

## ANEXO 1

### DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO

### SELECCIÓN DE UN INVERSIONISTA PARA EL DISEÑO, ADQUISICIÓN DE LOS SUMINISTROS, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL GASODUCTO BUENAVENTURA - YUMBO

### DOCUMENTOS DE SELECCIÓN DEL INVERSIONISTA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME XXX - 2018

Bogotá D. C., Mayo de 2018

## ÍNDICE

1			
2			
3			
4	<b>1</b>	<b>CONSIDERACIONES GENERAL.....</b>	<b>4</b>
5	1.1	Requisitos Técnicos Esenciales.....	4
6	1.2	Definiciones.....	5
7	<b>2</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>6</b>
8	2.1	Descripción de obras.....	7
9	2.2	Punto de conexión del proyecto .....	7
10	<b>3</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES.....</b>	<b>9</b>
11	3.1	Principales características técnicas del proyecto .....	9
12	3.2	Licencias y Permisos.....	9
13	3.3	Área a intervenir en la construcción del gasoducto .....	10
14	3.4	Conexión del gasoducto al Sistema Nacional de Transporte (SNT) .....	10
15	3.5	Materiales y equipos .....	11
16	3.5.1	Normas para Fabricación de los Equipos .....	11
17	3.5.2	Pruebas en Fábrica .....	11
18	3.6	Desarrollo de las Ingenierías básica y de detalle .....	12
19	3.6.1	Procedimiento General del Diseño .....	12
20	3.6.2	Documentos de Ingeniería Básica: .....	13
21	3.6.3	Documentos de la Ingeniería de Detalle: .....	13
22	3.7	Construcción del Gasoducto – Infraestructura .....	14
23	3.7.1	Mano de Obra.....	14
24	3.7.2	Equipos y Herramientas .....	14
25	3.7.3	Calidad de los trabajos .....	15
26	3.7.4	Señales y Protecciones. ....	16
27	3.7.5	Señales de Tránsito.....	17
28	3.7.6	Pasos Temporales Peatonales y para Vehículos: .....	17
29	3.7.7	Vallas de Identificación: .....	17
30	3.7.8	Sistemas de información y comunicación social.....	18
31	3.7.9	Especificaciones técnicas generales para el desarrollo de obras mecánicas. ....	18
32	3.7.10	Especificaciones técnicas generales para el desarrollo de obras civiles 21	
33	3.7.11	Especificaciones técnicas generales para el desarrollo de obras eléctricas .....	21
34	3.7.12	Especificaciones técnicas generales para el Desarrollo de Obras de instrumentación y control.....	22
35	3.8	Criterios de diseño para tubería .....	25
36	3.8.1	Bridas .....	26
37	3.8.2	Válvulas .....	26
38			
39			
40			
41			

1	3.8.3	Protección Catódica.....	27
2	3.8.4	Camas anódicas .....	30
3	3.8.5	Rectificador de Corriente .....	30
4	3.8.6	Puesta a Tierra .....	31
5	3.8.7	Bridas Aislantes .....	31
6	3.8.8	Instalación de rectificadores .....	31
7	<b>4</b>	<b>Códigos, Normas, Estándares y Documentos Referencia.....</b>	<b>33</b>
8	4.1	Códigos y Estándares .....	33
9	4.2	Sistema de Unidades .....	33
10	4.3	MAGNITUDES Y UNIDADES DERIVADAS.....	34
11	4.4	TIPOS DE TUBERÍAS COMERCIALES.....	36
12	<b>5</b>	<b>ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO</b>	<b>39</b>
13	5.1	Prueba Hidrostática.....	39
14	5.1.1	Diseño de la prueba / procedimiento escrito.....	40
15	5.1.2	Seguridad industrial .....	41
16	5.2	<i>Precommissioning</i> (Pre-arranque) .....	43
17	5.3	<i>Commissioning</i> (Listo para la puesta en marcha) .....	44
18	5.4	<i>Start - Up</i> (puesta en marcha) .....	44
19	5.4.1	Información Requerida para la Puesta en Servicio.....	44
20	<b>6</b>	<b>ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN.....</b>	<b>46</b>
21	<b>7</b>	<b>INFORMACIÓN ESPECÍFICA .....</b>	<b>47</b>
22	<b>8</b>	<b>FIGURAS .....</b>	<b>48</b>
23			

## ANEXO 1

### 1 CONSIDERACIONES GENERAL

Las expresiones que figuren en mayúsculas y negrita, que no se encuentren expresamente definidas en el presente documento, tendrán el significado que se les atribuye en los Documentos de Selección del Inversionista DSI de las Convocatorias Públicas UPME XXXXX – 2018.

Toda mención efectuada en este documento a "Anexo", "Apéndice", "Capítulo", "Formulario", "Formato", "Literal", "Numeral", "Subnumeral" y "Punto" se deberá entender efectuada a anexos, apéndices, capítulos, formularios, literales, numerales, subnumerales y puntos del presente documento, salvo indicación expresa en sentido contrario.

Las expresiones que figuren en mayúsculas y que no se encuentren expresamente definidas en el presente documento o en los Documentos de Selección del Inversionista DSI, corresponden a normas legales u otras disposiciones jurídicas colombianas.

Las especificaciones de diseño, construcción, montaje y las características técnicas de los equipos e instalaciones deben cumplir con los requisitos técnicos establecidos en el presente Anexo No. 1 de los Documentos de Selección del Inversionista DSI, los aplicables en el RUT (Reglamento Único de Transporte de Gas Natural) establecido por la CREG (Resolución 071 de 1999 y sus actualizaciones) y en la norma NTC 3728 y todas sus modificaciones vigentes en la fecha de ejecución de los diseños.

Adicionalmente, se deberá considerar las condiciones técnicas existentes en los puntos de conexión de tal forma que los diferentes sistemas sean compatibles y permitan la operación según los estándares de seguridad, calidad y confiabilidad establecidos en la Normatividad Aplicable.

#### 1.1 Requisitos Técnicos Esenciales

Como Requisitos Técnicos Esenciales del Proyecto las especificaciones de diseño, construcción, montaje, pruebas y las características técnicas de los equipos e instalaciones deben cumplir con los requisitos técnicos establecidos en el presente Anexo No. 1 de los Documentos de Selección del Inversionista DSI. Los trabajos debe contar con un diseño, efectuado por el profesional(es) competente(s) para desarrollar esa actividad.

En los aspectos a los que no hacen referencia los documentos citados, el Inversionista deberá ceñirse a lo indicado en criterios de ingeniería y normas internacionales de reconocido prestigio, copia de los cuales deberán ser relacionadas, informadas y documentadas al Auditor. Los criterios de ingeniería y normas específicas adoptadas para el Proyecto deberán cumplir, en todo caso, con lo establecido en los Documentos de Selección del Inversionista DSI, las normas Técnicas Colombianas, la regulación de la Comisión de Regulación de Energía Gas (CREG), los reglamentos técnicos que expida el Ministerio de Minas y Energía (MME) y el plan de abastecimiento de gas natural. El Inversionista deberá aplicar las normas, estándares, reglamentos técnicos y regulación, incluyendo su versión o actualización más reciente vigente al momento de desarrollar cada actividad.

## 1.2 Definiciones

Las expresiones que figuren con letra mayúscula inicial tendrán el significado establecido en el Numeral 1.1 de los Documentos de Selección del Inversionista DSI.

## 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto consiste en el diseño, adquisición de los suministros, construcción, pruebas, puesta en servicio, operación y mantenimiento de las obras asociadas al Gasoducto Buenaventura – Yumbo, definida en el Plan Transitorio de Abastecimiento de Gas Natural y adoptada por el Ministerio de Minas y Energía mediante la Resolución 40006 de 2017, el cual comprende las siguientes obras:

- I. Una (1) estación de transferencia de custodia de recibo desde la planta regasificadora del Pacífico que entregará un caudal de 400 MPCD, en condiciones según RUT.
- II. Un (1) gasoducto subterráneo de 30 pulgadas de diámetro con una capacidad de 450 MPCD y una longitud aproximada de 110 Km, que recibirá el gas entregado en condiciones RUT por la planta regasificadora ubicada en un punto de la bahía de Buenaventura a definir por el Inversionista y lo transportará a un punto de entrega al Sistema Nacional de Transporte (“SNT”) a definir por el inversionista ubicado en el área de estudio en el municipio de Yumbo – Valle del Cauca definida en el documento de alertas tempranas. Estas obras incluirán todo lo referente a las válvulas de seccionamiento requeridas según norma NTC 3728, así mismo se tendrán en cuenta los sistemas de control, seguridad y comunicaciones.
- III. Una (1) estación de transferencia de custodia de entrega al SNT actual en el área de influencia del municipio de Yumbo.
- IV. En general, todos los elementos y adecuaciones tanto civiles, mecánicas, eléctricas, de instrumentación, físicas y de cualquier otro tipo, necesarias para cumplir con el objeto de la presente Convocatoria durante la construcción, operación y mantenimiento de las obras, garantizando siempre su compatibilidad con la infraestructura existente y el medio ambiente.

**NOTAS:** Las siguientes notas tienen carácter vinculante frente al alcance de la presente Convocatoria Pública UPME XXX-2018

- a. Todos los equipos o elementos a instalar, por motivo de la presente Convocatoria Pública UPME, deberán ser completamente nuevos y de última tecnología.
- b. Están a cargo del Inversionista todos los elementos necesarios para el construcción, operación y mantenimiento de las obras, como por ejemplo sistemas de control, protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada, sin limitarse a estos, y debe garantizar su compatibilidad con la infraestructura existente. En general, el Inversionista se debe hacer cargo de



las adecuaciones necesarias para cumplir con el alcance del presente Proyecto.

- c. La UPME pondrá a disposición de los Interesados la información técnica, condiciones de conexión y demás información remitida por los propietarios de la infraestructura existente ubicada dentro del área de estudio. Información específica que no se publique en la página WEB, puede ser solicitada en oficinas de la UPME, sin detrimento a lo anterior, el Inversionista podrá consultar a los propietarios de la infraestructura de manera directa. La información suministrada por la UPME no representa ninguna limitante y deberá ser evaluada por el Inversionista para lo de su interés, en concordancia con los DSI, en especial con los numerales 5.5. Estudios Propios y 5.6. Responsabilidad.
- d. El Inversionista, buscando una disposición con alto nivel de confiabilidad podrá modificar la disposición de la estación de recibo, estación de entrega, gasoducto, esquema del bunker. Si la propuesta de modificación presentada involucra o afecta a terceros como otros usuarios o al propietario de la infraestructura del SNT existente, deberán establecerse acuerdos previos a la solicitud.
- e. Corresponde a los involucrados en el SNT objeto de la presente convocatoria, llegar a acuerdo para la ubicación y disposición física de los equipos necesarios del Gasoducto Buenaventura-Yumbo. En cualquier caso, se debe garantizar una disposición de alto nivel de confiabilidad.

## 2.1 Descripción de obras

El Inversionista deberá hacerse cargo de la selección y adquisición del (los) lote(s) o servidumbres (según se requiera), del diseño, de la construcción, de la operación y del mantenimiento de las obras descritas en el numeral 2.

El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad del gasoducto Buenaventura – Yumbo, en funcionalidad y en aspectos de presión, temperatura, comunicaciones, control y válvulas con la infraestructura del Sistema Nacional de Transporte donde se va a conectar.

Los equipos o elementos a instalar en el gasoducto Buenaventura – Yumbo deberán ser completamente nuevos y de última tecnología.

## 2.2 Punto de conexión del proyecto

El inversionista seleccionado, además de ser responsable de el(los) predio(s) y/o el(los) espacio(s) para la construcción de las obras objeto de la presente

- 1 convocatoria, independiente de la modalidad (compra, arrendamiento, servidumbre,  
2 etc.) deberá tener en cuenta lo definido en el RUT (Resolución CREG 071 de 1999  
3 y sus actualizaciones), en la NTC 3728 y en la norma ASME B 31.8 y sus  
4 respectivas actualizaciones. Así mismo, el Inversionista es el responsable de  
5 cumplir con las condiciones de conexión exigidas por la Normatividad Aplicable y  
6 por el transportador incumbente operador de la infraestructura existente en el SNT.  
7  
8 Cuando el Inversionista seleccionado considere la necesidad de hacer  
9 modificaciones a la infraestructura existente, deberá acordar estas modificaciones  
10 con el responsable y propietario de los respectivos activos.



### 3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

El Auditor informará de manera independiente a al Ministerio de Minas y Energía, la CREG, la UPME y la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, el cumplimiento de las especificaciones técnicas consignadas en el presente Anexo, en los términos de los Documentos de Selección y en la Normatividad Aplicable.

El inversionista seleccionado correspondiente deberá adoptar los controles y medidas para preservar el bienestar y la seguridad de la población.

#### 3.1 Principales características técnicas del proyecto

A continuación se describen las principales características técnicas del proyecto:

Características	Norma / Condición
Norma general de diseño del gasoducto:	ASME B 31.8, NTC 3728
Clasificación de área eléctrica:	NFPA STD 80
Regulación Ambiental:	Ley 99 y sus decretos reglamentarios.
Regulación de Seguridad:	NFPA, RETIE.
Tiempo de vida del gasoducto (años):	20
Capacidad:	450 MPCD
Diámetro:	30 Pulgadas
Presión de entrega de planta regasificadora:	Según se indica en el Anexo 1 de la planta de regasificación y de conformidad con la MPOP establecida en la Normativa Técnica Colombiana y garantizando que se dé cumplimiento a lo estipulado en el RUT.

#### 3.2 Licencias y Permisos

La consecución de todas las licencias y permisos para la construcción y operación del Gasoducto Buenaventura – Yumbo son total responsabilidad del Inversionista. Se debe considerar lo establecido en la Normatividad Aplicable.

### 3.3 Área a intervenir en la construcción del gasoducto

El Inversionista seleccionado, es el responsable de realizar investigaciones detalladas y consultas a las Autoridades competentes en materia de asuntos ambientales, con los diferentes Planes de Ordenamiento Territorial que se puedan ver afectados, con las restricciones para la construcción en el área de influencia del Proyecto, consultas con comunidades y, en general, con todo tipo de restricciones y reglamentaciones existentes. Se deberá tener en cuenta que pueden existir exigencias y/o condiciones de orden nacional, regional o local las cuales deberá tener en cuenta el inversionista.

El Inversionista tramitará, bajo su total responsabilidad, los permisos y licencias a que hubiere lugar, dentro de los cuales se deberán considerar las facilidades para los accesos, los equipos a utilizar y las diferentes obras a desarrollar.

El Inversionista podrá consultar el documento **ANÁLISIS ÁREA DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO GASODUCTO BUENAVENTURA - YUMBO**, el cual suministra información secundaria de referencia para el Proyecto. El objeto de este documento es dar a conocer a los inversionistas interesados un análisis preliminar de las componentes bióticas, abióticas y sociales dentro del área de estudio identificada. Este es un documento ilustrativo para los interesados, que no determina las condiciones para la ejecución del Proyecto.

El Proponente que, en ejercicio de la libertad de empresa y la libre iniciativa privada, presente propuesta para la ejecución del Proyecto, asume en su integridad los riesgos inherentes al mismo. Los Proponentes basarán sus propuestas en sus propios análisis, estudios, investigaciones, exámenes, inspecciones y consultas ante las Autoridades.

### 3.4 Conexión del gasoducto al Sistema Nacional de Transporte (SNT)

La celebración de contratos de conexión será responsabilidad del Inversionista y en ellos se reflejarán los acuerdos técnicos, administrativos, comerciales y operativos a los que se llegue con el propietario u operador de la infraestructura existente del SNT a la cual se conectará el Gasoducto Buenaventura Yumbo.

La fecha para haber llegado a los acuerdos y la correspondiente firma de los contratos de conexión que garanticen la operabilidad del proyecto se deberá reflejar como un Hito en el cronograma del Proyecto.

El Contrato de Conexión deberá dar cumplimiento a la Normatividad Aplicable, lo cual deberá ser certificado por el Inversionista. Copia de este contrato deberá entregarse al Auditor.

El Inversionista deberá proveer los equipos necesarios para hacer que el Proyecto Gasoducto Buenaventura – Yumbo sea completamente compatible y funcional en aspectos de comunicaciones, control y protección con la infraestructura existente que pueda verse afectada por el desarrollo del Proyecto.

### **3.5 Materiales y equipos**

Todos los equipos y materiales incorporados al Proyecto Gasoducto Buenaventura - Yumbo deben ser nuevos y de la mejor calidad, de última tecnología y fabricados bajo normas internacionales y sello de fabricación, libres de defectos e imperfecciones.

Todos los materiales usados deberán contar con certificado de producto. El Inversionista deberá presentar para fines pertinentes al Auditor, los documentos que le permitan verificar dicha circunstancia.

#### **3.5.1 Normas para Fabricación de los Equipos**

El Inversionista seleccionado deberá suministrar equipos en conformidad con la última edición de las Normas nacionales e internacionales vigentes para el sector de Hidrocarburos.

#### **3.5.2 Pruebas en Fábrica**

Una vez el Inversionista seleccionado haya definido los equipos a utilizar, deberá entregar al Auditor copia de los reportes de las pruebas en fábrica que satisfagan las normas nacionales e internacionales vigentes.

En caso de que en las pruebas las pruebas en fábrica se determine que un equipo incumple los parámetros necesarios para que el Proyecto cumpla con el Plan de Abastecimiento o los DSI, lo informará como un incumplimiento de los requisitos técnicos en la forma indicada en el inciso segundo del literal a) del artículo 24 de la Resolución CREG 107 de 2017, con las consecuencias previstas en la Normatividad Aplicable. Se entenderá que la desviación fue corregida cuando se haga una nueva prueba que cumpla los parámetros aplicables. De la misma manera se procederá en caso de que las pruebas no cumplan con las normas técnicas aplicables.

## 3.6 Desarrollo de las Ingenierías básica y de detalle

### 3.6.1 Procedimiento General del Diseño

El Inversionista preparará las Especificaciones Técnicas que gobernarán el desarrollo total del Proyecto. En este documento se consignará toda la normatividad técnica, que deberá incluir como mínimo y sin limitarse a lo siguiente:

- i. Las especificaciones para llevar a cabo la programación y control del desarrollo de los trabajos.
- ii. Las especificaciones y procedimientos para adelantar el Control de Calidad en todas las fases del Proyecto.
- iii. Las definiciones a nivel de Ingeniería Básica tales como: resultados de estudios del sistema nacional de transporte de gas natural; parámetros básicos de diseño (flujos, presiones, temperaturas, distancias de aislamiento, riesgos, etc); corredor de construcción del gasoducto, hojas de datos de los equipos; diagramas unifilares generales; especificaciones técnicas detalladas de los equipos y materiales; filosofía de control, unidades de medición para transferencia de custodia, selección de tipo de válvulas SDV, etc.
- iv. Las especificaciones de la Ingeniería de Detalle a desarrollar.
- v. Los procedimientos y especificaciones de pruebas en fábrica.
- vi. Los procedimientos de transporte, almacenamiento y manejo de equipos y materiales.
- vii. Los procedimientos de construcción y montaje.
- viii. Los procedimientos de intervención sobre equipos existentes.
- ix. Los procedimientos y especificación de pruebas en campo.
- x. Los procedimientos para efectuar las pruebas funcionales del gasoducto.
- xi. Los procedimientos para desarrollar las pruebas de puesta en servicio.
- xii. Los procedimientos de puesta en servicio del Proyecto.
- xiii. Los procedimientos de operación y mantenimiento.

Las Especificaciones Técnicas podrán desarrollarse, en forma parcial y continuada, de tal forma que se vayan definiendo paso a paso todos los aspectos del Proyecto, para lograr en forma acumulativa el Documento Final o definitivo que vaya regirá la ejecución del Proyecto.

Todas las actividades de diseño, suministro, construcción, montaje y pruebas deben estar incluidas en las especificaciones técnicas del Proyecto y el Inversionista debe entregarlas al Auditor.

El Auditor presentará dentro de su informe deberá detallar y confirmar la inclusión de todas y cada una de las actividades mencionadas. En la información que el Inversionista debe entregar al Auditor se consignará la lista de documentos previstos para el Proyecto representados en especificaciones, catálogos, planos, memorias de cálculos y reportes de pruebas.

Los documentos serán clasificados como: documentos de Ingeniería Básica; documentos de Ingeniería de Detalle; memorias de cálculos a nivel de Ingeniería Básica y de Detalle; documentos de seguimiento de los Suministros; documentos que especifiquen la pruebas en fábrica y en campo; los procedimientos de montaje y puesta en servicio del gasoducto y de la operación y mantenimiento. La lista y clasificación de la documentación debe ser preparada por el Inversionista seleccionado y entregada a la Auditoría.

### 3.6.2 Documentos de Ingeniería Básica:

Son aquellos que definen los parámetros básicos del Gasoducto; dan a conocer el alineamiento y dimensionamiento del mismo; determinan las características para la adquisición de la tubería, válvulas y equipos asociados; especifican la filosofía de control, medición, protección y comunicaciones; establecen la implantación física de las obras; especifican las previsiones para el desarrollo futuro del Proyecto; establecen las reglas para efectuar la Ingeniería de Detalle e incluye las memorias de cálculos que soportan las decisiones de Ingeniería Básica.

Todos los documentos de Ingeniería Básica serán entregados por el Inversionista seleccionado al Auditor para su revisión, verificación del cumplimiento de condiciones.

### 3.6.3 Documentos de la Ingeniería de Detalle:

Son los necesarios para efectuar la construcción y el montaje del Gasoducto y sus obras complementarias (estaciones de recibo y entrega, válvulas SDV, sistemas de medición para transferencia de custodia, etc.); permiten definir y especificar cantidades y características de materiales a granel e incluye todas las memorias de cálculos que soporten las decisiones en esta fase de ingeniería.

Se fundamentará en las especificaciones de Ingeniería de Detalle que se emitan en la fase de Ingeniería Básica.

Todos los documentos de Ingeniería de Detalle serán entregados por el Inversionista seleccionado al Auditor para su revisión, verificación del cumplimiento de condiciones. Los documentos que especifiquen y muestren los resultados de las pruebas en fábrica y en campo, la puesta en servicio, la operación del Gasoducto y el mantenimiento, serán objeto de revisión por parte de la Auditoría.



### 3.7 Construcción del Gasoducto – Infraestructura

Como parte del Proyecto, el Inversionista deberá implementar todas las obras y equipos constitutivos del Gasoducto Buenaventura - Yumbo, bajo los estándares mínimos que se describen en estos DSI.

El Inversionista debe prever el espacio necesario para el desarrollo del derecho de vía y de las estaciones de recibo y entrega que se requieren para las conexiones a la planta de regasificación y al gasoducto receptor del SNT, junto con los espacios de acceso, vías internas y edificios, según se requiera, considerando la disponibilidad de espacio en los predios a adquirir y las eventuales restricciones o condicionantes que establezca el ordenamiento territorial en el área, igualmente estarán a cargo del Inversionista, y según se requiera, las vías de acceso a estos predios y las adecuaciones que sean necesarias.

El Inversionista deberá suministrar todos los elementos necesarios para el desarrollo de la infraestructura con el objeto de garantizar la completa y segura operabilidad del proyecto Gasoducto Buenaventura – Yumbo.

#### 3.7.1 Mano de Obra

La mano de obra será calificada y ejecutada por personal idóneo y experimentado.

El Inversionista deberá suministrar todos los elementos necesarios para su seguridad y el cumplimiento de la Normatividad Aplicable y exigirá su uso.

Sea cual fuere la naturaleza del personal a ocupar, su estadía en obra está supeditada al cumplimiento de todas las normas laborales vigentes. Todo el personal sea cual fuere la naturaleza del vínculo con la obra, está en la obligación de acatar todas las disposiciones que en ella rijan en lo que tiene que ver con seguridad industrial, salud ocupacional, procedimientos técnicos y buenas prácticas.

#### 3.7.2 Equipos y Herramientas

El Inversionista deberá poner al servicio del Proyecto los equipos adecuados y suficientes para el cumplimiento del cronograma, la Curva S, el plan de abastecimiento de as natural y los DSI.

Los equipos y herramientas a utilizar deben estar en buen estado y condiciones de higiene y seguridad, adecuadas para la labor contratada, acorde con la clasificación donde se realizará el trabajo y debidamente certificados.

El Inversionista deberá implementar un programa de mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo que se utilicen en la obra. Si esta maquinaria o equipo es alquilado o contratado a otra empresa, se le deberá exigir a la misma que presente los respectivos certificados de mantenimientos preventivos.

Los equipos, máquinas, herramientas e implementos de trabajo solo serán operados por personal calificado y autorizado. Todos los equipos, máquinas y herramientas e implementos de trabajo deberá estar dotados con los dispositivos, instructivos, controles y señales de seguridad exigidos o recomendados por los fabricantes.

Todo equipo de tracción deberá ir bien asegurado mediante estribos o cualquier otro medio.

Las diferenciales se verificarán en capacidad y funcionamiento.

El Inversionista suministrará a sus trabajadores, en perfecto estado, las herramientas apropiadas requeridas para cada labor específica y todas las escaleras, andamios, diferenciales, poleas, grilletes, cuerdas, cables, eslingas, bloques, palancas, láminas, tablonés y demás accesorios necesarios para cada trabajo, de la calidad y en la cantidad requerida para que éste se pueda realizar con seguridad, minimizando el riesgo de accidente.

Todas las escaleras, andamios, pasarelas y cualquier otro lugar elevado o a orillas de las excavaciones que sirvan de acceso al personal deberán estar protegidos por barandillas o pasamanos rígidos, resistentes y robustos y deberán cumplir con la normatividad vigente en materia de seguridad industrial y salud ocupacional.

Las herramientas deberán ser utilizadas para las funciones propias para las cuales fueron diseñadas y no deberán manipularse para hacer funciones propias de otras herramientas. Las herramientas manuales con puntas agudas estarán provistas de resguardos cuando no se utilicen.

### 3.7.3 Calidad de los trabajos

Para que la Auditoria pueda inspeccionar los trabajos, el Inversionista seleccionado proveerá en todo tiempo facilidades suficientes y adecuadas, tales como: herramientas, instrumentos, plataformas e indumentaria. Deberá también suministrar libre de costos para la auditoria, todas las muestras de materiales que hayan de utilizarse en ensayos o para futura referencia, cuando tales muestras sean solicitadas por la Auditoria para el ejercicio de sus funciones.

El Inversionista deberá presentar un Plan de Calidad operativo que asegure el cumplimiento de los requisitos especificados en la fase de ingeniería de detalle y en



la Licencia Ambiental otorgada al Proyecto; estos planes de calidad deben ser elaborados con base en los lineamientos definidos en la última norma ISO vigente.

El personal que realice las inspecciones, pruebas y/o ensayos debe contar con las certificaciones apropiadas que lo acrediten para desarrollar estas actividades.

Durante la ejecución de las obras del gasoducto, se adelantarán auditorías de verificación, con el propósito de dar seguimiento a la implementación y eficacia del Plan de Calidad Operativo y dar seguimiento y verificar la conformidad con los requisitos especificados en la ingeniería de Detalle del proyecto.

La responsabilidad por la calidad de la obra es única y exclusivamente del Inversionista. Cualquier revisión que realice la Auditoria se hará para verificar su cumplimiento y no exime al Inversionista.

### **3.7.4 Señales y Protecciones.**

Para que no se presenten perturbaciones de tránsito, incomodidades a los vecinos y demás problemas que puedan originar este tipo de obras, el Inversionista deberá organizar, mediante programas detallados, la circulación de vehículos en la zona de influencia de las obras, la disposición en los sitios de trabajo de las tuberías y materiales a colocar, los desvíos por cierres de vías y restricción de calzadas.

Para las obras que causan mayor traumatismo los programas deberán contemplar el trabajo en días feriados, horas nocturnas y turnos extras con el fin de garantizar su ejecución en cumplimiento del cronograma del Proyecto y la Cruva S. Aquellos elementos como son tapas de cajas, pozos de inspección, señales de tránsito, cajas de medidores de agua, cajas de teléfonos o cualquier otro servicio de esta naturaleza que se encuentre en el área de los trabajos, deberán quedar con fácil acceso mientras se adelantan los trabajos.

Con este fin el Inversionista deberá suministrar, instalar y mantener en buen estado la cantidad de señales y protecciones en los sitios indicados y de acuerdo con los códigos de tránsito vigentes.

Para las señales y protecciones el inversionista seleccionado deberá seguir las normas y recomendaciones contenidas en el "Manual sobre Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras" del Ministerio de Transporte. Estas señales y protecciones deberán estar perfectamente iluminadas en la noche.

El Inversionista llevará a cabo la construcción de los pasos temporales para peatones y para vehículos y desvíos provisionales, de tal forma que éstos sean amplios y lo suficientemente seguros para evitar accidentes.

En las vías donde se suspenda el tránsito y de acuerdo con la Normatividad Aplicable, se colocarán vallas informativas de las desviaciones provisionales del tránsito. El Inversionista deberá conservar mediante protecciones adecuadas la estabilidad de postes de energía, alumbrado, árboles y arbustos de ornamentación y demás construcciones superficiales que no sea absolutamente necesario desplazar para ejecutar el Proyecto.

### 3.7.5 Señales de Tránsito

Con el fin de evitar riesgos, el Inversionista deberá colocar las señales de tránsito que la autoridad competente considere necesarias. En general deberá seguir las normas estipuladas al respecto en el “Manual del Señalización vial”, para las señales preventivas, reglamentarias e informativas y señales varias, tales como barricadas, conos de guía, canecas y delineadores luminosos de luz fija y/o intermitente.

**Barricadas:** Las barricadas estarán formadas por bandas o listones horizontales de longitud no superior a 3.0 m. y ancho de 0.30 m. separadas por espacios iguales a sus anchos. La altura de cada barricada debe tener un mínimo de 1.50 m. Las bandas horizontales se pintarán con franjas alternadas negras y anaranjadas reflectivas que formen un ángulo de 45 grados con la vertical.

**Canecas:** En sitios donde la construcción de barricadas no sea factible se podrán utilizar canecas, las cuales se deberán pintar con franjas alternadas reflectivas negras y anaranjadas de 0.20 m de ancho cada una. La altura de las canecas no será inferior a 0.80 m.

**Conos:** Los conos de delineación serán de color rojo o anaranjado y de la forma y dimensiones que aparecen en las normas vigentes.

### 3.7.6 Pasos Temporales Peatonales y para Vehículos:

El Inversionista deberá construir, instalar y mantener pasos temporales peatonales adecuados para el libre paso de peatones durante el día y la noche, en los puntos de concentración y otros sitios que considere a lugar con su ingeniería básica y detallada.

### 3.7.7 Vallas de Identificación:

Al comienzo de la obras y a medida que avancen las mismas, el Inversionista deberá suministrar e instalar vallas de identificación.

Las vallas deberán ser fabricadas en lámina de acero No.18, con tratamiento antioxidante, fijadas en una estructura metálica suficientemente resistente para

soportar la acción de los vientos. Las pinturas utilizadas deberán presentar color fijo y de comprobada durabilidad.

Cada valla de identificación debe incluir como mínimo en su contenido lo siguiente:

- Municipio;
- Objeto e identificación del proyecto;
- Nombre del inversionista seleccionado, y
- Otra información requerida por la Normatividad Aplicable.

### **3.7.8 Sistemas de información y comunicación social.**

Sin perjuicio de las obligaciones del Inversionista en los instrumentos de manejo ambiental, el Inversionista deberá elaborar una serie de programas de comunicación social con sus respectivos presupuestos y destinados a socializar a la población a través de los medios que considere pertinentes, sobre las obras, resaltando simultáneamente los beneficios de las mismas. Se pretende igualmente, con estos sistemas de comunicación social, orientar a los usuarios para convivir con la obra y poderla llevar a cabo de la manera menos traumática posible, ofreciendo compensaciones transitorias para las interferencias, con la información a tiempo sobre estos hechos a la población.

En resumen los programas de información y comunicación social incluyen, aunque no se limitan, a los siguientes objetivos:

- a. Divulgación del Proyecto y de sus beneficios.
- b. Información de las posibles interferencias de la obra.
- c. Implementación de programas de desvío de tránsito.
- d. Identificación de los sectores de población afectados directa o indirectamente por el Proyecto.
- e. Información previa sobre cortes de servicios públicos necesarios por reubicación de los mismos.
- f. Elaboración de programas de comunicación social.

### **3.7.9 Especificaciones técnicas generales para el desarrollo de obras mecánicas.**

Todas las tuberías del gasoducto deberán ser diseñadas, fabricadas, inspeccionadas y probadas de acuerdo con los códigos y las normas incluidas en:

- NTC 3728;
- ASME B31.8 (Transmisión de Gas y Sistemas de distribución de tuberías), y
- ASME B31.4 (Sistemas de tuberías de transporte de hidrocarburos líquidos y otros líquidos).

Las siguientes normas se utilizarán en el diseño específico de la línea del gasoducto:

Las normas NTC 3949 (estaciones de regulación) y ASME B31.3 (tuberías de proceso) se utilizarán para el diseño de las tuberías dentro de las estaciones de despacho y de recibo.

Todos los elementos que formen parte de las tuberías deberán cumplir con la última edición de las normas referenciadas (ASME / ANSI, API o MSS) de acuerdo a cada uno de los elementos (tuberías, bridas, válvulas, accesorios, juntas, etc.)

Los sistemas de tuberías deberán cumplir con todas las regulaciones locales y demás Normatividad Aplicable.

### 3.7.9.1 Válvulas

El material y la clasificación se diseñarán con las temperaturas máximas y presiones máximas, de conformidad con ASME B16.34 o API 602.

Las pruebas de válvulas deberán cumplir y estar certificadas según API 6D o API 598 y API para 6FA para el requisito de prueba de fuego.

Las válvulas con sello del anillo o recubrimiento de Teflón (TFE) están limitados a 450° F.

Las válvulas con cuerpo, anillos de sello u otros recubrimientos de plástico se limitan a la temperatura máxima recomendada por el fabricante.

Cuando se requiera tratamiento térmico después de soldadura en tubería, es necesario que las válvulas sean bridadas.

No se deberá utilizar ninguna junta de tapa ciega con contenido de asbesto.

Los dispositivos de alivio de presión (válvulas de seguridad, discos de ruptura) estarán accesibles y serán de fácil montaje. Las válvulas de seguridad deberán instalarse con el eje en posición vertical. Otras válvulas pueden ser inclinadas, siempre y cuando el vástago este por encima de la posición horizontal.

El indicador de posición de las válvulas de bola de engranajes de accionamiento deberá ser visible desde el suelo en funcionamiento.

Las válvulas de control asociadas a los equipos paquete deberán estar situados lo más cerca posible del equipo de referencia al que están destinadas.

Las válvulas de control también pueden ser localizadas junto a las calzadas, áreas de trabajo y los pasillos pero sin que los vástagos generen obstrucciones o riesgos de seguridad. Las válvulas de control, operadas por un controlador local deberán estar situadas dentro del alcance visual del operador para permitir ajustes de operación.

Carretes o reducciones entre brida y las válvulas de control se harán lo suficientemente largos para permitir la extracción del perno. En líneas atornilladas con una válvula de control pernada, las uniones deben ser instaladas en cada lado de la válvula de control.

Las válvulas de seguridad deberán instalarse en áreas accesibles para asegurar el funcionamiento y desmontaje.

### 3.7.9.2 Criterios de diseño en ensamble de paquetes

En el diseño de unidades paquetizadas tales como sistemas de *shut down*, sistemas de medición para transferencia de custodia o sistemas para el lanzamiento y recibo de herramientas de limpieza se deben considerar los siguientes aspectos:

Se incluirán plataformas de acceso a válvulas y/o instrumentación a una altura mayor a 1,7 metros.

Los equipos paquete tendrán soporte técnico por los proveedores en el montaje, puesta en marcha y tiempo de estabilización para todos los casos.

Los equipos paquetes incluirán en su suministro, repuestos para el arranque y para dos años de servicio como mínimo.

Todos los equipos paquetes deberán ser instalados y nivelados utilizando *grouting* cementoso para los que no generan vibración y *grouting* epóxico para los que contengan equipos rotativos o alternativos.

Los equipos paquete deberán estar certificados directamente por el fabricante, no por el distribuidor, con su respectivo dossier.

Se deberá dejar un corredor perimetral libre en cada paquete para acceso de mantenimiento y seguridad contra incendio.

Cuando el paquete requiera, bomba, compresores o turbinas, estas serán integrales a la estructura del equipo paquete.



Los equipos se diseñarán y seleccionarán de acuerdo con los códigos, normas, estándares y documentos de referencia mencionados en la ingeniería de detalle.

Todos los componentes de los equipos deben ser especificados para resistir las condiciones de operación, ambiente, montaje, pruebas, sismo y viento durante la vida útil esperada del Gasoducto. De esta manera, se puede anticipar que algunas piezas requerirán mayor mantenimiento o inspección durante la vida del gasoducto debido a corrosión, abrasión, desgaste, fatiga, deformación, desajuste, contaminación, etc.

### **3.7.10 Especificaciones técnicas generales para el desarrollo de obras civiles**

Todas las obras civiles y de Geotecnia deberán cumplir con los requerimientos de la norma NSR10.

### **3.7.11 Especificaciones técnicas generales para el desarrollo de obras eléctricas**

#### **3.7.11.1 Criterios para clasificación de áreas:**

Las áreas que revisten peligro de ignición se definen como “áreas clasificadas”, (CLASE 1 DIVISIÓN 1/2) estas áreas serán definidas y registradas en un plano que contenga el *pipng layout*, de esta manera se aplicarán las normas para el montaje de los tableros y demás equipos, cuya construcción cuenta con las recomendaciones de sellado para impedir expansión del arco eléctrico.

Los tableros que operan en áreas clasificadas serán fabricados en materiales de aluminio fundido y con grado de hermeticidad que garanticen la seguridad en caso de escapes inesperados de gas u otros combustibles (Normas Nema).

Las celdas y tableros que se encuentren a la intemperie, estarán completamente sellados y tendrán un grado de protección IP 53 contra polvo.

#### **3.7.11.2 Criterios de diseño de distribución de potencia:**

El suministro de energía eléctrica se hará por medio de interconexión a la red eléctrica existente más cercana, sistemas fotovoltaicos u otros tipos de energía alternativa. Dependiendo de los requerimientos se instalarán facilidades con el fin de tener un suministro continuo que pueda atender las diferentes cargas.

#### **3.7.11.3 Tipos de cargas:**

Las posibles cargas utilizadas en la estación de recibo, en la línea y en la estación de entrega son:

**Carga lumínica:** Para alumbrado exterior, interior, señalización visual (alarmas). el alumbrado exterior se alimenta a 208 V. Las cargas normales como son: alumbrado interior, tomas de servicios generales, etc., son alimentadas a 120 V.

**Cargas para instrumentación:** La necesaria para energizar instrumentos y demás automatismos. Proviene de un sistema de energía regulada ininterrumpida UPS 208/120 V para los equipos de instrumentación; CPU, servidores, emergencia, (*shut down, blow down, fire & gas*) etc. Las cargas de instrumentación se alimentan a 24 VDC. Estas cargas son de gran importancia pues de su funcionamiento continuo depende la seguridad del gasoducto.

### 3.7.12 Especificaciones técnicas generales para el Desarrollo de Obras de instrumentación y control

#### 3.7.12.1 Identificación de Instrumentos (Tag)

La identificación del instrumento se efectuará de acuerdo al sistema de numeración de la norma ISA S5, 1.

#### 3.7.12.2 Instrumentación de paquetes de equipos

Todos los instrumentos incluidos en unidades paquete deberán seguir los criterios definidos en esta especificación genérica.

Todas las unidades paquete estarán provistas de un tablero que contendrá PLC y pantalla de visualización tipo *Panel View* a color, intrínsecamente seguros. A este tablero se conectarán todos los instrumentos del respectivo equipo. El tablero se comunicará con el sistema supervisorio por un puerto *Ethernet* con protocolo Ethernet IP. Se deben incluir los accesorios necesarios para conectarse a una red de fibra óptica.

Los tableros de control local serán totalmente cerrados y con soporte rígido al skid del equipo o para instalar en un área cercana al equipo. Cada instrumento y tablero deben ser identificados con la marquilla correspondiente de acuerdo a la numeración asignada al proyecto.

Todos los instrumentos de monitoreo, control, sistemas de seguridad, redes de datos para la vigilancia y control, deben ser inmunes a la radiación electromagnética de acuerdo a la norma.

#### 3.7.12.3 Instrumentos de presión

Los manómetros deben cumplir las siguientes características:



- a. El tamaño de la caja será de 4.5" o según *data sheet*;
- b. Todos los materiales metálicos deben ser en acero inoxidable;
- c. La caja debe ser en plástico resistente a la intemperie, y lleno de glicerina;
- d. Caratula de color blanco con escala en negro;
- e. La precisión debe ser de  $\pm 0.5\%$  FS según ASME B40.100 Grade 2A;
- f. La conexión al proceso es de  $\frac{1}{2}$ " NPT, y
- g. La escala de medición de todos los instrumentos de presión, se escoge teniendo en cuenta que la presión de trabajo esté aproximadamente en el 50% de la escala del instrumento.

#### 3.7.12.4 Criterios de selección de instrumentos de temperatura

Los termómetros deben cumplir las siguientes características:

- a. Bimetálico;
- b. El tamaño de la caratula será de 5" o según *data sheet*;
- c. Todos los materiales deben ser en acero inoxidable incluida la caja;
- d. Caratula de color blanco con escala en negro;
- e. La precisión debe ser de  $\pm 0.5\%$  FS según ASME B40.3;
- f. La conexión al proceso es de  $\frac{1}{2}$ " NPT;
- g. El termopozo debe ser bridado de 1";
- h. Los transmisores de temperatura se deben utilizar para el monitoreo y el control de todas las medidas de temperatura que se requieran;
- i. El elemento primario de medida debe ser RTD Pt-100 o el que se indique en la *data sheet*;
- j. El elemento de medición debe ser integral al transmisor;
- k. El termopozo debe ser de 1.5" bridado en acero inoxidable, y
- l. La longitud de inserción debe de ser del 50% del diámetro interno de la tubería.

#### 3.7.12.5 Criterios de selección para instrumentos de flujo

Para la medición de flujo se pueden considerar diferentes tecnologías dependiendo de las condiciones de proceso. En este proyecto se tendrá un solo tipo de medición: transferencia de custodia.

En las unidades de transferencia de custodia, en caso de que el elemento primario de medición sea un medidor de flujo ultrasónico, este debe ser de cuatro sensores. Los medidores de flujo ultrasónicos miden caudal volumétrico a las condiciones de proceso y se convierten a condiciones estándar mediante un computador de flujo teniendo como parámetros presión, temperatura y humedad.

### 3.7.12.6 Automatización y Control

Todos los equipos del sistema de automatización deberán cumplir con las normas nacionales e internacionales vigentes.

El Inversionista garantizará que la arquitectura del sistema de automatización permita la ampliación a medida que se expanda el proyecto y que sin cambios fundamentales en su arquitectura, permita cambios en la funcionalidad, hardware y software; también garantizará que el sistema interopere (capacidad de intercambiar y compartir recursos de información) con IED's de diversos fabricantes, razón por la cual deberán utilizarse protocolos abiertos.

Se debe garantizar que el sistema de control ofrezca una respuesta abierta y modular a las necesidades de protecciones, automatismos, control y monitoreo del Gasoducto Buenaventura - Yumbo. Copia de toda la información relacionada con la arquitectura del sistema de automatización y con el sistema de control, deberá ser entregada por el inversionista seleccionado al Auditor para la verificación de cumplimiento.

Se entiende que todos los elementos auxiliares, equipos y servicios necesarios para la correcta operación y mantenimiento del sistema de control del gasoducto serán suministrados, instalados y operados por el Inversionista, sin limitarse al: hardware, software, GPS, programas para el IHM, trabajos de parametrización del sistema, etc.

La arquitectura del sistema de control deberá estar basada en una red redundante a la cual se conectan los equipos que soportan las funciones de automatismo, monitoreo, protección y control.

**La arquitectura del sistema estará compuesta de equipos, que deben permitir:**

- a. Optimización de la integración funcional a través de intercambios rápidos entre equipos.
- b. Integrar los equipos de otros fabricantes con el Sistema de control y Automatización de la infraestructura existente receptora del gasoducto.

**La herramienta de gestión del sistema debe permitir por lo menos las siguientes funciones:**

- a. Gestión de las bases de datos del sistema;
- b. Permitir la integración de elementos futuros;
- c. Implementación de herramientas de seguridad y administración;

- d. Gestión del modo de funcionamiento de los equipos permitiendo la explotación normal, el mantenimiento y/o paro de cada elemento del sistema sin perturbar ni detener el sistema;
- e. Mantenimiento de cada equipo, y
- f. Gestión de protecciones que permite verificar y dar parámetros a las protecciones del sistema.

El Inversionista es responsable por utilizar los protocolos de comunicación que el operador del gasoducto al cual se conectará el proyecto le exija. En general, todos los costos de implementación y coordinación de información a intercambiar son responsabilidad del Inversionista.

### 3.8 Criterios de diseño para tubería

La base de diseño para tuberías se mantendrá como un documento vivo y permanentemente actualizado en toda la ejecución del proyecto y se actualizará durante la Ingeniería básica para las actividades de adquisición. La selección de los tipos de materiales, es decir la definición del PIPING CLASS del proyecto se deberá llevar a cabo durante la etapa de la ingeniería Básica.

Información adicional se añadirá a esta base de diseño de tuberías según sea necesario durante el desarrollo de la Ingeniería del proyecto.

Todas las tuberías de proceso deberán ser diseñadas, fabricadas, inspeccionadas y probadas de acuerdo con los códigos y las normas incluidas en este documento: las normas NTC 3728 y ASME B31.8 (Transmisión de Gas y Sistemas de distribución de tuberías) o B31.4 (Sistemas de tuberías de transporte de hidrocarburos líquidos y otros líquidos) se utilizarán en el diseño específico de la línea del gasoducto y las normas NTC 3949 (Estaciones de regulación) y ASME B31.3 (tuberías de proceso) se utilizarán para el diseño de las tuberías dentro de las estaciones de despacho y de recibo.

Todos los elementos que formen parte de las tuberías deberán cumplir con la última edición de las normas referenciadas (ASME / ANSI, API o MSS) de acuerdo a cada uno de los elementos (tuberías, bridas, válvulas, accesorios, juntas, etc.)

Los sistemas de tuberías deberán cumplir con todas las regulaciones locales.

El diseño debe estar en estricta conformidad con los requisitos de esta norma y de los códigos y normas mencionados.

### 3.8.1 Bridas

Las dimensiones de las Bridas deberán cumplir con ASME B16.5 Código y / o ASME B16.47.

Para los servicios de condiciones severas (ANSI Clase 900, 1500 o superior y temperatura de hasta 480 ° F) se diseñarán con bridas tipo RTJ (ring type joint flange).

El acabado de las caras de bridas no metálica será estándar a la comercial disponible. Para juntas en espiral, la cara de contacto tendrá un acabado 125 AARH, son aceptables una AARH entre 100 y 150.

### 3.8.2 Válvulas

El material y la clasificación se diseñarán con las temperaturas máximas y presiones máximas, de conformidad con ASME B16.34 o API 602.

Las pruebas de válvulas deberán cumplir y estar certificadas según API 6D o API 598 y API 6FA para el requisito de prueba de fuego.

Las válvulas con sello del anillo o recubrimiento de Teflón (TFE) están limitados a 450 ° F. Las válvulas con cuerpo, anillos de sello u otros recubrimientos de plástico se limitan a la temperatura máxima recomendada por el fabricante.

Para NPS menores a 2 se utilizará válvulas roscadas, para NPS iguales o superiores a 2, se utilizarán válvulas bridadas.

Cuando se requiera tratamiento térmico después de soldadura en tubería, es necesario, que las válvulas sean bridadas.

Ninguna junta de tapa ciega, con contenido de asbesto está permitida.

Los extremos bridados de las válvulas deberán estar de acuerdo con ASME B16.5. Para válvulas con bridas clase 125 # y 250 # cumplirán ASME B16.1 para el dimensionamiento.

Los dispositivos de alivio de presión (válvulas de seguridad, discos de ruptura) estarán accesibles y serán de fácil montaje. Las válvulas de seguridad deberán instalarse con el eje en posición vertical. Otras válvulas pueden ser inclinadas, siempre y cuando el vástago este por encima de la posición horizontal.

En la entrada y en la salida de las válvulas de seguridad, el vástago de la válvula será siempre orientado horizontalmente.

En tuberías que contengan líquidos peligrosos, el vástago de la válvula no se instalará por debajo del nivel horizontal.

El indicador de posición de las válvulas de bola de accionamiento engranajes deberá ser visible desde el suelo cuando se encuentre en funcionamiento.

Para válvulas de mariposa, se debe comprobar en su instalación que, durante la manipulación, la mariposa no interfiere con los elementos dentro de tuberías tales como instrumentación, reducciones de línea, revestimiento interior, etc.

Las válvulas de control asociadas a los equipos paquete deberán estar situados lo más cerca posible del equipo de referencia al que están destinadas.

Las válvulas de control también pueden ser localizadas junto a las calzadas, áreas de trabajo y los pasillos, pero sin que los vástagos generen obstrucciones o riesgos de seguridad. Las válvulas de control, operadas por un controlador local deberán estar situadas dentro del alcance visual del operador para permitir ajustes de operación.

Carretes o reducciones entre brida y las válvulas de control se hará lo suficientemente largo para permitir la extracción del perno. En líneas atornilladas con una válvula de control pernada, las uniones deben ser instaladas en cada lado de la válvula de control.

Cuando las condiciones de alta caída de presión se presenten a través de las válvulas de control, los armónicos sonoros junto con los niveles de ruido extremas se pueden presentar. La alineación de las Tuberías debe ser cuidadosamente evaluada y diseñada para asegurar que su tamaño y aguas abajo, no permita la transmisión de vibraciones excesivas y ruido.

Las válvulas de seguridad deberán instalarse en áreas accesibles para asegurar el funcionamiento y desmontaje.

La entrada de la válvula de seguridad será vertical y lo más corto posible para minimizar la caída de presión, dependiendo de la geometría del sistema.

### **3.8.3 Protección Catódica**

#### **3.8.3.1 Verificación del Perfil de Resistividad**

Se deberá elaborar un perfil de resistividades de los suelos a lo largo del trazado de la línea de flujo de gas, para lo cual se deben efectuar mediciones de resistividad



con el método de los cuatro electrodos, tomando lecturas cada 500 metros a lo largo del trazado del gasoducto a profundidades de 1.0, 2.0 y 3.0 metros.

Se aplicará la Norma ASTM G57-78 (1984) Standard Test Method for Field Measurement of Soil Resistivity Using the Wenner Four-Electrode Method.

Se debe utilizar un equipo medidor de resistividades Tipo Nilsson y los valores de resistividad obtenidos deberán ser expresados en Ohm-cm y graficados en hoja electrónica Excel, tomando el eje vertical o de las ordenadas para los valores de resistividad en escala logarítmica y el eje horizontal o de las abscisas a escala natural para las distancias.

### 3.8.3.2 Verificación del perfil de PH

Se deberá elaborar un perfil de pH del suelo a lo largo del trazado de la línea de flujo de gas, para lo cual se efectuarán mediciones de pH cada quinientos (500) metros a lo largo del trazado. Los valores de pH obtenidos deberán ser graficados en hoja electrónica Excel tomando como eje vertical o de las ordenadas para los valores de pH y el eje horizontal o de las abscisas para las distancias.

### 3.8.3.3 Alternativas de Protección

#### 3.8.3.3.1 Sistema por ánodos de sacrificio.

El sistema galvánico utiliza como material anódico, un metal que en la serie electromotriz sea más electronegativo que el metal que se va a proteger, a fin de que por diferencia de potencial genere la corriente requerida para controlar la corrosión. El metal más electronegativo o ánodo, es conectado eléctricamente a la estructura a proteger y enterrado en el suelo; formando una celda de corrosión galvánica, en el cual el metal de la estructura (cátodo) es protegido y el del material anódico (ánodo) es desgastado. Como la corriente de protección es obligada a salir del ánodo y no de la estructura, el primero se corroe y la segunda se protege. La corriente regresa al ánodo a través del conductor eléctrico cerrando de esta forma el circuito.

Existe comercialmente una amplia gama de materiales usados como ánodos, pero en este tipo de sistemas y para este caso los adecuados serán, de magnesio, debido a que manejan un alto potencial de corrosión. Generalmente esta distribución debe considerar las dimensiones de los ánodos, valores de resistividad del suelo y el espacio físico para el montaje de los mismos.

Un sistema de Ánodos Galvánicos, en términos genéricos presenta las siguientes ventajas:

- Baja susceptibilidad a problemas de interferencias externas.
- Bajos costos de mantenimiento.
- No requieren de fuentes externas de energía.
- No generan un costo directo de operación.
- Tienen buen comportamiento en suelos de alta y baja resistividad.
- Son eficientes en medios sólidos porosos (suelos).
- Son de fácil instalación.

Dentro de las desventajas o limitaciones de un sistema de Ánodos galvánicos se resaltan:

- El potencial eléctrico disponible es limitado.
- Están sujetos a variaciones del medio ambiente que afectan su operación.
- En medios ácidos son atacados directamente por el ácido, disminuyendo considerablemente su eficiencia y vida útil.
- Su vida útil depende de la cantidad de material anódico.
- Las altas temperaturas ligadas a los componentes químicos del electrolito son inconvenientes que afectan su operación.
- No son económicos para altos requerimientos de corriente (grandes estructuras).

#### 3.8.3.3.2 Sistema de corriente Impresa.

Este sistema está fundamentado en tomar corriente alterna en baja tensión y llevarla a un rectificador (aunque existen otros tipos de fuentes de corriente, como las baterías) que la convierte en corriente directa; esta corriente directa es conectada al material anódico instalado en el sistema, que la distribuye en el electrolito (suelo), a través del cual llega a la estructura a proteger, y retorna por el negativo, cerrando de esta forma el circuito eléctrico.

Dentro de las ventajas más relevantes de un sistema de protección catódica por corriente impresa, se pueden citar las siguientes:

- Manejo distante de potenciales.
- Alto drenaje de corriente para la protección de grandes estructuras.
- Facilidad de variar la salida de corriente dependiendo de los cambios del electrolito y aumento de la estructura, cuando hay corriente disponible en el rectificador.
- Aplicable en suelos de alta y baja resistividad.

Entre las desventajas o limitaciones de un sistema de protección catódica por corriente impresa se resaltan:



- Presencia de interferencias por corrientes parásitas, en estructuras ajenas al sistema.
- Posible pérdida de la protección, debido a caídas en la fuente de corriente alterna.
- Alta Inversión inicial por el costo de equipos, materiales y especificaciones, en montajes de bajos requerimientos de corriente.
- Altos costos de mantenimiento y de operación para estructuras pequeñas.
- Requerimientos de monitoreo de las condiciones operacionales del rectificador con mayor frecuencia, que en los sistemas de tipo Galvánico.

Los ánodos para sistemas por corriente impresa utilizados en suelos, normalmente vienen contruidos en grafito, acero, ferrosilicio, titanio o metales oxidados y usualmente revestidos y/o cubiertos con polvo de coque, a fin de proteger su vida útil y procurar un desgaste uniforme.

#### 3.8.3.4 Selección de la alternativa de protección

La selección de la alternativa de protección se fundamenta en los análisis técnicos y económicos, que hagan viable la opción de las dos tecnologías disponibles en el mercado.

Por tratarse de una estructura grande a proteger, se requiere una corriente considerable, por lo cual un sistema por corriente impresa se ajusta a las necesidades de aplicación; sin embargo, se considerará reforzar con ánodos de sacrificio en los cruces de ríos, este sistema será distribuido de acuerdo al número de camas arrojadas durante el cálculo.

#### 3.8.4 Camas anódicas

Se propone la construcción camas anódicas de lecho continuo que estarán conformadas por ánodos tipo MMO conectados al rectificador por medio de una acometida en PVC de 1" y cable con aislamiento para 600 voltios tipo HMWPE.

En cruces de ríos se propone un refuerzo para la protección catódica, por ser estos puntos críticos de corrosión para el tubo. Este sistema propuesto consiste en la instalación de dos camas anódicas a lado y lado de los ríos.

#### 3.8.5 Rectificador de Corriente

Se seleccionarán rectificadores de corriente, enfriados por aire, diodos de silicio, voltaje de alimentación de 120 a 220 voltios AC, con capacidades de corriente en DC de acuerdo a las memorias de cálculo.

El rectificador deberá tener las siguientes características:

- a) Protección de sobre carga y corto circuito en corriente alterna y continua.
- b) Taps para ajuste de grueso a fino.
- c) Temperatura máxima de trabajo 45 grados centígrados.
- d) Se debe cumplir con los requisitos dados por la norma NEMA STANDARD MR-20.
- e) Los rectificadores deberán tener en su gabinete un terminal para tierra y que tenga capacidad para conectar un cable desnudo No. 4 AWG proveniente de una malla a tierra.

### 3.8.6 Puesta a Tierra

El rectificador de protección catódica tendrá su propio sistema de puesta a tierra el cual consiste en instalar en un sitio aledaño, tres varillas de  $\varnothing 5/8"$  x 2.4 metros de longitud, dando un sentido triangular separadas entre sí 3 metros y unidas por medio de cable desnudo electrolítico recocido de cobre AWG No. 2 (7 hilos) el cual quedará unido a las varillas por medio de soldadura exotérmica de 32 g.

### 3.8.7 Bridas Aislantes

Para la efectividad del sistema diseñado, es indispensable que la línea se encuentre aislada de otras estructuras para lo cual se deberán instalar flanges de aislamiento en todos los puntos que tengan salidas de tipo metálico, al igual que en un punto intermedio de la línea.

Los sellos de aislamiento dieléctrico deberán cumplir la Norma ANSI B16-21 "Juntas no metálicas para bridas de tubo".

Para otras estructuras tales como cruces encamisados, Marcos "H" o puentes metálicos, se recomienda utilizar espaciadores aislantes los cuales consisten en algún tipo de bloques aislantes normalmente de material plástico o de caucho, que se colocan a intervalos alrededor de la tubería asegurados por medio de bandas de acero, garantizando que, en la manipulación mecánica, no se averíe el revestimiento de la tubería ni el de la estructura foránea.

### 3.8.8 Instalación de rectificadores

Los rectificadores se localizarán en un sitio fácilmente accesible, de manera tal que se pueda inspeccionar y ajustar regularmente, no debe quedar localizado cerca de los sitios residenciales, parques de diversión o en lugares donde el vandalismo pueda convertirse en un problema.

Una adecuada ventilación es importante. Los rectificadores enfriados con aire se enfrían por convección, de manera que el aire pueda enfriar el calor producido en

1 su trabajo. Se debe mantener la cabina por lo menos separada por un pie de  
2 distancia de cualquier otro objeto. Todo esto se puede verificar antes de que se  
3 presenten los problemas, sencillamente controlando la temperatura de todos los  
4 contactos una vez que se ha prendido la unidad.

5  
6 El adecuado enfriamiento de todas las partes del rectificador siempre ha sido un  
7 problema, la acumulación de polvo, los nidos de pájaros o insectos o cualquier cosa  
8 en los agujeros de entrada del aire de enfriamiento pueden causar recalentamiento  
9 y falla en la unidad. La mayoría de los rectificadores reciben su ventilación a través  
10 de mallas, las cuales tienen una abertura máxima de 1/8".

11  
12 Esto puede prevenir la entrada de insectos y pájaros causando problemas, razón  
13 por la cual se deberá tener mucho cuidado que no se deje ningún agujero destapado  
14 de la unidad que permita a estos animales causar daño.  
15

## 4 Códigos, Normas, Estándares y Documentos Referencia

Los documentos de referencia que sirven de base para el desarrollo de esta ingeniería son:

- Resolución 023 del 2013.
- Resolución 054 del 2012.
- Resolución CREG-071 DE 1999.
- Resolución 40006 DE 2017 MME.

### 4.1 Códigos y Estándares

NORMA	DESCRIPCIÓN
AGA No. 5	Natural Gas Energy Measurement
AGA No. 7	Measurement of Natural Gas by Turbine Meter
AGA No. 8	Thermodynamic Properties of Natural Gas and Related Gases, DETAIL and GROSS Equations of State
AGA No. 9	Measurement of Gas by Multipath Ultrasonic Meters
AGA No. 11	Measurement of Natural Gas by Coriolis Meter
NTC 3728	Gasoductos. Líneas de transporte y redes de distribución de gas
NTC 3838	Gasoductos. Presiones de operación permisibles para el transporte, distribución y suministro de gases combustibles
NTC 3949	Gasoductos. Estaciones de Regulación de Presión para Líneas de Transporte y Redes de Distribución de gas combustible.
NTC 3991	Soldadura de líneas de tuberías y de instalaciones relacionadas.
ASME B31.3	Code for Pressure Piping
ASME B31.8	Gas transmission and distribution piping system
ASME B36.10	Welded And Seamless Wrought Steel Pipe
API 14	Natural Gas Fluids Measurement

### 4.2 Sistema de Unidades

MAGNITUD	SÍMBOLO DE LA MAGNITUD	UNIDAD	SÍMBOLO DE LA UNIDAD
Longitud	L	metro	m
Masa	M	libras	lb
Temperatura	T	Grados Fahrenheit	F
Tiempo	t	segundo	s

MAGNITUD	SÍMBOLO DE LA MAGNITUD	UNIDAD	SÍMBOLO DE LA UNIDAD
Corriente eléctrica	I	Amperio	A
Cantidad de sustancia	x	libra mol	lbmol
Intensidad luminosa	Iv	candela	cd

### 4.3 MAGNITUDES Y UNIDADES DERIVADAS

MAGNITUD	UNIDAD	SÍMBOLO DE LA UNIDAD
Viscosidad Dinámica	Centipoise	cP
Presión (Instrumentación)	Pulgadas de agua	H <sub>2</sub> O"
Presión (Para los concretos y aceros)	Megapascal	MPa
Presión	Libras/ pulgada <sup>2</sup>	PSI
Área (ó superficie)	Metros <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
Área para equipos	Pies <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup>
Calibre de cables eléctricos	AWG / kCM	AWG / kCM
Potencia	Caballo de Fuerza	HP
Potencial eléctrico (voltaje <sup>1</sup> )	Voltio	V
Potencia aparente	Voltamperio	VA
Potencia activa	Watio	W
Fuerza	Newton	N
Peso Específico	Kilo Newton/ metro <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>

### MAGNITUDES Y UNIDADES DE INGENIERÍA PARA LA INDUSTRIA DE PETRÓLEO Y GAS ADICIONALES

“...Sin embargo, debido a la naturaleza de la industria petrolera y del gas de mayor influencia en Colombia, muchas de las variables asociadas a propiedades fisicoquímicas y termodinámicas del gas, se referirán en el sistema inglés, al igual que algunas variables dimensionales relacionadas con tuberías y espesores que serán presentadas en pulgadas.

<sup>1</sup> “Voltaje” no es una magnitud reconocida por el BIPM (Bureau International des Poids et Mesures). El “voltaje” es equivalente al potencial eléctrico.

En la siguiente tabla se relacionan algunas de estas variables y las unidades recomendadas para el desarrollo de las diferentes etapas del Proyecto, teniendo en cuenta que estas en realidad resultan del uso de un sistema de unidades mixto (SI, métrico e inglés).

ÍTEM	MAGNITUD	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	SECUNDARIAS /ABSOLUTAS
1	LONGITUD	Diámetro	pulg	
		Tuberías estaciones	mm	
		Línea regular Gasoducto	Km	
		Tramos tuberías y cableados	m	
		DDV	Km	
		Profundidad	m	
		Elevación	m	
		Rugosidad	mm	pulg
		Espesor de pared	pulg	mm
2	TEMPERATURA	Gas Natural	Grados Fahrenheit	°F
		Ambiente	Grados Celsius	°C
		Propiedades del acero	Grados Celsius	°C
3	PRESION	Atmosférica	mBar	
		Gas Natural	Bar	psi
4	ESFUERZO	Materiales -SYMS-	psi	Kpsi – Mpa
		Tornillería y elementos de anclaje	Pascal	Mpa
5	FLUJO	Transporte Troncal	MMPCD	Mm3d
		Sistema de distribución Primarios	m3/h	MMPCD
		Sistema de distribución secundarios	m3/h	
6	POTENCIA	Equipos mecánicos	HP	
		Equipos eléctricos	MW	
7	MASA	General	Kg	
8	TRANSFERENCIA DE CALOR	Coficiente de transferencia	BTU/h-Pie <sup>2</sup> -F	W/m <sup>2</sup> -C



ÍTEM	MAGNITUD	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	SECUNDARIAS /ABSOLUTAS
9	VISCOSIDAD	Absoluta	cP	
		Cinemática	cSt	
10	VELOCIDAD	Gas Natural	m/s	
		Viento	Km/h	
		Desplazamiento	Km/h	
11	FRACCION MOLAR	Composición química	%	Fracción absoluta
12	FUERZA	De componentes	N	Lbf
		Peso	Kgf	

#### 4.4 TIPOS DE TUBERÍAS COMERCIALES

MATERIAL		EMPRESAS	PRODUCTO		VENTAJAS	DESVENTAJAS
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	PEAD	EXTRUCOL	PE 100		Resistente a UV, flexibilidad hasta un 7,7%	Permeable al CO2 no permite tie ins ni instrumentación. Temp. máxima 140 F°
	KEVLAR	SOLUFORCE	Ligh, Classic		Bobinas de 400 Mts	Permeable al CO2 no permite tie ins ni instrumentación, Máxima temperatura 140 F°
	FIBRA DE VIDRIO	FLEXPIPE	Flex pipe		resistente a corrosión, interna y externa	Permeable al CO2 no permite tie in ni instrumentación. Máxima temperatura 140 F°
	REFORZADO CON ACERO	SOLUFORCE	Heavy		Tubo fabricado en plásticos de ingeniería para alta presión	Permeable al CO2, con posible ataque al refuerzo
FLEXPIPE		Flex pipe high presión				
NYLON / EORTON	KEVLAR Polipropileno / Nylon	PSK	PO LIF LOW	Grado B	Presiones hasta 2500 psi, Temperatura de operación hasta 250 F°, resistente al CO2 y al H2S	Tiempos de entrega, no permite tie ins ni instrumentación.



MATERIAL	EMPRESAS	PRODUCTO		VENTAJAS	DESVENTAJAS
ACERO AL CARBÓN	TENARIS	API 5L	Grado B	Fácil consecución, resistente a presiones hasta 18.000 psi para diámetros de 6", disponible en todos los diámetros, permite tie.ins y facilidades para instrumentación. Fácil mantenimiento. Sistema de construcción estandarizado.	Requiere protección externa tipo tricapa o película de protección, requiere sistema de protección catódica.
			X 42		
			X 52		
			X 65 / X 70		
ACERO CON RECUBRIMIENTO INTERNO	TENARIS	Tuboscope TK2-TK7-TK21-TK33-TK62		El Linnier es en polipropileno de alta densidad, químicamente inerte, no se corroe, resistente al CO2 con vida útil entre 10 y 20 años.	Bajo radio de curvatura, tiempos de entrega no menor a 120 días.

MATERIAL	EMPRESAS	PRODUCTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
ACERO CON LINNIER	FALCON	Poliycore, Enertube, Ultratube	El Linnier es en polipropileno de alta densidad, químicamente inerte, no se corroe, resistente al CO2 con vida útil entre 10 y 20 años.	Radio de curvatura mínimo 30 Diámetros. Las juntas por termofusión no permiten el retiro de la rebaba interna. El termo fusión no se recomienda para diámetros menores a 2". No permite TIE INS sin seccionamiento total.
ALEACIONES DE ACERO	TENARIS	3% Cromo Inoxidables	Resistente a la corrosión, resistente a bajas temperaturas	Para SCH > a 80 largos tiempos de entrega.

1  
2  
3  
4  
5

## 5 ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO

A continuación se expone brevemente todo lo relacionado con las principales pruebas de calidad que debe cumplir el Gasoducto Buenaventura – Yumbo para que se pueda llevar a cabo su puesta en servicio.

Es responsabilidad exclusiva del inversionista seleccionado garantizar la segura operabilidad del gasoducto durante la totalidad del período de operación y mantenimiento.

Todo lo relativo a la Implementación y ejecución de pruebas de calidad de construcción y operación, deberá estar de acuerdo principalmente con la última edición de los siguientes códigos y normas:

ANSI B31.8	Gas Transmission and Distribution Piping Systems.
ANSI B16.5	Steel Pipe Flanges and Flanged Fittings, Specification for pipeline valves (gate, plug, ball and check valves)
ANSI B31.4	Liquid Petroleum Transportation Piping Systems.
IGE/TD/1	Steel Pipelines for High Pressure Gas Transmission
API 6D	Pipeline Valves, end closures, Connectors, Swivels.
API 5L	Specification for Line Pipe.
API 1104	Welding of Pipelines and Related Facilities
API - RP 1110	Recommended practice for the Pressure Testing of liquid petroleum pipelines.

En caso de existir discrepancias entre estas normas y códigos o entre la presente especificación y las mismas, prevalecerá la que sea más exigente.

Los registros de todas las pruebas se consignarán en “Protocolos de Pruebas” diseñados por el inversionista de tal forma que la auditoría, pueda verificar el cumplimiento de los requisitos de la Regulación vigente y de las normas técnicas.

Todos los equipos suministrados y montados deben ser sometidos a pruebas de campo de acuerdo con lo especificado por los fabricantes, la normatividad CREG vigente y de ser el caso los requisitos o recomendaciones del Consejo Nacional de Operación de Gas.

### 5.1 Prueba Hidrostática

El inversionista seleccionado cuenta con autonomía para decidir los tramos en que se dividirá la prueba Hidrostática, basándose en los sitios donde sea posible la consecución de permisos ambientales para la captación y desalojo de agua, sin embargo el Inversionista deberá:

- a. Presentar al Auditor el procedimiento para la realización de las pruebas hidrostáticas, el cual deberá incluir toda la información referente a presiones, secciones de prueba, puntos de control, equipos, comunicaciones, medidas de seguridad, etc.
- b. Dar cumplimiento a los requerimientos de la legislación ambiental.
- c. Informar al auditor con una anticipación de por lo menos 8 días, sobre la iniciación de todos los trabajos relacionados con el proceso de prueba hidrostática; igualmente, incorporará y pondrá al frente de su realización; personal profesional que cuente con experiencia en realización de pruebas hidrostática de Oleoductos, Poliductos o Gasoductos.

#### 5.1.1 Diseño de la prueba / procedimiento escrito

El procedimiento debe cubrir los siguientes aspectos:

- a. Descripción de las secciones a ser probadas: Los puntos límite de cada prueba deben estar claramente referenciados y deben estar indicados en un plano de planta perfil de la línea.
- b. Selección de las secciones de prueba: Se debe realizar con base en la topografía, de manera que la variación de las presiones a lo largo del tramo escogido no ocasionen que la presión de prueba en algún punto esté por debajo o por encima de lo exigido por la norma ANSI/ASME B 31.8.
- c. En los tramos seleccionados no se probarán las válvulas instaladas, las válvulas a instalar a lo largo del gasoducto serán probadas y certificadas en fábrica.
- d. Presión máxima y mínima (especificada en la ingeniería de detalle) de prueba en cada sección.
- e. Volumen total de la sección.
- f. Diseño y/o selección de tapas y/o cabezales, sistemas de alivio de sobrepresiones, sistemas de presurización, tuberías temporales y demás elementos y trabajos necesarios para la prueba.
- g. Planes de contingencia y medidas de seguridad especiales para el desarrollo de la prueba.
- h. Selección de inhibidores de corrosión.

- i. Tratamiento que deberá darse al agua antes de su vertimiento.
- j. Los procedimientos detallados para la prueba, los cuales constarán de dibujos identificando las secciones de la tubería que serán probadas, las instrucciones para la prueba de tubería, la presión de la prueba, el flujo y otras informaciones necesarias.
- k. Los procedimientos detallados de la prueba incluirán trazados paso a paso de la secuencia de los tramos que van a ser probados, una descripción del equipo que se usará para la prueba, la cantidad y la descripción de los instrumentos, el tamaño de los equipos de presurización, etc.

La prueba del sistema se considerará satisfactoria cuando las variaciones de presión en la prueba hidrostática sean atribuibles a cambios en la temperatura ambiente, esto es, que las variaciones de la presión no superen el 1% del valor de presión inicial. Esta prueba requiere aceptación escrita por parte de la UPME o su representante.

### 5.1.2 Seguridad industrial

Se implementarán todas las medidas de seguridad apropiadas para proteger el personal involucrado en las pruebas y/o la comunidad residente en la ruta del gasoducto.

En general se tomarán en cuenta las siguientes medidas de seguridad industrial:

- a. Inducción al personal: Se instruirá debidamente al personal a cargo o involucrado en las pruebas hidrostáticas acerca de los peligros concernientes a la operación con altas presiones de aire y agua.
- b. El Ingeniero encargado de la prueba hidrostática tendrá bajo su responsabilidad asegurar que todo el personal de la prueba esté totalmente enterado de sus funciones individuales.
- c. Durante las operaciones de prueba no se permitirá personal no autorizado a menos de 40 metros del derecho de vía. La zona de influencia de la cabeza de ensayo, así como la de la tubería superficial, se señalizará el área para advertir a personas ajenas sobre el peligro.
- d. La cabina de control de instrumentos se colocará alejada por lo menos 10 metros de la cabeza de prueba, de manera tal que no se vea afectada por una rotura de la tubería.

- e. El Inversionista será responsable de todos los daños o perjuicios a terceros, así como los accidentes de éstos o de su personal acaecidos durante la ejecución del Proyecto, incluyendo las pruebas hidrostáticas.
- f. Se debe disponer de muros de protección, sacos de arena o cualquier otro elemento adecuado para proteger los alrededores habitados a lo largo del segmento a ser probado hidrostáticamente, prestando particular atención a los sitios límites del ensayo por medio de señalización e iluminación adecuada durante todo el tiempo que dure la prueba.
- g. Se debe disponer de personal de vigilancia permanente en los sitios críticos del ensayo y zonas que tengan acceso al público como cruces de carreteras, ríos o poblaciones cercanas.
- h. Con antelación a la prueba hidrostática el Inversionista notificará a las autoridades correspondientes sobre la fecha, el lugar exacto y la duración de dicha prueba.
- i. No deberá realizarse ningún trabajo sobre la línea durante las operaciones de presurización o durante el periodo de sostenimiento de la presión de prueba.
- j. El Inversionista deberá elaborar, como parte del procedimiento de prueba, un manual de seguridad industrial que será conocido por el personal que participa en la prueba. El manual debe contener instrucciones sobre las acciones a desarrollar en caso de incidentes como la rotura de líneas y derrames de agua. El Inversionista deberá poner en práctica las acciones incluidas en el manual. El manual deberá ser conocido por el Auditor con la debida anticipación.
- k. Se deberán colocar avisos de prevención en las áreas donde sea posible la circulación de personas ajenas a la prueba hidrostática.
- l. El uso de elementos de seguridad por parte de los operarios, obreros e ingenieros involucrados en la prueba es mandatorio.
- m. Se deberá disponer de vehículos en las cabezas de prueba y en el recorrido del tramo para garantizar el control máximo de la operación y con el objeto de utilizarlos en caso de emergencia.
- n. Se deberá disponer en todo momento de equipo de primeros auxilios.

Los registros de todas las pruebas (aceptación para recepción, individual, funcional, de energización y puesta en servicio) se consignarán en “Protocolos de Pruebas”



diseñados por el Inversionista seleccionado de tal forma que la Auditoría, pueda verificar el cumplimiento de los requisitos de la regulación vigente y de las normas técnicas.

El Inversionista seleccionado, en cumplimiento con los estándares internacionales de la industria Oil & Gas, debe desarrollar las siguientes macroactividades, como mínimo, con el fin de proceder a la puesta en servicio del proyecto Gasoducto Buenaventura – Yumbo.

## 5.2 *Precommissioning* (Pre-arranque)

Corresponde a las actividades que se deben llevar a cabo antes de la realización de las pruebas de funcionamiento, las cuales certifican que se han ejecutado satisfactoriamente todos los chequeos, pruebas y calibraciones requeridas asegurando que el Gasoducto Buenaventura - Yumbo esté cumpliendo integralmente con los requerimientos técnicos de las normas nacionales e internacionales vigentes.

La Macroactividad o fase de *precommissioning* comprende, sin limitarse a estas, las siguientes actividades de campo:

- a. Chequeos de conformidad realizados en cada componente del sistema o proyecto de gasoducto, tales como: elementos finales de control, elementos de seguridad y alivio e instrumentación en general, para verificar visualmente la condición de los equipos y línea de proceso, la calidad de las instalaciones y el cumplimiento con los planos y especificaciones de la ingeniería de detalle, instrucciones del fabricante, códigos, normas y las buenas prácticas de ingeniería.
- b. Ensayos no destructivos y de radiografía y líquidos penetrantes.
- c. Pruebas hidrostáticas.
- d. Pruebas de calidad de limpieza con chorro de arena (Sandblasting) y revestimiento
- e. Limpieza y secado de tubería.

### 5.2.1.1 Reportes de Pruebas:

Treinta (30) días calendario posterior a la fecha en la cual se efectuó la última prueba, el Inversionista deberá suministrar a la Auditoría una (1) copia que contenga todos los reportes de pruebas de fábrica por cada uno de los aparatos y equipos suministrados.

El Completamiento de las actividades de *precommissioning* indica el final de construcción del Gasoducto. Esta fase también es conocida como Completamiento Mecánico.

### 5.3 *Commissioning* (Listo para la puesta en marcha)

Esta Macroactividad o fase deberá ser ejecutada por personas con alta calificación y experiencia.

La fase de *commissioning* comprende las siguientes actividades:

- a. La preparación mecánica y la corrida de rapadores para asegurar la continuidad y secado de la línea de proceso. En primera instancia se deberá pasar un *poly-pig* tipo *criss-cross* de alta densidad, con el fin de retirar agua y/o remoción de sólidos confinados, que hayan podido quedar luego de la prueba hidrostática y secado de la línea.
- b. Luego se corre un raspador flexible tipo RDS-2CC-4S, con el fin de realizar una limpieza agresiva removiendo posibles incrustaciones presentes en la tubería.

Es recomendable que el Inversionista considere la utilización de un Smart Pig en esta fase, con el fin de obtener una línea base confiable para los planes de mantenimiento a implementar durante la etapa de operación del gasoducto.

Cabe anotar que las actividades “*Start Up*” de los sistemas utilitarios o servicios industriales se consideran actividades de *commissioning*.

### 5.4 *Start - Up* (puesta en marcha)

Comprende la operación de la introducción inicial de hidrocarburos al sistema, ajustando las condiciones para alcanzar los objetivos de cantidad y calidad especificados para el Proyecto y los requisitos establecidos en el plan de abastecimiento de gas natural, la Normatividad Aplicable y estos DSI.

Esta Macroactividad será objeto de documentos de planeación detallados por parte del Inversionista.

#### 5.4.1 Información Requerida para la Puesta en Servicio

La información requerida para la puesta en servicio del Proyecto es la siguiente:

- a. Informe final del Auditor

Es un documento formal emitido por el Auditor en los términos que se indican en el literal b) del artículo 24 de la Resolución CREG 107 de 2017 o la norma que la modifique, aclare o adicione. Sin limitarse, este informe deberá contener los siguientes certificados:

a. Certificado de Terminación Mecánica

Es una certificación emitida por el Inversionista asegurando que la terminación mecánica del sistema ha finalizado y que está listo para ejecutar las pruebas de funcionamiento.

b. Certificado de Entrega

Es una certificación emitida por el Inversionista para transferir a nivel interno de su organización, la responsabilidad de la operación del gasoducto al área encargada de dicha operación.

c. Planos o Documentos Red Line (Preliminar Como construido)

Son los registros de la revisión de campo de los documentos de ingeniería (principalmente planos) donde se refleja la construcción real, sus dimensiones y sus variaciones con respecto a la última revisión aprobada de la ingeniería de detalle. Estos registros o documentos se utilizan como base para la elaboración de los planos *AS BUILT*.

d. Planos “As Built” (Como construido)

Es la revisión formal y final de los planos de ingeniería de detalle donde se refleja la configuración real y sus dimensiones, como quedó instalado en el campo todos y cada uno de los componentes del Gasoducto Buenaventura - Yumbo.

## 6 ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN

La operación y mantenimiento del Gasoducto Buenaventura – Yumbo se llevará a cabo bajo la normatividad vigente nacional e internacional, haciendo especial énfasis en las normas NTC 3728, NTC 3838 y todas las relacionadas.

Se aplicarán las últimas versiones de las resoluciones y documentos publicados por la CREG y aquellos que sean expedidos durante el período de funcionamiento del gasoducto.

PREPUBLICACIÓN

## 7 INFORMACIÓN ESPECÍFICA

Información específica referente a la presente Convocatoria Pública, desarrollada y/o recopilada por la UPME, como datos técnicos y planos de ingeniería conceptual, cartografía temática, serán suministrados por la UPME en formato digital en lo posible a través de su página WEB junto con los presentes DSI o a solicitud de los Interesados, mediante carta firmada por el Representante Legal o el Representante Autorizado, indicando domicilio, teléfono, fax y correo electrónico.

La UPME se reserva el derecho de entregar cierta información del Proyecto únicamente a quienes hayan adquirido los DSI y bajo obligación de confidencialidad.

Dicha información deberá ser tomada por los Inversionistas como de referencia; mayores detalles requeridos será su responsabilidad consultarlos e investigarlos.

## 8 FIGURAS

La siguiente es la lista de figuras referenciadas en este documento:

Figura 1 – P&ID estación de recibo

Figura 2 – P&ID estación de entrega

Figura 3 – P&ID gasoducto

Figura 4 – Diagrama de flujo (PFD)

Figura 5 – Plot plan estaciones de recibo y entrega

Figura 6 – Esquema básico Bunker tipo válvulas ESV

Figura 7 – Área preliminar de estudio