión de detalles de anclaje y soportes: Verifica que los dispositivos de anclaje y soportes sean adecuados y estén correctamente instalados para garantizar la estabilidad de las tuberías.	
6.1	6. Verificación y Ensayos: Confirma que se hayan realizado todas las verificaciones y ensayos necesarios antes de la puesta en marcha para asegurar la seguridad y eficacia del sistema.	
6.2	Realización de ensayos estandarizados: Verifica la ejecución de todos los ensayos estandarizados requeridos para comprobar la seguridad y eficiencia del sistema de gas.	
6.3	Verificación de la presión de operación: Comprueba que la presión dentro del sistema de gas esté dentro de los límites seguros y adecuados para su operación.	
6.4	Inspección de dispositivos de seguridad y reguladores: Evalúa los dispositivos de seguridad y reguladores para garantizar su correcto funcionamiento y la seguridad del sistema.	
7.1	7. Aspectos Adicionales: Revisa toda la documentación relacionada y las autorizaciones necesarias para el proyecto, garantizando el cumplimiento de todos los requisitos legales y técnicos.	
7.2	Cumplimiento de normas técnicas aplicables: Confirma que la instalación cumpla con todas las normas técnicas relevantes para la distribución y uso de gas natural.	
7.3	Instalación de medidores y reguladores definitivos: Verifica la correcta instalación de medidores y reguladores, asegurando su funcionamiento adecuado y preciso.	
7.4	Aprobación del diseño antes de iniciar la instalación: Asegura que el diseño haya sido aprobado por las autoridades pertinentes antes de comenzar cualquier trabajo de instalación.	
7.5	Observaciones y notas relevantes: Espacio para anotar cualquier observación o nota relevante que pueda surgir durante la revisión y que requiera atención adicional.	
8.1	8. Aprobación y Revisión: Confirma que la revisión ha sido realizada y documentada por un profesional autorizado, garantizando la trazabilidad y	
	responsabilidad del proceso.	
8.2	Aprobación final del diseño y la instalación: Espacio para la aprobación final, indicando que todos los requisitos y estándares han sido cumplidos y la instalación está lista para su	

uso.

4.3 Estructurar un manual para la interventoría técnica en la instalación de redes internas y externas de gas domiciliario, comercial e industrial.

El Manual de Interventoría Técnica para la Construcción de Redes de Gas Domiciliario, Comercial e Industrial. Este manual ha sido diseñado para proporcionar una guía exhaustiva y detallada para la supervisión y control de las actividades relacionadas con la construcción y mantenimiento de redes de gas. Su propósito es asegurar que todas las operaciones se realicen de acuerdo con las más altas normas de seguridad, calidad y eficiencia, cumpliendo con todas las normativas y estándares aplicables.

El ámbito de este manual abarca un espectro amplio de actividades, desde la planificación inicial y la revisión de diseños, hasta la inspección de la instalación y las pruebas de funcionamiento. Se enfoca particularmente en las medidas de seguimiento y control necesarias para garantizar que cada etapa de la construcción de redes de gas domiciliario se ejecute de manera segura y eficiente, minimizando los riesgos y maximizando la eficacia del servicio proporcionado.

La interventoría técnica es un componente crítico en la construcción de infraestructuras de gas, ya que asegura el cumplimiento de las especificaciones técnicas, las regulaciones legales y las prácticas de seguridad. Este manual es una herramienta indispensable para interventores, ingenieros, técnicos y todos los profesionales involucrados en la construcción y mantenimiento de redes de gas. A través de este manual, se establecen procedimientos claros y detallados para la supervisión y control de las obras, garantizando que cada proyecto cumpla con los requisitos

normativos y satisfaga las necesidades de los usuarios finales de manera segura y confiable.

Este documento está estructurado para proporcionar una referencia fácil y accesible, que guíe paso a paso a los profesionales a través de los diversos aspectos de la interventoría técnica en proyectos de gas. Con un enfoque en la prevención, mantenimiento y solución de problemas, este manual es una contribución valiosa para mantener la integridad, seguridad y eficiencia de las redes de gas en Colombia.

Introducción. Propósito y Alcance: Define el objetivo principal del manual, explicando su aplicación en proyectos de gas domiciliario, comercial e industrial. Detalla el alcance de la interventoría, incluyendo los tipos de instalaciones cubiertas.

Definiciones Clave: Presenta un glosario de términos técnicos y legales relevantes para facilitar la comprensión del manual.

Marco Normativo y Legal. Normativas Aplicables: Enumera y explica las leyes, normas y estándares nacionales e internacionales (como las NTC) que rigen las instalaciones de gas.

Requisitos Legales: Detalla los aspectos legales, incluyendo permisos, licencias y regulaciones de seguridad que deben cumplirse.

Roles y Responsabilidades. Estructura de la Interventoría: Describe los roles del equipo de interventoría, incluyendo las responsabilidades específicas del interventor, contratistas,

ingenieros y técnicos.

Planificación y Preparación de la Interventoría. Revisión de Diseños y Planos:

Instrucciones para revisar y aprobar planos y diseños de instalaciones de gas.

Verificación de Permisos: Guía para la verificación de toda la documentación legal necesaria.

Preparativos para la Inspección: Lista de herramientas y equipos necesarios para realizar inspecciones eficientes y efectivas.

Procedimientos de Interventoría. Inspección de Materiales y Equipos: Procedimientos para verificar la calidad y conformidad de los materiales y equipos utilizados.

Técnicas de Instalación: Guía detallada para inspeccionar las técnicas de instalación y su adhesión a las normativas.

Pruebas y Ensayos: Descripción de las pruebas necesarias para garantizar la integridad y seguridad de las instalaciones.

Instalaciones Externas. Inspección de Redes Principales: Procedimientos específicos para la inspección de redes troncales, anillos y acometidas.

Verificación de Seguridad: Instrucciones para garantizar que las instalaciones externas

cumplan con las medidas de seguridad establecidas.

Instalaciones Internas. Inspección de Componentes: Detalles sobre cómo inspeccionar tuberías internas, accesorios y conexiones.

Seguridad y Ventilación: Directrices para asegurar la ventilación adecuada y la seguridad en la instalación de artefactos a gas.

Gestión de Riesgos y Seguridad. Identificación de Riesgos: Proceso para identificar y evaluar riesgos potenciales en las instalaciones.

Medidas de Seguridad: Directrices para implementar protocolos de seguridad y emergencia efectivos.

Documentación y Reportes. Registro de Inspecciones: Procedimientos para documentar todas las inspecciones y hallazgos.

Elaboración de Informes: Guía para la redacción de informes detallados y manejo de no conformidades.

Capítulo 5. Conclusiones

La supervisión detallada ejercida por las entidades de interventoría en Colombia juega un papel crucial en el monitoreo y control técnico durante todas las fases del diseño y construcción de redes de gas domiciliario. La estrecha colaboración entre los equipos de construcción y los supervisores se convierte en un elemento determinante para asegurar la conformidad con las normativas y estándares establecidos. Esta colaboración no solo garantiza la calidad de las instalaciones, sino que también refuerza la seguridad operativa, crucial en un entorno donde la manipulación de gases inflamables impone desafíos particulares.

El marco legal colombiano emerge como un pilar fundamental para el éxito de los proyectos de construcción de redes de gas domiciliario. La comprensión profunda y actualizada de las regulaciones vigentes no solo es esencial para evitar posibles inconvenientes legales, sino que también contribuye de manera directa a la seguridad estructural y operativa de las instalaciones. El cumplimiento riguroso de estas normativas no solo protege la integridad de las obras, sino que también salvaguarda la salud y seguridad de los trabajadores, aspecto prioritario en entornos donde el manejo de gases inflamables agrega complejidad a las labores cotidianas.

La gestión integral de la seguridad y salud en el trabajo adquiere una importancia crítica en proyectos de construcción de redes de gas domiciliario, dado el riesgo inherente asociado con la manipulación de gases inflamables. La implementación de prácticas y protocolos específicos diseñados para prevenir riesgos laborales se convierte en un pilar esencial. La capacitación continua del personal no solo fortalece la conciencia de seguridad, sino que también contribuye a

la creación de un entorno laboral seguro. Esta atención meticulosa a la seguridad no solo mitiga posibles incidentes, sino que también establece un estándar elevado para la ejecución exitosa y sostenible de proyectos en esta área altamente especializada.

Capítulo 6. Recomendaciones

Es fundamental la creación de un manual técnico que proporcione guías claras y detalladas para la supervisión e interventoría de las instalaciones de redes de gas. Este manual debería incluir procedimientos estandarizados para la revisión técnica en campo, abarcando desde el diseño de la red hasta la ejecución del proyecto, asegurando así que se cumplan todas las normativas y estándares de calidad. Además, debería ser fácilmente comprensible para garantizar una adecuada interpretación y aplicación por parte de supervisores e ingenieros.

Implementar programas de capacitación y certificación para los interventores y constructores de redes de gas. Esto asegurará que tengan el conocimiento y las habilidades necesarias para comprender y aplicar correctamente las normas técnicas y los procedimientos descritos en el manual técnico. La formación debe incluir aspectos de seguridad, uso adecuado de materiales y técnicas de construcción, así como la comprensión de la importancia de seguir las especificaciones técnicas para prevenir errores y garantizar la seguridad.

Desarrollar listas de chequeo (checklists) detalladas para la interventoría técnica, que incluyan todos los aspectos clave del proceso de instalación de las redes de gas. Estas listas servirán como una herramienta de revisión sistemática para asegurar que todas las fases del proyecto cumplan con los estándares requeridos. Además, se debería establecer un proceso de revisión continua de estas listas para adaptarlas a los cambios en la normativa y las mejores prácticas de la industria.

Referencias

- Arteaga, J. C., & Flores, D. (2002). *Una nota sobre la regulación del precio del gas en México*. Trimestre Economico, 69(1), 115–121. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0036340489&partnerID=40&md5=b1d168de771c03fc1ce265e856f3e147>
- Belyadi, H., & Haghighat, A. (2021). Chapter 6 - Neural networks and Deep Learning. In H. Belyadi & A. Haghighat (Eds.), *Machine Learning Guide for Oil and Gas Using Python* (pp. 297–347). Gulf Professional Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821929-4.00008-1>
- Candelaresi, D. & Spazzafumo, G. (2023). *Production of Substitute Natural Gas Integrated with Allam Cycle for Power Generation*. *Energies*, 16(5). <https://doi.org/10.3390/en16052162>
- Di Sante, S. G., Castelnuevo, M. Di, & Rubino, A. (2021). Chapter 4 - Energy transportation: gas. In A. Rubino, A. Sapio, & M. La Scala (Eds.), *Handbook of Energy Economics and Policy* (pp. 153–191). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814712-2.00004-X>
- Dvorkin, V., Ratha, A., Pinson, P., & Kazempour, J. (2022). *Stochastic Control and Pricing for Natural Gas Networks*. *IEEE Transactions on Control of Network Systems*, 9(1), 450–462. <https://doi.org/10.1109/TCNS.2021.3112764>
- Gases de Occidente. (2021). *Procedimiento de construcción de instalaciones internas de gas por parte de un constructor independiente por Gases de Occidente*. Calí: Gases de Occidente. Obtenido de <https://www.gdo.com.co/Documents/PROCEDIMIENTOS/Procedimiento-construccion-instalaciones-internas-gas.pdf>
- Gongora, J. (2016). *Manual para el ingeniero civil diseño, construcción y supervisión de*

- gasoductos en edificaciones*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada [tesis de pregrado].
- Jiang, H., Gao, P., & Li, H. (2023). *Optimization of co-production process of cryogenic helium concentration and liquefied natural gas*. *Applied Thermal Engineering*, 225, 120153. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2023.120153>
- Ministerio de Minas y Energía (2005). *Unidad de Planeación Minero Energética. La cadena del Gas Natural en Colombia*. Volumen (1) pág. 111.
- Ministerio de Minas y Energía (2015). *Unidad de Planeación Minero Energética. Balance del Gas Natural en Colombia 2016-2025*. Volumen (1) pág. 33.
- Mouli-Castillo, J., Haszeldine, S. R., Kinsella, K., Wheeldon, M., & McIntosh, A. (2021). *A quantitative risk assessment of a domestic property connected to a hydrogen distribution network*. *International Journal of Hydrogen Energy*, 46(29), 16217–16231. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.02.114>
- Park, K., & Kim, J. (2022). *Neural-Gas Network-Based Optimal Design Method for ERT- Based Whole-Body Robotic Skin*. *IEEE Transactions on Robotics*, 38(6), 3463–3478. <https://doi.org/10.1109/TRO.2022.3186806>
- Qiao, W., Liu, W., & Liu, E. (2021). *A combination model based on wavelet transform for predicting the difference between monthly natural gas production and consumption of U.S. Energy*, 235, 121216. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121216>
- Romay, O., Sanchez-Garduno, J. L., & Fuerte-Esquivel, C. R. (2020a). *Unified state estimation in integrated natural gas and electricity networks*. *2020 IEEE International Autumn Meeting on Power, Electronics and Computing, ROPEC 2020*. <https://doi.org/10.1109/ROPEC50909.2020.9258722>

- Romay, O., Sanchez-Garduno, J. L., & Fuerte-Esquivel, C. R. (2020b). *Unified state estimation in integrated natural gas and electricity networks. 2020 IEEE International Autumn Meeting on Power, Electronics and Computing, ROPEC 2020*.
<https://doi.org/10.1109/ROPEC50909.2020.9258722>
- Saenz Plazas, J. A. (2017). *Manual de normas técnicas colombianas, para construcción e interventoría de redes internas de suministro de gas natural residencial*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada [Tesis de Pregrado]. Obtenido de
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16872/SaenzPlazasJannaAlexandra2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Sector de Minas y Energía en Colombia (2014) *Lugar de publicación: Ecopetrol*.
<http://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/ecopetrol-web/nuestra-empresa/servicios-de-informacion-al-ciudadano/sector-de-minas-y-energia-en-colombia>
- Wang, Y., Wang, J., Gao, M., Zhang, D., Liu, Y., Tan, Z., & Zhu, J. (2021). *Cost-based siting and sizing of energy stations and pipeline networks in integrated energy system. Energy Conversion and Management*, 235, 113958.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.113958>
- Xiao, Y., Wu, S., Xia, H., Zhang, J., Ding, L., Bao, X., Tang, Y., & Qi, Y. (2023). *Simulation of and multi-aspect study of a novel trigeneration process for crude helium, liquefied natural gas, and methanol production; operation improvement and emission reduction. fuel*, 347, 128402. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.128402> Zakikhani,