

**INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA PARA UN PUNTO DE
ENTRADA INASISTIDO AL SISTEMA NACIONAL DE
TRANSPORTE DE GAS NATURAL.**

ARNOLD GIOVANNY CASTELLANOS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DEL GAS
BUCARAMANGA
2010**

**INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA PARA UN PUNTO DE
ENTRADA INASISTIDO AL SISTEMA NACIONAL DE
TRANSPORTE DE GAS NATURAL.**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para obtener
el título de Especialista en Ingeniería del Gas**

ARNOLD GIOVANNY CASTELLANOS

**Director
Ing. Faustino Camargo
Profesor de postgrado Escuela De Ingeniería Petróleos UIS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS
POSGRADO EN INGENIERÍA PETRÓLEOS
BUCARAMANGA
2010**

DEDICATORIA

A Dios porque me dio la sabiduría para emprender este camino y siempre me mantuvo con el optimismo necesario para seguir adelante a pesar de las adversidades.

A mis padres por su apoyo Incondicional y desinteresado, en especial a mi madre, Myriam, por su amor y constante compañía en los momentos gratos y también en los difíciles.

A mis hermanos Miguel y Julián por comprenderme, y apoyarme.

A mi novia Stella quien fue un soporte Incondicional en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a la Universidad Industrial de Santander, institución en la cual he realizado mis estudios profesionales y me ha brindado parte de los conocimientos por los cuales he destacado en mi vida laboral.

Por su soporte para la terminación de esta tesis Al Ing. Cesar Quiroz compañero de la especialización, quien con sus valiosos consejos me permitieron alcanzar los objetivos de este proyecto.

Por brindarme su apoyo incondicional en todo momento al Ing. Faustino Camargo, cuyos consejos en clase permitieron que vislumbrara nuevas formas de conocimiento.

A todas aquellas personas que hicieron posible la realización de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	22
1. MARCO TEORICO	23
1.1 GENERALIDADES DEL GAS NATURAL	23
1.1.1 Fundamentos del Gas Natural	24
1.1.2 Tipos de Gas Natural	25
1.1.3 Subproductos del Gas Natural	25
1.1.4 Cadena Tecnológica del Gas Natural	26
1.1.5 Tratamiento del Gas Natural	27
1.1.6 Propiedades Básicas del Gas Natural	28
1.1.7 Composición del Gas Natural	35
2. INFORMACIÓN GENERAL	37
2.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO	37
2.1.1 Objetivo General	37
2.2 ALCANCE DEL PROYECTO	37
2.3 INFORMACIÓN DISPONIBLE PARA LA INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA	38
2.3.1. Características Del Gas Natural A Transportar	38
2.4 PARÁMETROS OPERACIONALES DE DISEÑO	41
2.4.1 Parámetros De Diseño Del Gasoducto Centragas (existente)	41
2.4.2 Parámetros De Diseño Para La Ingeniería	41
2.4.3 Clasificación De Áreas. Clase De Localización	42
2.4.4 Códigos Y Normas Aplicables	43
2.5 RESTRICCIONES	45

3. BASES DEL DISEÑO	47
3.1 INFORMACIÓN DISPONIBLE	47
3.1.1 Informe de Visita a Campo	47
3.1.2 Premisas De Diseño	50
3.2 FILOSOFÍA DE OPERACIÓN	50
3.2.1 Descripción del Proceso	50
3.2.2 Descripción de la Instalación	51
3.2.3 Descripción del Sistema de Control	52
3.3 FILOSOFIA DE DISEÑO	53
3.3.1 Ubicación y Configuración de la Estación	53
3.3.2 Composición Del Gas	53
3.3.3 Unidades De Medida	54
3.3.4 Condiciones De Operación	54
3.3.5 Condiciones De Presión	55
3.3.6 Temperatura	55
3.3.7 Niveles De Presión Sónica Permisible	55
3.3.8 Capacidad de la Estación	56
3.3.9 Presión de diseño	57
3.3.10 Criterios para definir componentes mecánicos	58
3.3.11 Sistema De Control	61
3.3.12 Pinturas para Tuberías aéreas	62
3.3.13 Obras Civiles	62
3.3.14 Diseño Eléctrico	63
3.3.15 Pruebas E Inspecciones	63
3.3.16 Clasificación Eléctrica	63
3.3.17 Listado de Equipos Mayores (Take Off)	65
4. ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO	66
4.1 AREA MECANICA	66
4.1.1 Requerimientos Generales	66

4.1.2 Montaje	67
4.1.3 Información Del Fabricante	69
4.1.4 Manejo de Equipos	69
4.1.5 Nivelación	70
4.1.6 Alineación	71
4.1.7 Limpieza	71
4.1.8 Inspección y Pruebas	72
4.1.9 Verificación de Torque	72
4.1.10 Tolerancias	73
4.1.11 Inspección de los Equipos	73
4.1.12 Seguridad	73
4.1.13 Pinturas y Recubrimientos	73
4.1.14 Documentación	74
4.1.15 Especificación de Válvulas	74
4.2 AREA INSTRUMENTACIÓN	77
4.2.1 Requerimientos Técnicos Generales	77
4.2.2 Tipos de Instrumentos	77
4.2.3 Pruebas	82
4.3 AREA TUBERÍA	82
4.3.1 Piping Class	82
4.3.2 Cálculo, Selección y Especificación de Tubería	95
4.4 AREA ELECTRICA	100
4.4.1 Especificación del Sistema de Alimentación Autónomo	100
4.4.2 Especificación del Sistema de Puesta a Tierra.	106
4.4.3 Diseño de la Malla de Puesta a Tierra	107
4.4.4 Especificación del Sistema de Apantallamiento.	108
4.5 AREA CIVIL	110
4.5.1 Normas Aplicables	110
4.5.2 Procedimientos	111
4.5.3 Concretos	119

4.5.4 Acero De Refuerzo	128
4.5.5 Carpintería Metálica	129
4.5.6 Mampostería Bloque Abuzardado Y Vibrado	130
4.5.7 Obras Civiles Para La Construcción Del Registro De Hot Tap	133
5. CONCLUSIONES	144
6. RECOMENDACIONES	145
7. BIBLIOGRAFÍA	146
8. ANEXOS	149

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1-1 Poder Calorífico de los Componentes del Gas Natural	31
Tabla 1-2 Constantes Físicas de los Principales Componentes de Gas Natural	31
Tabla 1-3 Composiciones Molares Típicas de Gas Seco y Gas Húmedo	36
Tabla 2-1 Composición del Gas Natural	39
Tabla 2-2 Especificaciones de Calidad del Gas Natural	40
Tabla 2-3 Parámetros de Diseño del Gasoducto	41
Tabla 2-4 Factores de Diseño Básico Según la Clase de Localidad	43
Tabla 3-1 Asistentes a la Visita de Campo	47
Tabla 3-2 Unidades de Medida	54
Tabla 3-3 Flujo de Diseño	55
Tabla 3-4 Presión de Diseño	55
Tabla 3-5 Temperaturas de Diseño	55
Tabla 3-6 Criterios para Uso de Válvulas	60
Tabla 3-7 Listado General de Equipos	65
Tabla 4-1 Especificaciones de los Materiales	91
Tabla 4-2 Descripción de puntos de operación y variables de proceso respectivas	97
Tabla 4-3 Cálculo de velocidades en las tuberías para los diferentes puntos de operación	98
Tabla 4-4 Cálculo de espesores de tubería seleccionada en los diferentes puntos de operación	99
Tabla 4-5 Tabla Ancho Máximo Zanja	115

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1.Sitio final de la tubería que viene del pozo.	48
Ilustración 2. Localización del punto de conexión	49
Ilustración 3 Localización estación	49
Ilustración 4.Diagrama de un Termogenerador	104

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Diagramas De Procesos.	150
Anexo B. Hojas De Datos De Equipos	160
Anexo C. Hoja De Datos De Entrada	166
Anexo D. Acta De Constitución Del Proyecto	168

GLOSARIO

ABSORCIÓN: operación en la cual uno o más componentes en fase gaseosa son transferidos al líquido solvente.

ACEITE DE ABSORCIÓN: hidrocarburo líquido usado para absorber y recuperar componentes del gas natural.

ACEITE POBRE: aceite de absorción recuperado de la planta o aceite del cual se han removido los compuestos absorbidos.

ACEITE RICO: aceite que sale por el fondo de una torre absorbidora. Este producto es el aceite pobre más los componentes absorbidos.

API (GRAVEDAD API): escala arbitraria para expresar la densidad relativa de los productos líquidos del petróleo. Esta escala se expresa en grados API.

BUTANO COMERCIAL: Hidrocarburo líquido constituido principalmente por butano y/o butileno.

BUTANO, NORMAL: Contiene un mínimo de 95% en volumen líquido de normal-butano. Químicamente el normal-butano es un compuesto alifático de la serie de las parafinas, con la fórmula química C_4H_{10} .

CONDENSADO: líquido formado por la condensación de un gas; específicamente, el hidrocarburo líquido separado del gas natural debido a los cambios en la temperatura y presión cuando el gas del yacimiento es enviado a los separadores de superficie.

CONDENSADO ESTABILIZADO: condensado que ha sido estabilizado a la

presión de vapor definitiva en un sistema de fraccionamiento.

DESHIDRATACIÓN: proceso mediante el cual se retira el agua del gas o del crudo.

ESTABILIZADORA: columna de fraccionamiento diseñada para reducir la presión de vapor de una corriente líquida.

FACTOR DE ABSORCIÓN: factor que indica la tendencia de un componente en fase gaseosa a ser transferido (o absorbido) al líquido solvente.

FONDOS: líquido o material residual que es retirado del fondo de una torre fraccionadora o de un separador durante el procesamiento del gas.

FRACCIONAMIENTO: ver destilación. Separación de una mezcla de hidrocarburos en productos individuales, basada en la diferencia entre los puntos de ebullición y/o volatilidades relativas.

GAS ASOCIADO: hidrocarburos gaseosos que se encuentran como gas libre bajo las condiciones de presión y temperatura del yacimiento.

GAS NATURAL: forma gaseosa del petróleo. Compuesta principalmente por mezcla de los gases hidrocarburos; el componente más común es el metano.

GAS RICO: gas alimento de una planta de procesamiento para recuperar líquidos.

GASOLINA NATURAL: mezcla de hidrocarburos, principalmente pentanos y más pesados, extraídos del gas natural, la cual cumple con la presión de vapor y otros requerimientos específicos.

GPL: gas licuado del petróleo. Compuesto predominantemente por propano y butano, el cual se mantiene en fase líquida bajo presión.

GPM: 1. Término utilizado para describir la tasa de flujo de un fluido en galones por minuto. 2. Galones por millón de pie cúbico estándar, se refiere al contenido, en el gas natural, de componentes recuperables como productos líquidos.

HIDRATO: material sólido resultante de la combinación de hidrocarburos con agua, bajo presión.

HOT TAP: Conexión que se realiza sobre una línea, o gasoducto en operación.

ISO-BUTANO: contiene un mínimo de 95% en volumen líquido de isobutano. Químicamente, es un hidrocarburo de la serie de las parafinas con la fórmula C_4H_{10} .

PLANTA CRIOGÉNICA: planta de procesamiento de gas que es capaz de producir gas natural líquido, incluyendo etano, a temperaturas de operación muy bajas, generalmente por debajo de $-50^{\circ}F$.

PLANTA DE PROCESAMIENTO DE GAS: planta en la cual se procesa el gas natural para recuperar líquidos y algunas veces otras sustancias como sulfuro.

PRESIÓN ATMOSFÉRICA: presión ejercida sobre la superficie terrestre por la atmósfera. Una presión de 760 mmHg, 29.92 inHg, o 14.696 psia se usa como estándar para algunos cálculos.

PRESIÓN CRÍTICA: presión de vapor de una sustancia a su temperatura crítica.

PRESIÓN DE VAPOR: presión ejercida por la fase vapor que está en contacto

con una fase líquido sobre las paredes de un recipiente.

PROCESAMIENTO DEL GAS: separación de los componentes del gas natural para tener productos vendibles y para tratar el gas residual para alcanzar las especificaciones de venta.

PUNTO DE BURBUJA: temperatura a la cual se forma la primera burbuja de vapor estable en el líquido, a una presión determinada.

PUNTO DE ROCÍO: temperatura a cualquier temperatura dada o presión a cualquier temperatura dada, a la cual el líquido comienza a condensar en un gas.

RECICLO: retorno de una porción de una corriente de proceso al punto corriente arriba de donde fue removido para enriquecer el proceso de recuperación o de control.

RECUPERACIÓN: porcentaje o fracción de un componente dado en el alimento de una planta que se recupera como producto de planta.

REFLUJO: porción de condensado de cima que regresa a la columna de fraccionamiento para reforzar la pureza que se puede alcanzar en el producto de tope.

RELACIÓN DE REFLUJO: una manera de medir el volumen de reflujo. Normalmente referida al alimento o al producto de tope.

RVP: presión de vapor Reid. Presión de vapor de un material medida por el método Reid.

TEMPERATURA CRÍTICA: máxima temperatura a la cual un componente puro

puede existir como un líquido.

NOMENCLATURA

	Símbolo	Unidades
Calor demandado por el proceso	[Qu]	[kW]
Capacidad Calorífica	[Cp]	[kJ/°C]
Eficiencia	[η]	[%]
Entalpia	[H]	[kJ/h]
Flujo másico		kg/h
Potencia eléctrica producida	[We]	[kW]
Relación Calor – Potencia	[RCP]	
Temperaturas	[T]	[°C]
Caudal Transportado de gas en millones de pies cúbicos por día a condiciones estándar	[Q]	<i>[MMSCFD]</i>

RESUMEN

TÍTULO: INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA PARA UN PUNTO DE ENTRADA INASISTIDO AL SISTEMA NACIONAL DE TRANSPORTE DE GAS NATURAL.*

AUTOR: ARNOLD GIOVANNY CASTELLANOS DÍAZ**

PALABRAS CLAVES: Producción de gas, transporte de gas, estación de entrada de gas.

DESCRIPCIÓN:

Debido al aumento en la demanda de Gas Natural, las compañías de hidrocarburos desean ingresar gas proveniente de pozos productores al sistema nacional de transporte y con ello contribuir en los proyectos de expansión que se están desarrollando actualmente en el país.

El propósito de este trabajo es realizar la ingeniería conceptual y básica requerida para un punto de entrada inasistido al sistema nacional de transporte de gas natural. Para ello los diseños de esta estación de recibo y medición de gas, deben cumplir con los requisitos establecidos por la Ley Colombiana y demás estándares internacionales, concernientes a estaciones conectadas a líneas de transporte de gas combustible a alta presión; En este diseño se debe tener en cuenta las etapas de Filtración, medición de la calidad del gas y medición de flujo.

De esta forma, este documento consta de cuatro capítulos donde se expondrá el marco teórico, la información general del proyecto, las bases del diseño en sus fases conceptual y básica, las especificaciones técnicas, y su importancia como herramienta de insumo principal para desarrollar la ingeniería detallada y su posterior fase de construcción; De igual manera este manuscrito es un soporte y ejemplo documental que puede servir de apoyo en cualquier proyecto de características similares.

* Trabajo de grado de Especialización

** Facultad de ingenierías fisicoquímicas, Escuela de ingeniería Petróleos, Especialización en Ingeniería del gas. Director: Ing. Faustino Camargo.

SUMMARY

TÍTULO: CONCEPTUAL AND BASIC ENGINEERING FOR AN AUTONOMOUS POINT OF ENTRANCE TO THE NATIONAL SYSTEM OF TRANSPORT DE NATURAL GAS.*

AUTHOR: ARNOLD GIOVANNY CASTELLANOS DIAZ**

KEYWORDS: Production of gas, transport of gas, station of entrance of gas.

DESCRIPTION:

Due to the increase in the demand of Natural Gas, the companies of hydrocarbons want to enter gas coming from producing wells to the national system of transport and with it to contribute in the expansion projects that are developing at the moment in the country.

The purpose of this work is to make the conceptual and basic engineering required for an autonomous entrance point to the national system of transport of natural gas. For it the designs of this receipt station and metering of gas, they should fulfill the requirements settled down by the international standard Colombian and other Law, concerning to connected stations to lines of transport of combustible gas to high pressure; In this design it should be kept in mind the stages of Filtration, mensuration of the quality of the gas and mentering of flow.

This way, this document consists of four chapters where the theoretical mark, the general information of the project, will be exposed the bases of the design in its conceptual and basic phases, the technical specifications, and its importance like tool of main input to develop the detailed engineering and its later construction phase; In a same way this manuscript is a support and documental example that it can serve as support in any project of characteristic similar.

* Work of degree of Specialization

** Faculty of fisicoquímicas engineerings, School of engineering Petroleums, Specialization in Engineering of the gas. Director: Ing. Faustino Camargo.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto consiste en diseñar la ingeniería Conceptual y Básica de la estación de recibo y un punto de entrada en caliente (Hot Tap) del Pozo Serafín-I al gasoducto Ballena-Barrancabermeja, la estación comprende las etapas de Filtración, medición de la calidad del gas y medición de flujo.

La compañía Petróleos del Norte S.A. desea ingresar gas proveniente del pozo Serafín-I al gasoducto Ballena-Barrancabermeja, este gas será transportado por TGI y entrará al gasoducto Ballena-Barrancabermeja operado por CENTRAGAS bajo el contrato DIJ-(P)-515; PROMIGAS fue comisionada como consultor para la ingeniería del punto de conexión y de la estación de recibo.

La idea central de este documento es servir como herramienta de insumo en el desarrollo del proyecto para el futuro desarrollo de la ingeniería de detalle y la posterior fase de construcción.

Metodológicamente, el documento se estructura en cuatro capítulos que ofrecerán:

- Capítulo 1. Marco Teórico.
- Capítulo 2. Información general del proyecto donde se especifican los objetivos, el alcance, la información disponible para la ingeniería conceptual y las restricciones en las cuales se basó la ingeniería.
- Capítulo 3. Bases del diseño
- Capítulo 4. Especificaciones del diseño.

1. MARCO TEORICO

En este capítulo se presenta una breve reseña sobre el gas natural, su procesamiento, importancia, características, entre otros. Anteriormente el gas natural que aparecía en los yacimientos se quemaba como un residuo más, ya que, a pesar de su enorme poder calorífico, no se podía aprovechar por los problemas que plantea su almacenamiento y transporte. No puede ser licuado simplemente bajo presión porque su temperatura crítica, 190 K, es muy baja y, por tanto, debe ser enfriado hasta temperaturas inferiores a ella antes de licuarse. Una vez licuado debe ser almacenado en contenedores muy bien aislados, y su transporte se realiza por tuberías fabricadas con materiales y soldaduras especiales para resistir grandes presiones.

En la actualidad el gas natural se utiliza como combustible doméstico e industrial, además por su gran poder calorífico, porque su combustión es regulable y produce escasa contaminación. También se emplea como materia prima en la industria petroquímica en la obtención de amoníaco, metanol, etileno, butadieno y propeno.

1.1 GENERALIDADES DEL GAS NATURAL

El Gas natural se define como el gas que se obtiene de reservas subterráneas naturales, ya sea como gas libre o gas asociado con crudo. En su estado natural a menudo contiene una cantidad de sustancias que no son hidrocarburos como el nitrógeno, bióxido de carbono y sulfuro de hidrógeno. De igual manera en su estado natural casi siempre está saturado con agua.

Por lo general contiene grandes cantidades de metano CH₄ junto con otras cantidades menos representativas de hidrocarburos más pesados. El gas que se entrega para consumo final como combustible o materia prima tiene una composición diferente a la presente en el yacimiento o en boca de pozo.

Composición que debe definirse mediante una calidad específica que requiere ser cumplida por todos los productores que comercializan gas natural.

1.1.1 Fundamentos del Gas Natural

Desde la década de 1870, la mayoría de los científicos concuerdan en que el petróleo es de origen orgánico. Según ellos la descomposición de los restos orgánicos presentes en los sedimentos se acumulan en los poros de los depósitos sedimentarios más superficiales de la corteza terrestre y con el tiempo se transforman en lo que hoy conocemos como petróleo y gas natural; sin embargo, desde la década del 1970, algunos científicos cuestionan esta teoría.

El Físico Thomas Gold, autor de varias teorías controvertidas, se expresa así en el libro *The Deep Hot Biosphere - The Myth of Fossil Fuels* (La Caliente y Profunda Biosfera- El Mito de los Combustibles Fósiles) "La teoría del origen orgánico de los hidrocarburos recibió tal aceptación en los Estados Unidos y gran parte de Europa que de hecho paralizó la investigación en la dirección opuesta. Pero tal cosa no sucedió en los países de la ex Unión Soviética". Es probable que se debiera a que el respetado químico Ruso Mendeleev definió el origen como inorgánico.

Hoy día, en vista de la mayor cantidad de información de que disponemos, sus argumentos cobran aún más fuerza, ¿en qué consiste la teoría del origen inorgánico, Gold explica:"La teoría del origen inorgánico sostiene que los hidrocarburos eran parte integral del material que formó la tierra mediante sustancias sólidas hace unos cuatro mil quinientos millones de años". Según dicha teoría, los elementos del petróleo se encuentran en las profundidades del planeta desde que éste se formó.

Localizar depósitos de petróleo y gas no es solo cuestión de encontrar capas de rocas sedimentarias y perforar un pozo. Más bien hay que hacer un esfuerzo muy

grande de análisis y perforaciones especulativas.

1.1.2 Tipos de Gas Natural

Debido a que el gas natural es una mezcla de varios compuestos y debido a que su composición difiere de un yacimiento a otro y que su presencia en el subsuelo puede darse acompañado de petróleo o libre se definen varios tipos de gas natural a saber:

- 1 *Gas Crudo:* Es aquel que sale del yacimiento, sin tratar ni procesar.
- 2 *Gas Libre:* Es aquel que proviene de un yacimiento donde solo existe gas como hidrocarburo
- 3 *Gas Asociado:* Es aquel que proviene de un yacimiento donde simultáneamente se produce gas y crudo.
- 4 *Gas Pobre:* Un gas que contiene muy poca cantidad de etano, propano y compuestos más pesados.
- 5 *Gas Rico:* Gas que contiene una cantidad de compuestos más pesados que el etano, alrededor de 0.7 galones de propano equivalente por 1000 pies cúbicos de gas.
- 6 *Gas Acido o Agrio:* Gas que contiene más de 16 ppm de H₂S o cantidades porcentuales altas (mayores a 6%) de CO₂.
- 7 *Gas Dulce:* Gas que contiene menos de 16 ppm de H₂S o cantidades bajas de CO₂.

1.1.3 Subproductos del Gas Natural

Los principales subproductos que se obtienen en el procesamiento del gas natural son principalmente etano, propano, butano mezclado, condensados o pentanos (Gasolina Natural) y azufre.

1.1.4 Cadena Tecnológica del Gas Natural

El gas que abandona el yacimiento generalmente se encuentra saturado con agua y contiene todas las impurezas asociadas a la producción y, dependiendo de su calidad puede ser tratado o procesado para ser transportado para su consumo final.

El esquema general del tratamiento del gas natural está referido a dos situaciones a saber:

- a. Condicionamiento del gas natural
- b. Procesamiento del gas natural

La selección de un esquema de tratamiento ya sea acondicionamiento o procesamiento depende de las siguientes condiciones:

- La necesidad de protección contra problemas de taponamiento
- Las especificaciones del gas de venta
- Consideraciones de problemas potenciales de erosión - corrosión
- Economía de recuperación de líquidos
- Factores locales que afectan el diseño y operación

✓ *Condicionamiento del gas natural*

El término condicionamiento del gas se refiere a los procesos tendientes a satisfacer las especificaciones del gas residual. Éste incluye:

- Deshidratación del gas para prevenir la condensación del agua
- Control del punto de rocío de hidrocarburos para prevenir su condensación
- Remoción de componentes de azufre y de dióxido de carbono para satisfacer

la protección a equipos, necesidades del proceso y asuntos ambientales.

✓ *Procesamiento del gas natural*

Su objeto está centrado en la recuperación de cantidades comerciales de líquidos a partir del gas natural. Los componentes a recuperar son:

- Etano
- Propano comercial
- Mezclas propano – butano
- Gasolina natural

En general el condicionamiento/procesamiento consiste de cuatros procesos básicos:

- Separación de los líquidos libres del gas tales como crudo, condensados de hidrocarburos, agua y sólidos
- Remoción de vapores de hidrocarburos recuperables y condensables
- Remoción de vapor de agua condensable, el cual bajo ciertas condiciones puede formar hidratos
- Remoción de algunos componentes indeseados como sulfuro de hidrógeno y dióxido de carbono.

Algunos de estos procesos se realizan en el campo pero en la mayoría de los casos el gas se envía a unidades de condicionamiento/procesamiento centralizadas.

1.1.5 Tratamiento del Gas Natural

El gas se encuentra en el yacimiento a presiones altas mayores a 4000 psig y

150° F de temperatura, se lleva a la superficie mediante una tubería en el pozo donde se reduce la presión del gas a la presión de operación de la línea de recolección del gas que es 1200-1400 psig. Esta reducción de presión condensa parte del agua de saturación del gas, lo cual conduce a la formación de hidratos. Sin embargo, en el campo se usan procesos de prevención de hidratos como el calentamiento del gas para mantenerlo por encima de su temperatura de formación de hidratos, o mediante el uso de aditivos químicos y luego su traslado mediante gasoductos a la planta de procesamiento. Este flujo ocurre normalmente en dos fases.

El gas que llega a la planta entra a un separador donde se remueven los líquidos. Posteriormente el gas se envía a una unidad de endulzamiento en la cual se remueven los gases ácidos.

El gas que abandona la unidad de endulzamiento es dulce pero aún se encuentra saturado con vapor de agua y contiene una cantidad considerable de hidrocarburos pesados, ambos deben ser removidos de modo que se puedan cumplir las especificaciones de punto de rocío tanto del agua como de los hidrocarburos, esto se hace por diferentes procesos como enfriamiento, absorción y deshidratación. Los hidrocarburos líquidos provenientes de las instalaciones de separación y de control del punto de rocío de los hidrocarburos se envían a instalaciones de fraccionamiento para separar los hidrocarburos en componentes individuales.

1.1.6 Propiedades Básicas del Gas Natural

El gas natural es incoloro, inodoro, inflamable y no es tóxico, sin embargo desplaza al aire en un ambiente cerrado. El gas natural es un excelente combustible debido a que se quema fácil y completamente produciendo poca contaminación.

El gas natural es tratado al salir del pozo. La composición del gas tratado, en la forma como se entrega a los consumidores obedece a una reglamentación previamente establecida.

Un gas ideal, a menudo llamado gas perfecto, es un gas donde no existe fuerza molecular. Es necesario conocer la temperatura y la presión para poder determinar el volumen de un gas ideal con precisión.

Las propiedades básicas de los gases aplicadas al comportamiento del gas natural son:

- Los gases son afectados por los cambios de temperatura y de presión debido a su capacidad de expandirse y contraerse con facilidad.
- Si no están confinados, los gases se expanden al calentarse y se contraen al enfriarse.
- Los gases pueden fácilmente comprimirse hasta volúmenes más pequeños.
- Los gases puros, que contienen un solo componente gaseoso, son tratados generalmente como gases ideales a baja presión.

Un gas se comporta como un gas ideal a baja presión, dicha ley expresa los efectos de la presión sobre el volumen al igual que la temperatura sobre el volumen.

Los gases reales se desvían del comportamiento anterior debido a la interacción de las fuerzas moleculares. Para la mayoría de los gases incluyendo el gas natural la desviación del comportamiento puede ser estimado con bastante exactitud, utilizando el factor de compresibilidad Z .

El comportamiento presión - volumen - temperatura es fundamental para entender el manejo del gas natural por tuberías. El flujo de gas a través de una tubería es

debido al gradiente de presión entre el punto inicial y el punto de entrega. En aquellos casos cuando el consumo disminuye la línea inicia un proceso de empaquetamiento al mantenerse el suministro hasta el punto de máxima presión referida a la condición de diseño de la tubería. En el caso contrario, cuando el consumo se hace mayor a la rata de suministro de gas la presión del sistema empieza a disminuir hasta el punto de igualar la condición de presión mínima en el sistema de regulación, en este momento se suspende el consumo y se inicia el proceso de incremento de presión.

Comercialmente las transacciones de gas natural generalmente se hacen basadas en su contenido energético, este contenido energético se obtiene multiplicando el volumen de gas por su poder calorífico bruto. El poder calorífico de un combustible se define como la cantidad de calor liberado en una combustión completa por una cantidad unitaria de combustible bajo condiciones de Temperatura y una atmósfera de presión. Las diferentes referencias de temperatura son 0, 15 y 25 °C.

Durante la combustión de gas natural hay formación de agua. El poder calorífico neto (NHV) se obtiene ya que el agua producida durante la combustión se produce como vapor. Por otro lado el poder calorífico bruto (GHV) considera el calor de condensación del agua. La tabla 1-1 muestra el poder calorífico de los diferentes hidrocarburos que componen el gas natural.

Tabla 0-1 Poder Calorífico de los Componentes del Gas Natural

<i>COMPONENTE</i>	<i>PODER CALORÍFICO</i>	
	GHV (KJ/NM3)	NHV (KJ/NM3)
Metano	39,936	35,904
Etano	70,498	64,404
Propano	101,364	93,146
n-Butano	134,415	123,910
Iso-Butano	153,851	123,356
n-Pentano	172,189	159,045
n-Hexano	210,226	194,445
Benceno	162,219	155,582
Tolueno	207,717	198,242

También hay que considerar las propiedades a la hora de procesar el gas natural, estas se listan a continuación:

Tabla 0-2 Constantes Físicas de los Principales Componentes de Gas Natural

Componente	PM (KG/KMOL)	TPF (K)	TEB (K)	VE (M3/KMOL)
Hidrogeno	2,016	13,95	20,39	0,028604
Helio	4,003	1,76	4,22	0,032275
Nitrógeno	28,014	63,15	77,35	0,034678
Oxigeno	31,999	54,36	90,17	0,034678
Agua	18,015	273,15	373,15	0,018069
Co	28,010	68,15	81,70	0,035456
Co ₂	44,010	216,58	194,67	0,037278

Componente	PM (KG/KMOL)	TPF (K)	TEB (K)	VE (M3/KMOL)
H ₂ S	34,082	187,68	12,80	0,036142
Metano	16,043	90,67	11,66	0,037832
Etano	30,070	90,35	184,55	0,055203
Propano	44,097	85,46	231,11	0,075642
Isobutano	58,123	113,54	261,43	0,097704
N-BUTANO	58,123	134,86	272,65	0,096553
Isopentano	72,150	256,58	282,65	0,119536
N-PENTANO	72,150	143,42	309,22	0,116126
N-HEXANO	86,177	177,84	341,88	0,131306
N-HEPTANO	100,204	182,57	371,58	0,147014
N-OCTANO	114,231	216,38	398,83	0,163507
Ciclopentano	70,134	179,31	322,40	0,093509
Benceno	78,114	278,68	353,24	0,089495
Tolueno	92,141	178,18	383,78	0,106556
Etil benceno	106,167	178,20	409,35	0,122681

TPF: Temperatura punto de fusión.

TEB: Temperatura de ebullición.

VE: volumen específico.

✓ *Poder calorífico del gas*

Como se dijo anteriormente el poder calorífico es la energía liberada cuando se quema un volumen estándar de gas y se expresa en Btu/pe³ o Julios/m³. Debido a que lo que genera calor es el rompimiento de las uniones entre el carbono y el hidrógeno, mientras más átomos de carbono e hidrógeno haya en cada molécula, mayor será el poder calorífico del gas. En vista de que el gas natural es una mezcla.

✓ *Poder Calorífico Bruto*

Es la cantidad de energía transferida como calor en la reacción de combustión donde todos los productos de combustión son enfriados a 60° F y el agua producto de la reacción ha sido condensada.

✓ *Poder Calorífico Neto*

Es la cantidad de energía transferida como calor en la reacción de combustión pero el agua que se forma en la combustión permanece en la fase vapor. La diferencia entre calor bruto y neto es el calor latente de condensación del agua producida en el proceso de combustión.

✓ *Temperatura de Ignición*

La temperatura de ignición de un gas es la temperatura más baja a la que suceda la combustión auto sostenida. La temperatura de ignición de un gas natural es inferior a la temperatura de ignición del metano como componente puro, debido a la presencia de otros hidrocarburos con temperaturas de ignición más bajas. A la temperatura de ignición, el gas empieza a arder en una mezcla adecuada de gas y aire. Esta posibilidad de ignición tiene aplicaciones tanto en la seguridad como en su uso como combustible. La temperatura de ignición del metano es de 705° C.

✓ *Limites de Inflamabilidad*

Los límites de inflamabilidad de un gas definen el rango en el que se sucede la combustión.

- *Límite Inferior de Inflamabilidad:* Es la concentración más baja de un gas en aire en la que ocurre una combustión sostenida.

- *Límite Superior de Inflamabilidad:* Es la concentración más alta de un gas en aire en la que soporta la combustión.

Los límites de inflamabilidad del gas natural son aproximadamente 5% (LSI) y 15% (LSI) dependiendo de su composición. Si la concentración del gas natural en aire está entre el 5% y el 15% el gas empezará a arder si está expuesto a una fuente de ignición.

✓ *Peso Molecular*

El comportamiento de una mezcla de gas está influenciado por su composición, es decir, por el contenido de cada componente de la mezcla. La cantidad de masa se expresa en términos del peso molecular en unidades de masa que se denominan moles.

Una molécula de metano (CH₄) está formada por un átomo de carbono (C=12) y cuatro átomos de Hidrógeno (H=1), por lo tanto el peso molecular del metano es de 16.0-

✓ *Gravedad Específica*

La gravedad específica de un gas está definida como la relación entre la densidad del gas y la densidad del aire seco a la misma temperatura y presión. Para calcular la gravedad específica de un gas debe conocerse la densidad del aire a la misma temperatura y presión que la muestra del gas. La gravedad específica del metano es de 0.554

La gravedad específica de un gas natural tiene un rango que va de 0.55 a 0.90, dependiendo de la cantidad de hidrocarburos pesados que haya en el gas. En un ambiente no confinado el gas natural sube y se disipa.

1.1.7 Composición del Gas Natural

La composición del gas natural varía de acuerdo con el yacimiento de donde proviene. El gas Natural puede contener de 80% a 98% de metano dependiendo del origen y del grado de procesamiento. Como ya se mencionó antes, el gas natural puede contener otros hidrocarburos más pesados tales como etano, propano y butano en concentraciones considerables e hidrocarburos de C5+ en concentraciones menores. El metano y el etano se procesan como gas natural. Los hidrocarburos de C3 y C4 corresponden a la fracción de GLP (gas licuado del petróleo) y la fracción más pesada C5+ se llama gasolina natural. Por lo general es imposible identificar todos los componentes presentes en la fracción pesada del gas, por esto se agrupan de acuerdo a su número de átomos de carbono representada como Cm+ donde m representa un número desde 5 hasta 20 dependiendo de la reserva de gas.

La tabla 1-3 muestra las composiciones típicas que se encuentran tanto en el gas seco como en el gas húmedo.

Tabla 0-3 Composiciones Molares Típicas de Gas Seco y Gas Húmedo

COMPONENTE	COMPOSICIÓN MOLAR	
	GAS SECO	GAS HUMEDO
Metano	0,7 - 0,98	0,5 - 0,92
Etano	0,01 - 0,1	0,05 - 0,15
Propano	Trazas - 0,05	0,02 - 0,14
Butano	Trazas - 0,02	0,01 - 0,10
Pentano	Trazas - 0,01	Trazas - 0,05
Hexano	Trazas - 0,005	Trazas - 0,03
Heptano	0 - trazas	Trazas - 0,15
Nitrógeno	Trazas - 0,15	Trazas - 0,10
Dióxido de carbono	Trazas - 0,01	Trazas - 0,04
Helio	0 - 0,05	0
H ₂ S	0 - trazas	0 - 0,06

* Trazas se refiere a menos de 0.001 molar.

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1.1 Objetivo General

Entregar un producto confiable que contenga la ingeniería conceptual y básica para un punto de conexión, estación de recibo y un puerto de comunicaciones para el sistema SCADA.

2.1.1.1 Objetivos Específicos

- ✓ Realizar la ingeniería conceptual y básica de los diseños requeridos para una estación de recibo y medición de gas cumpliendo con los requisitos establecidos por la Ley Colombiana y demás estándares internacionales, concernientes a estaciones conectadas a líneas de transporte de gas combustible a alta presión.
- ✓ Desarrollar la ingeniería conceptual y básica de un punto de entrada en caliente (Hot Tap) cumpliendo con la normatividad vigente.

2.2 ALCANCE DEL PROYECTO

Se desarrollará la ingeniería conceptual y básica para introducir gas del pozo Serafín-I dimensionando las capacidades de los sistemas de filtración, separación, medición y regulación si la hubiese en la estación de punto de entrada.

Para satisfacer la intención mencionada, el alcance específico del proyecto consiste en:

1. La recolección y análisis de la información.

2. Desarrollo de la ingeniería conceptual y básica de la posible interconexión entre PetroNorte y Centragas en el gasoducto Ballenas –Barrancabermeja.
3. Desarrollo la ingeniería conceptual y básica para la construcción del registro del Hot Tap sobre el gasoducto Ballena – Barrancabermeja.
4. Dimensionamiento y selección de los sistemas de separación, filtración, medición y regulación en la estación de entrada.
5. Elaboración de los diagramas de flujo de proceso (PFD) con las operaciones unitarias requeridas.
6. Elaboración de los diagrama del sistema (P&ID).
7. Elaboración de la lista de equipos mayores para producir un documento con el cual se pueda solicitar la compra de estos equipos, esto no implica realizar ingeniería de detalle para los mismos.

2.3 INFORMACIÓN DISPONIBLE PARA LA INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA

La ingeniería conceptual se desarrolló con base en la información cruzada entre Centragas, Promigas, TGI y Solutec, resumida en el acta N° SOL-FPCH-03 ANEXO 07. En la definición de los componentes que hacen parte de la infraestructura del proyecto se consideran los criterios generales establecidos por TGI en su proceso de diseño.

2.3.1. Características Del Gas Natural A Transportar

Para el dimensionamiento de equipos y selección de materiales se considerara la composición del gas mostrada en la tabla 2-1 la cual cumple con las especificaciones de calidad para transporte en el Sistema Nacional de Transporte conforme al Reglamento Único de transporte –RUT como se muestran en la tabla 2-2.

Tabla 0-1 Composición del Gas Natural

Composición del Gas Natural		
Componente	Fórmula	% molar
Metano	CH ₄	97.14
Etano	C ₂ H ₆	0.12
Propano	C ₃ H ₈	0.01
i-Butano	C ₄ H ₁₀	0.00
n-Butano	C ₄ H ₁₀	0.00
i-Pentano	C ₅ H ₁₂	0.00
n-Pentano	C ₅ H ₁₂	0.00
Nitrógeno	N ₂	2,67
Dióxido de carbono	CO ₂	0.06
Agua	H ₂ O	0.01

Fuente: suministrada por Petro Norte S.A.

Tabla 0-2 Especificaciones de Calidad del Gas Natural

ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DEL GAS NATURAL		
Poder Calorífico bruto mínimo, en MJ/m ³ (BTU/ft ³)	35.4	950 (Nota 1)
Poder Calorífico bruto máximo, en MJ/m ³ (BTU/ft ³)	42.8	1150
Contenido de Líquido (Nota 2)	Libre de Líquidos	
Contenido total de H ₂ S máximo mgr/m ³ (granos/100ft ³)	6	0.25
Contenido total de azufre máximo, mgr/m ³ (granos/100ft ³)	23	1.0
Contenido de CO ₂ máximo, %Vol.	2	2
Contenido de N ₂ máximo, %Vol.	3	3
Contenido de inertes máximo, %Vol. (CO ₂ + N ₂ + O ₂) (Nota 3)	5	5
Contenido de Oxígeno máximo, %Vol.	0.1	0.1
Contenido de agua máximo, mg / m ³ (lb / MMSCF)	97	6.0
Temperatura de entrada máxima, °C (°F)	49	120
Temperatura de entrada mínima, °C (°F)	7.2	45
Contenido máximo de polvos y material en suspensión, mg / m ³ (granos/1000 scf) (Nota 4)	1.6	0.7
Libre de Gomas	Sí	Sí
<p>Nota 1: Todos los datos sobre metro cúbico o pie cúbico de gas están referidos a Condiciones Estándar.</p> <p>Nota 2: Los líquidos pueden ser: hidrocarburos, agua y otros contaminantes en estado líquido.</p> <p>Nota 3: Se considera como contenido de inertes la suma de los contenidos de CO₂, nitrógeno y oxígeno.</p> <p>Nota 4: El máximo tamaño de las partículas debe ser 15 micrones.</p> <p>Salvo acuerdo entre las partes, el Productor-comercializador y el Remitente están en la obligación de entregar Gas Natural a la presión de operación del gasoducto en el Punto de Entrada hasta las 1.200 Psig, de acuerdo con los requerimientos del Transportador. El Agente que entrega el gas no será responsable por una disminución en la presión de entrega debido a un evento atribuible al Transportador o a otro Agente usuario del Sistema de Transporte correspondiente.</p> <p>Si el Gas Natural entregado por el Agente no se ajusta a alguna de las especificaciones establecidas en este RUT, el Transportador podrá rehusar aceptar el gas en el Punto de Entrada.</p>		

Fuente: GREG Comisión de Regulación de Energía y Gas

2.4 PARÁMETROS OPERACIONALES DE DISEÑO

2.4.1 Parámetros De Diseño Del Gasoducto Centragas (existente)

	Diámetro Nominal (in)	Espesor	Longitud (km)
Gasoducto en Alta Presión:	18"	0.344"	575
Acero al carbono, material API 5LX-65			kilómetros

Tabla 0-3 Parámetros de Diseño del Gasoducto

Parámetro	valor
Temperatura máxima de diseño	65°C
Temperatura mínima de diseño	15°C
Punto de rocío del vapor de agua a 1200 psig máx.	-10°C
Contenido máximo de agua en condiciones normales	65 mg/m ³
Profundidad a TOP	1.0 m minimun
En roca	0.6 m minimun
Máximo espaciamiento entre válvulas de bloqueo	32 km
Máximos espaciamiento entre trampas mixtas	80km

Fuente: Numeral 3.3.1 del contrato DIJ-(P-515).

2.4.2 Parámetros De Diseño Para La Ingeniería

Presión de diseño: 1480

Presión máxima de operación: 1200 Psig

Presión mínima de operación: 900 Psig

Presión promedio de operación: 1000 Psig

Caudal Pico Horario: 625000 SCFH

Caudal Mínimo Horario: 208333,33 SCFH

Caudal Promedio Diario: 416666 SCFH

Temperatura Máxima Diseño: 100° F

Temperatura Promedio del Gas: 68,5° F

Temperatura Mínima de Diseño del Gas: 60 °F

Temperatura Ambiente Promedio: 95°F

Velocidad máxima del gas en la línea de interconexión: 20 m/s

Sistema de medición: se usará medidor tipo turbina para transferencia de custodia.

Longitud estimada de la Línea: 3000 m (solo para Datos de diseño)

Se parte del supuesto que la máxima cantidad de agua permitida es la establecida por el contrato DIJ-(P)-515, 4 lb H₂O/MMSCFD.

El resto de condiciones de la calidad del gas serán las establecidas en el RUT (Reglamento Único de Transporte).

2.4.3 Clasificación De Áreas. Clase De Localización

Para la determinación del espesor de pared de la tubería, según el código ASME B 31.8 y la normativa Colombiana (NTC3728, Numeral 3.2.2.2.d), se consideró la clasificación de las áreas atravesadas de conformidad con la información de Centragas. Según sea la clase, se tiene un factor “F” que interviene en la determinación del espesor, los cuales se indican en la tabla 2-4.

Tabla 0-4 Factores de Diseño Básico Según la Clase de Localidad

Clase de Localidad	Factor de diseño
1	0,72
2	0,60
3	0,50
4	0,4

Fuente: Código ASME B 31.8

Las áreas relacionadas con esta ingeniería contienen zona con *clase de localidad* 3, por tanto la tubería necesaria en la interconexión Petro Norte-Centragas en la estación de se ha diseñado con factor para *clase de localidad* 3.

2.4.4 Códigos Y Normas Aplicables

Los Códigos y Normas considerados para la realización del Proyecto son los que se indican a continuación.

a. NORMAS CIVILES

Organización	Norma	Versión	Título
AISC	AISC-2005	2005	Normas para el Diseño de Estructuras de Acero de Estructuras Metálicas
Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica	NSR-98	1997	Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente. Ley 400 de 1997. Decreto 33 de 1998

NORMAS MECÁNICAS (RECIPIENTES)

Organización	Norma	Versión	Título
ASME	ASME Sec. 9	2007	Welding and Brazing Qualifications
ASME	ASME Sec. 8 Div 1	2007	Boiler and Pressure Vessel Code
ASCE	ASCE/SEI 7-05	2006	Minimum Design Load in Building and Other Structures
ANSI	ANSI A 14.3	2002	American National Standard for Ladders - Fixed - Safety Requirements
API	API 650	2009	Welded Steel Tank for oil Storage

c. NORMAS DE TUBERÍA

Organización	Norma	Versión	Título
ASME	B31.8	2007	Gas transmission and distribution piping systems
ASME	ANSI/ASME B 16.5	2009	Steel Pipe Flanges and Flanged Fitting
ASME	ANSI/ASME B 16.9	2007	Factory Made Wrought Steel but Welding Fitting
ASME	ANSI/ASME B 16.47	2006	Large Diameter Steel Flanges
ASME	ANSI/ASME B 16.11	2009	Forged Steel Fittings, Socket. Welding and Threaded
ASME	ANSI/ASME B36.10	2004	Welded and Seamless Wrought Steel Pipe
ASME	ANSI/ASME B16.36	2009	Steel Orifice Flange
API	API 1104	2008	Welding of Pipelines and related facilities
API	API RP1107	1991	Pipeline Maintenance Welding Practices
API	API 5L	2007	Specifications For Line Pipes
API	API 600	2009	Steel Gate Valves, flanged and butt-welding ends, Bolted Bonnets
API	API Spec 6D	2008	Specification for Pipeline Valves
MSS	MSS-SP-75	2008	Specifications for High Test Wrought Butt-Welding Fittings
MSS	MSS-SP-44	2006	Steel Pipe Line Flange
ICONTEC	NTC 3949	2002	Estaciones de Regulación de Presión para líneas de transporte y redes de distribución de gas combustible.

NORMAS ELÉCTRICAS

Organización	Norma	Versión	Título
ICONTEC	NTC 2050	1998 1ª Actualización	Código Eléctrico Colombiano
IEEE	ANSI/IEEE C37.13.1	2006	IEEE Standard for Definite Purpose Switching Devices for Use in Metal-Enclosed Low-Voltage
NEMA	ANSI/NEMA C84.1	2006	Electric Power Systems and Equipment - Voltage Ratings
NEMA	WC 50- 1976/ICEA P- 53-426	1999	Ampacities, Including Effect of Shield Losses for Single Conductor Solid Dielectric Power Cable 15 kV through 69 kV

e. NORMAS INSTRUMENTACIÓN

Organización	Norma	Versión	Título
ISA	ISA COMPLETE SET	2008	ISA Standards Library for Automation and Control

f. CÓDIGOS DE SEGURIDAD

Organización	Norma	Versión	Título
NFPA	NFPA 54	2009	National Fuel Gas Code
NFPA	NFPA – 70	2008	Standard for Electrical Safety in the Workplace
NFPA	NFPA - 10	2007	Portable Fire Extinguishers
NFPA	NFPA – 14	2008	Standard on Motion Picture and Television Production Studio Soundstages and Approved Production Facilities
NFPA	NFPA - 15	2009	Fire Safety in Racetrack Stables

2.5 RESTRICCIONES

- 1 Toda la tubería diseñada o modificada deberá cumplir el límite de velocidad máxima de 66 ft/s y la velocidad de erosión en ft/s será, $V_e = \frac{C}{\sqrt{\rho_m}}$ donde C es una constante empírica y ρ_m es la densidad de la mezcla de gas.

- 2 El flujo del gasoducto se deberá interrumpir lo menos posible por lo que las conexiones se realizaran en caliente. Hot Tapping.
- 3 Las partes involucradas (TGI, Promigas, Centragas, Petro Norte) deben llegar a acuerdos comerciales y contractuales para llevar a cabo las premisas planteadas en este documento.
- 4 Los diseños de las instalaciones del punto de conexión de la nueva estación de entrada llegan hasta la brida de entrada. Esta ingeniería no cubre el diseño de la línea del pozo a la estación ni de sus sistemas auxiliares.
- 5 La selección de los equipos en esta ingeniería se hará de conformidad con el piping class de TGI y con los términos del contrato DIJ(P-515).
- 6 En la ingeniería del punto de conexión de este documento no será incluida la ingeniería para garantizar el flujo en el gasoducto en un solo sentido.

3. BASES DEL DISEÑO

3.1 INFORMACIÓN DISPONIBLE

3.1.1 Informe de Visita a Campo

La visita a campo fue realizada el 14 de octubre del 2009, al sitio donde quedará ubicada la estación de entrega del punto Serafín y tenía como objeto definir con las partes interesadas la localización exacta de los predios donde se construirá la futura estación de entrega.

En la siguiente tabla se muestra los participantes en la visita

Tabla 0-1 Asistentes a la Visita de Campo

Nombre	Empresa	Cargo
Hernando Portilla	Petronorte	Ingeniero proyectos
Gustavo Correa	Centragas	Jefe distrito
César Quiroz	Solutec Ing. Ltda.	Director Ingeniería

La visita se realizó en inmediaciones del municipio de Aguachica-Cesar, se realizó inspección al sitio donde se encuentra el final de la tubería que viene del pozo ver ilustración 1, y el sitio donde quedará la estación de entrega ver ilustración 2 y 3.

El acceso al sitio es por zona carretable destapado a unos 10 minutos de la carretera que conduce de Aguachica a San Alberto, actualmente por el sitio se construye un poliducto de Ecopetrol, el cual su tubería se encuentra tendida y soldada como se aprecia en las ilustraciones 2 y 3. El tramo donde se encuentra la parte final de la tubería que viene del pozo se encuentra en zona inundable, y de

allí hasta el sitio donde se construirá la estación hay aproximadamente unos 450 metros.

Ilustración 1. Sitio final de la tubería que viene del pozo.



El sitio seleccionado por Petronorte está ubicado en una pequeña loma lejos de la zona inundable, localizado frente al poste de absisado del gasoducto de Centragas PK 450+00.

Ilustración 2. Localización del punto de conexión

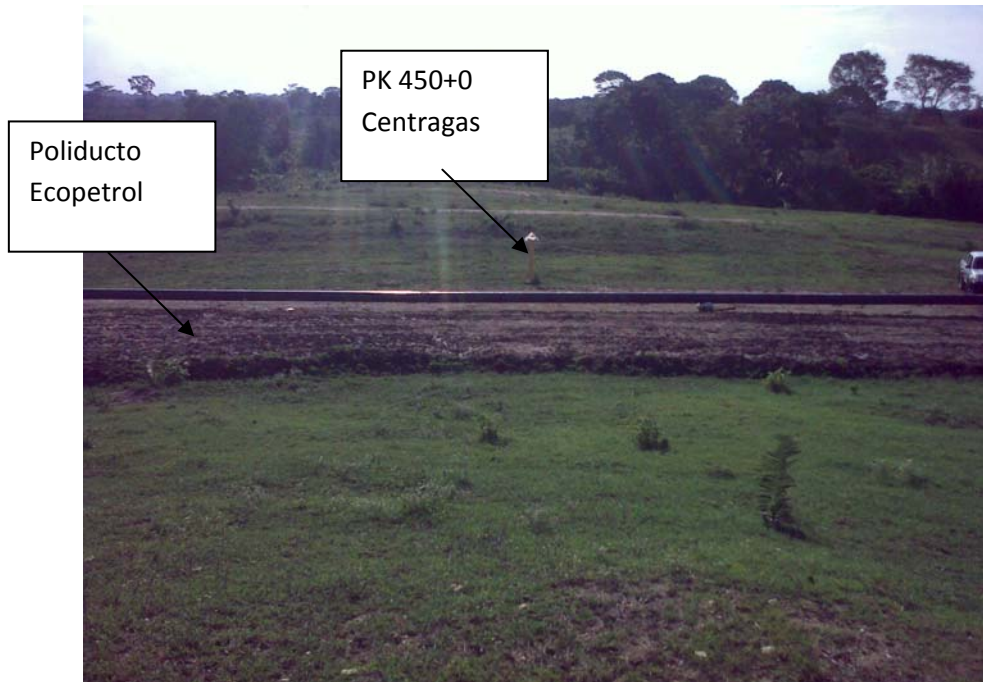
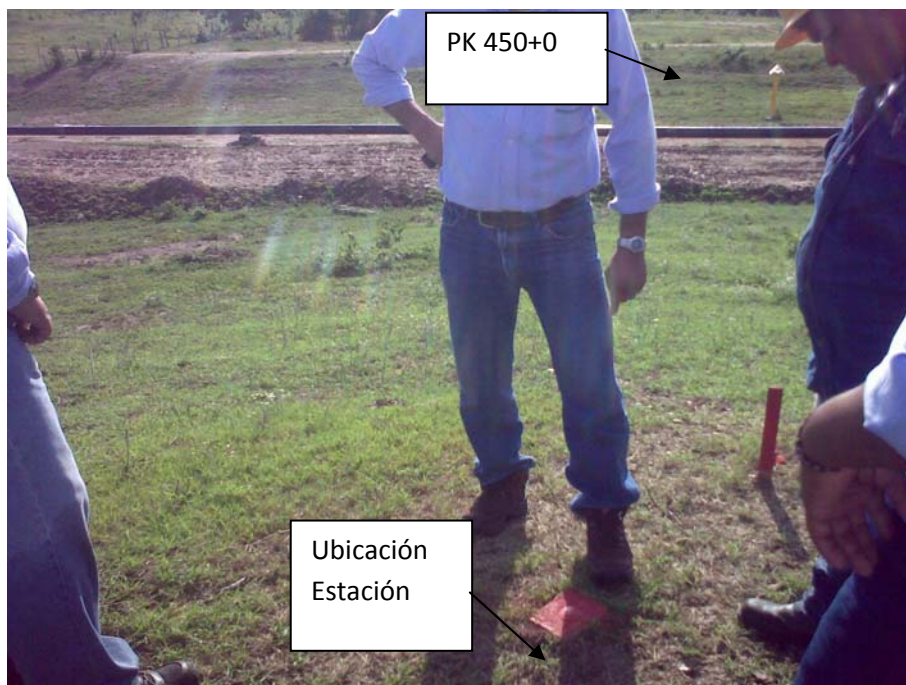


Ilustración 3 Localización estación



3.1.2 Premisas De Diseño

1. Se considerará que la máxima cantidad de agua permitida es la establecida por el RUT 6 lb H₂O/MMSCFD para ambos sistemas; Petronorte y Centragas.
2. Para garantizar una medición confiable se considera que la mínima cantidad de gas transferido de Petronorte a Centragas será de 1 MMSCFD y la máxima 15 MMSCFD
3. Para evitar flujos en sentido inverso se debe ubicar en las instalaciones de Petronorte una Válvula cheque.
4. Para determinar la calidad de gas se instalaran en la estación de Petronorte los siguientes equipos: Cromatógrafo, Medidor de Dew Point de Hidrocarburos, Medidor de Dew Point de H₂O y Azufre total.

3.2 FILOSOFÍA DE OPERACIÓN

3.2.1 Descripción del Proceso

El gas proveniente de campo de producción ingresa a la estación pasando la Válvula motorizada MOV-01-SER, continua al cabezal de entrada al sistema de filtración sigue al sistema de filtración y separación donde se le retiran los posibles sólidos y líquidos continuando su recorrido al cabezal de salida de filtración para pasar por la sección de control de calidad del gas constituido por un cromatógrafo (CHR-01-SER), un probador de punto de rocío de hidrocarburos (DPO-01-SER) y el detector de H₂S y azufre total (DHS-01-SER). De Allí continúa al sistema de medición constituido por una turbina (FET-01-SER) pasa al cabezal de salida, luego por la válvula de bloqueo VB09-SER, Válvula de Retención VC-01-SER para ingresar al Gasoducto Ballena-Barrancabermeja a través de la VB-10-SER en el

Hot-tap.

3.2.2 Descripción de la Instalación

Las características de los equipos, condiciones de diseño y operación que conforman la Estación serafín, materia de diseño son las siguientes:

✓ *Válvula de entrada (MOV-01-SER)*

La tubería, de entrada, proveniente del pozo Serafín se conecta a la válvula de 4" de entrada a la estación que cuenta con un operador con cierre automático por alta presión, igualmente cuenta con sistema de control desde el centro de control de Centragas que podrá cerrarla, mediante el cumplimiento del protocolo respectivo que acordaran las partes, cuando el gas no cumpla con la especificaciones RUT.

✓ *Sistema de filtración*

Los filtros son marca Peco de diámetro 12" con entrada y salida de 4", con elementos filtrantes con capacidad de retención de partículas superiores a 5 micrones. Los recipientes constarán con facilidades de chequeo de presión diferencial, vidrio nivel, válvulas de drenaje de líquidos, válvulas de venteo tapa y mecanismo de izaje para el cambio de los cartuchos.

El control de nivel de líquido se realiza mediante el LC-01 que actúa sobre la Válvula LCV-01-SER, que abrirá cuando alcance el punto de control de nivel y los líquidos serán conducidos al sistema colector de líquidos residuales.

✓ *Sistema de medición*

La estación cuenta con un sistema de medición con una turbina de 4", FET-01-SER con su instrumentación.

3.2.3 Descripción del Sistema de Control

Los principales lazos de control de la estación son:

✓ *Control de nivel*

El filtro separador de entrada F/S 01-SER, para recolección de los líquidos cuyo nivel se controlan mediante los LC- 01 que es de acción ON/OFF que actúa sobre la válvulas de control de nivel LCV-01-SER. Se tiene dos switches de control por alto nivel, LSH-01 que envía la señal al cuarto de control.

✓ *Indicador de presión diferencial*

El sistema de filtración cuenta con un DPI-01-SER y un switch por alta presión diferencial, DPISH-01-SER que envía una señal al cuarto de control.

✓ *Calidad del gas*

La calidad del gas se determina mediante el monitoreo de los parámetros de contenido de agua, hidrocarburos, H₂S, azufre total, y CO₂ lo cual se obtiene a través del cromatógrafo en línea CHR-01-SER, el Medidor de punto de rocío de agua e hidrocarburos DPO-01-SER, y el detector de azufre total y H₂S, DHS-01-SER que transmiten los parámetros de calidad del gas al centro de control de CENTRAGAS. El productor y el Transportador establecerán el protocolo de control de calidad del gas en el cual deberán establecer las condiciones para bloquear la

válvula de entrada a la estación cuando el gas no cumpla los parámetros del RUT. Ese protocolo definirá el plazo en horas que concederá el TRANSPORTADOR a EL PRODUCTOR para que corrija la causa que determina el no cumplimiento de los requerimientos de calidad del gas.

3.3 FILOSOFIA DE DISEÑO

3.3.1 Ubicación y Configuración de la Estación

La estación de entrega Serafín está ubicada en los alrededores del PK 450 del Gasoducto Ballena-Barrancabermeja con Sistema de coordenadas WGS84 Latitud/ Longitud (Primario).

08° 05'49 Norte 073° 35'41 Oeste

Altitud 89 MSNM

Coordenadas planas

Sistema de coordenadas WGS84 UTM (secundario)

18654854 Este, 0895291Norte

La distancia entre el eje de la tubería de 18" y la meseta es de 43 metros.

El anexo No.1 muestra el PFD del proceso" plano IDS-SOL-P-PL-02

En el anexo No.2 se muestran el diagrama P&ID's de la estación. IDS-SOL-P-PL-03.

3.3.2 Composición Del Gas

Para el diseño de las instalaciones se consideró que el gas recibido cumple con las especificaciones legales de calidad, para ser transportado por el Sistema Nacional de Transporte (SNT) como se establece el Reglamento de transporte

RUT, cumplimiento que será responsabilidad del transportador.

3.3.3 Unidades De Medida

Desarrollo de la ingeniería se usarán las unidades inglesas y entre paréntesis el SI como se muestra en la tabla 3-2

Tabla 0-2 Unidades de Medida

Longitud (Corta)	Pies, pulgadas, (cm, mm)
Longitud (Larga)	Milla, (km)
Diámetro	Pulgada , (cm)
Peso (Masa)	Lb , (kg)
Temperatura	Grados Fahrenheit,(°C)
Presión Absoluta	Psia, (bar-a)
Manometer pressure	Psig, (Barg)
Volume	bbl, US gal, ft ³ (m ³ , l)
Densidad	lb/ft ³ (kg/m ³)
Flujo líquido	BPD, gpm (l/m, m ³ /m)
Flujo de gas	MMSCFD, SCFM (m ³ sd)
Calor	BTU, Kcal
Velocidad	ft/s, mph, m/s

3.3.4 Condiciones De Operación

A continuación se describen las condiciones con las cuales operará la estación.

Tabla 0-3 Flujo de Diseño

Flujo MMSCFD(MSM ³ D)			
Máximo	Promedio	Mínimo	
15(0.42)	10 (0.28)	5	(1.14)

3.3.5 Condiciones De Presión

Tabla 0-4 Presión de Diseño

Presión Psig (bar-g)		
Máxima	Promedio	Mínima
1200 (82.7)	1000 (68.9)	900 (62)

3.3.6 Temperatura

Se establecieron para propósito de diseño las temperaturas de operación mostradas en la tabla 3-5. Estos valores se encuentran dentro del rango establecido por el RUT.

Tabla 0-5 Temperaturas de Diseño

Temperatura °F (°C)			
Máxima	Promedio	Mínima	
100 (37.8))	68.5 (20.3)	60	15.6)

3.3.7 Niveles De Presión Sónica Permisible

No obstante artículo 42 de la resolución 8321 del 4 de agosto de 1983 del

Ministerio de Salud establece como máximo permisible 115 dB (A) de presión sonora en el nivel de ruido generado por los equipos de la Estación, el diseño evitará niveles superiores a 85 dB y frecuencias mayores a 500 Hz medidas a 1 m de la fuente, de conformidad con la NTC-3949.

De conformidad con la resolución mencionada, en su capítulo V, artículo 41, tabla No. 3, este nivel de ruido (85dB) es inferior a los límites permisibles para ruido continuo o intermitente en lugares de trabajo para exposición de 8 horas.

3.3.8 Capacidad de la Estación

- 1) La estación se diseñará para el flujo máximo a la mínima presión esperada en operación normal.
- 2) Los consumos utilizados para el diseño, se muestran en la tabla 3-3.
- 3) Se considera que la capacidad del punto de conexión, es suficiente para suplir los requerimientos del proyecto
- 4) En la selección del sistema de filtración y medición se consideró los flujos máximos y mínimos que manejarán, lo que garantiza una correcta operación en cualquier momento durante la vida del proyecto, dentro de éstos valores.
- 5) Las instalaciones y sus componentes, estarán en capacidad de manejar en cualquier momento el flujo de diseño.
- 6) Durante el diseño se tuvieron en cuenta las presiones de operación mostradas en la tabla 3-4 de la Estación.
- 7) Estas presiones, expresadas en Psig (bar-g) se establecieron con una tolerancia de +/- 5%.
- 8) Igualmente en el establecimiento de la presión de diseño de la estación, para efecto de la selección de materiales se consideró la clase localidad 3.

3.3.9 Presión de diseño

La presión de diseño para la tubería de acero del gasoducto se define como sigue:

$$P = \frac{2 * S * t}{D} * E * F * T$$

Donde:

P = Presión interna de diseño Psig.(bar-g)

D = Diámetro externo, Pulg, (cm)

S = Mínimo esfuerzo de cedencia especificado (Psi.)⁽¹⁾ (bar)

t = Espesor de Pared (Pulg)⁽²⁾ (cm)

E = Eficiencia de la junta.⁽³⁾

F = Factor de Diseño.⁽⁴⁾

T = Factor de corrección por temperatura del gas.⁽⁵⁾

Notas:

- 1) El valor de S depende del grado de la tubería, por ejemplo, para Tubería grado B, S=35.000 psi, para API X-42 será 42.000 Psi etc.
- 2) Esta fórmula no incluye ninguna tolerancia para corrosión, en la determinación del espesor de pared en esta ecuación.
- 3) Según el material usado se utilizará el factor definido en el código ASME B31.8, tabla 841.115^a.
- 4) El factor de diseño depende de la clasificación de la localidad con las excepciones establecidas por ASMEB31.8
- 5) Este factor es 1.0 para temperaturas del gas inferiores a 250°F

✓ *Esfuerzo de Cedencia (S)*

El esfuerzo de Cedencia que se consideró, fue el establecido en la norma de fabricación de la tubería.

✓ *Espesor nominal de pared (T)*

En la fórmula de presión, se usó el espesor de pared publicado en las especificaciones comerciales de la tubería.

✓ *Factor de diseño (F)*

En la fórmula de diseño, se consideró el factor de diseño que cumple con la clase de localidad 3.

✓ *Factor de unión longitudinal (E)*

El factor longitudinal usado fue 1.

✓ *Factor de derrateo por temperatura (T)*

Se usó 1.0 puesto que la temperatura máxima esperada del gas, será muy inferior a 250°F. (121°C)

3.3.10 Criterios para definir componentes mecánicos

✓ *Selección de Tuberías de Conducción*

- 1) La tubería que se use puede ser sin costura (seamless), con costura mediante arco sumergido (SAW), o por resistencia eléctrica (ER). La selección podrá

depender de los tiempos de entrega de la misma.

- 2) Dependiendo de los diámetros se usará tubería de especificación ASTM A106 Grado B ó API 5L.
- 3) La selección de tuberías (diámetro, espesor, clase y grado), se realizó de conformidad con los requisitos mínimos señalados en ASME B31.8.

Nota: Las tuberías enterradas serán protegidas mediante un sistema de recubrimiento anticorrosivo y el diseño e instalación de un sistema de protección catódica.

✓ *Diámetros y espesores de las tuberías*

Los espesores de cada diámetro se definieron usando la siguiente expresión:

$$D = \frac{2 * S * t * F * T * E}{P}$$

Donde:

P = presión de diseño, psig (bar-g)

D = diámetro exterior, pulg (cm)

S = mínimo esfuerzo de fluencia, psi (bar)

t = espesor, pulg.(cm)

F = Factor de construcción

T = Factor de degradación por temperatura

E = Factor de junta longitudinal

✓ *Especificación de tubería*

Las tuberías tendrán las siguientes especificaciones:

Especificación: API-5L

Nivel de especificación: PSL 1

Grado: B o superior

Tipo de tubería: ERW o SEAMLESS

Longitud nominal: Double.

Tipo de extremo: Belled end.

✓ *Selección de Válvulas*

En la selección de las válvulas se aplicaron los criterios, según el uso, mostrados en la tabla 3-6 de conformidad con la clasificación de la tubería de proceso (Piping Class).

Tabla 0-6 Criterios para Uso de Válvulas

Uso	Tipo de Válvula
Blowdown, drenajes	Tapón
Para después de regulación y después de medición donde se requiera minimizar las caídas de presión.	Bola (Paso completo)
Protección de sobre-presión.	Seguridad
Para control de presión.	Reguladoras de Presión

Notas:

- 1) No se usarán válvulas de tapón lubricado antes de los equipos de medición, o control.
- 2) El diseño mecánico del by pass y sus desfuegos, se realizará de conformidad con los requisitos mínimos señalados en la normativa nacional o internacional cuando no existe norma colombiana, vigente.
- 3) El diseño y selección de las válvulas se llevó a cabo, considerando siempre

que el gas recibido del transportador, cumple con las normas de calidad vigentes.

✓ *Condiciones de Flexibilidad*

La estación se diseñará con suficiente flexibilidad para evitar esfuerzos excesivos sobre las tuberías o componentes por expansión o contracción térmica, excesivo doblado, o cargas inusuales sobre las uniones, momentos en los puntos de conexión o anclajes.

✓ *Diseño de Soportes y Anclajes*

Durante el diseño se preverán todos los anclajes y soportes suficientes para:

- a) Evitar esfuerzos indeseables sobre los equipos conectados.
- b) Prevenir o amortiguar las vibraciones.

3.3.11 Sistema De Control

Los sistemas de control que se establecerán serán los necesarios para garantizar la seguridad de las instalaciones de las personas y tendrá como fundamento su seguridad, funcionalidad y confiabilidad, para tales efectos se contará con sistema de monitoreo de la calidad del gas, un sistema de filtración que garantizará la limpieza del gas al entrar al gasoducto, sistema de cierre automático.

✓ *Dispositivos limitadores y de alivio de presión*

- La estación cuenta con un sistema de cierre automático por alta presión ejercido por la MOV 01-SER y la RUT-01-SER que enviará señal del estado de la válvula

- Los venteos se diseñaran para evitar la acumulación de agua, y están localizados donde el gas pueda descargarse sin inducir riesgos.
- Los distintos componentes de los sistemas limitadores o de alivio de presión se diseñarán de tal manera que los diámetros de la tubería de venteo, accesorios no presenten el golpeteo de válvulas, y deterioro de la capacidad de alivio.

✓ *Control de la calidad del gas*

El sistema contará con monitoreo en línea de la calidad del gas mediante la instalación de un cromatógrafo, medidor de punto de rocío de agua e hidrocarburos y un detector H₂S y azufre total.

✓ *Sistema de filtración*

La estación tendrá un sistema de filtración que contará con drenaje automático y alarmas por alto nivel de líquidos lo que disminuirá la posibilidad de entrada de agua libre al gasoducto

3.3.12 Pinturas para Tuberías aéreas

Toda la tubería de las instalaciones superficiales tendrá un sistema de recubrimiento protector externo para prevenir la corrosión atmosférica.

3.3.13 Obras Civiles

✓ *Diseño Arquitectónico*

El diseño arquitectónico, estructural y de las obras civiles asociadas, tales como: Registros, cerramientos de protección de estaciones y válvulas se ejecutarán de conformidad con las especificaciones del cliente (Promigas) y con las siguientes

premisas:

- 1) El diseño arquitectónico de elementos no estructurales se realizará teniendo en cuenta lo estipulado en la Norma NSR-98.
- 2) Los planos arquitectónicos y de elementos no estructurales, cumplirán con los requisitos exigidos por las normas aplicadas por PROMIGAS.
- 3) Los materiales que se especifiquen garantizarán la estabilidad, armonía y confort de la obra.

3.3.14 Diseño Eléctrico

El diseño eléctrico de las obras asociadas se ejecutará de conformidad con lo establecido en el RETIE e incluirá un SPT que garantice el aterrizaje y protección de los equipos eléctricos y electrónicos.

3.3.15 Pruebas E Inspecciones

La estación debe someterse satisfactoriamente a las siguientes pruebas y análisis antes de entrar en servicio:

1. Radiografías al 100% de las juntas o tintas penetrantes en las que no sea práctico tomar radiografía.
2. Prueba de resistencia mecánica con agua a 1680 psi. (115,8 bar-g)
3. Prueba de hermeticidad a 100 psig (6,9 bar-g) después del montaje.
4. Limpieza interior de las líneas después de las pruebas.

3.3.16 Clasificación Eléctrica

Los equipos eléctricos y electrónicos se instalarán conforme a la clasificación de áreas eléctricas definidas en la NORMA API-500 "RECOMMENDED PRACTICE

FOR CLASSIFICATION OF LOCATION FOR ELECTRICAL INSTALLATION AT PETROLEUM FACILITIES, CLASSIFIED AS CLASS 1, DIVISION 1 AND DIVISION 2 y en concordancia con la NTC-2050. La estación contará con un sistema de puesta a tierra (SPT) y sistema de apantallamiento que garantice el aterrizaje y protección de los equipos eléctricos y electrónicos.

3.3.17 Listado de Equipos Mayores (Take Off)

Tabla 0-7 Listado General de Equipos

								CODIGO: IDS-SOL-P-LI-03
								REVISIÓN: B
LISTADO GENERAL DE EQUIPOS								FECHA: 15/11/2009

TAG	POSICIÓN	DIAM. (In)	CLASE	TIPO	CONEXIÓN	SERVICIO	P&ID	SISTEMA
MOV-01-SER	N.O.	4"	600	BOLA	BRIDADA	PROCESO	IDS-SOL-P-PL-03	VALVULA DE CORTE AUTOMATICO
F/S-01-SER	N.O.	4" X 12"	600	SEPARADOR	BRIDADA	PROCESO	IDS-SOL-P-PL-03	FILTRACIÓN
ANALIZADOR H2S	N.O.	-	-	-	NPT	PROCESO	IDS-SOL-P-PL-03	ANALISIS COMPOSICION
ANALIZADOR CO2	N.O.	-	-	-	NPT	PROCESO	IDS-SOL-P-PL-03	ANALISIS COMPOSICION
ANALIZADOR DEW POINT	N.O.	-	-	-	NPT	PROCESO	IDS-SOL-P-PL-03	ANALISIS COMPOSICION
FET-01-SER	N.O.	4"	600	TURBINA	BRIDADA	PROCESO	IDS-SOL-P-PL-03	MEDICION
FY-01-SER	-	-	-	COMPUTADOR DE FLUJO	-	PROCESO	IDS-SOL-P-PL-03	MEDICION

4. ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO

4.1 AREA MECANICA

4.1.1 Requerimientos Generales

Cada equipo deberá ser completamente montado, alineado y finalizado para su operación normal teniendo en cuenta lo siguiente:

1. La Ingeniería detallada.
2. Las normas, requisitos y lineamientos que se encuentran en esta especificación o especificaciones de fabricante.
3. Las instrucciones de preparación para el montaje, instalación, operación y mantenimiento, dadas por los fabricantes de los equipos.
4. Otros documentos contractuales y las buenas prácticas de ingeniería, de construcción y montaje.

Se deberá verificar:

5. La ubicación (relativas a los ejes o a las coordenadas del proyecto), la orientación y la elevación de montaje
6. Montaje del equipo de acuerdo con lo mostrado en los planos aprobados para construcción.
7. Conexión a las tuberías y/o equipos, según lo indiquen los planos aprobados para construcción.
8. Limpieza, pruebas y puesta en marcha de los equipos.

Antes de conectar los equipos a las tuberías y después de las pruebas deberá verificarse la alineación y nivelación.

4.1.2 Montaje

Todos los materiales suministrados para el montaje de los equipos, tales como perfiles estructurales, pernos o tornillos, deben ceñirse a las especificaciones y normas indicadas en el capítulo 2.

Se recomienda el uso de electrodos de las siguientes propiedades:

Tipo AWS E60 Fy 32.2 a 38.7 Kg/mm²

Tipo AWS E70 Fy 42.2 Kg/mm².

Los empaques deberán ser tipo Spiral Wound, espirometálico, del rating correspondiente, espesor de 1/8" de conformidad con ASME B 16.20 .Spiral wound gaskets.

Todos los equipos deberán estar correctamente alineados y a nivel en sus tres ejes coordinados.

El montaje se hará de tal manera que los miembros de la estructura no sufran daños, deformaciones permanentes y/o sobre esfuerzos. (Se emplearán lazos de protección no resbaladizos para el izaje de los instrumentos).

Los aparatos requeridos para el montaje deberán asegurar el ensamblaje de las armaduras de acero en cualquier momento de la etapa de montaje y soportarán las cargas de viento, fuerzas sísmicas y las operaciones de montaje.

El equipo se montará sobre los pernos de anclaje de manera tal que éstos no se dañen. Se orientará en la forma correcta y se calzará hasta obtener la elevación y nivelación que se indica en los planos correspondientes.

EL CONSTRUCTOR, o LA INTERVENTORÍA analizará cualquier obstrucción que

detecte dentro de las líneas de entrada o salida, o en otros puntos, con el fin de acordar el procedimiento de remoción, que evite daños del equipo. Estas labores serán por cuenta EL CONSTRUCTOR.

Las elevaciones y alineamiento de los equipos se establecerán con relación a los ejes, conexiones u otros puntos fijos definidos y no con respecto a bases, carcasas, etc. Sólo se apretarán o soldarán las uniones de las armaduras, cuando se compruebe su correcta localización dentro de un sistema que conforme, un tramo completo.

Los tornillos se instalarán con la cabeza hacia el exterior o del lado superior de los miembros. Se ajustarán con llaves de ajuste o torsión de igual dimensión a las tuercas o cabezas de los tornillos.

Para el apretado de tornillos de alta resistencia, el torque se realizará apretando la tuerca o excepcionalmente el tornillo de acuerdo con el procedimiento de la torsión o el método de la tuerca o el método combinado.

Si se emplean tornillos de alta resistencia galvanizados, la rosca deberá lubricarse con disulfuro de molibdeno antes de apretarse.

Los huecos de los distintos elementos de cada conexión deben coincidir de tal manera que no se requiera de corte o escariado de los mismos para poder colocar los pernos correspondientes. No se permitirá el desplazamiento de los miembros, de tal forma que puedan generar deformaciones en los huecos o pernos de las conexiones.

EL CONSTRUCTOR entregará la estructura libre de materiales que se hayan adherido durante o previos al montaje. Se deben tomar las medidas de seguridad pertinentes, durante el montaje de todos los equipos.

4.1.3 Información Del Fabricante

Previamente a la iniciación de los trabajos de montaje, EL CONSTRUCTOR deberá obtener y estudiar los catálogos, diagramas de conexiones, planos, manuales de montaje y operación y en general toda la información suministrada por el Fabricante del equipo. Esto se refiere tanto a la información suministrada con anterioridad como a la incluida con los equipos dentro del empaque.

En este último caso, EL CONSTRUCTOR deberá informar oportunamente a LA INTERVENTORÍA para darle oportunidad de verificar la información recibida con el equipo y controlar la documentación que EL CONSTRUCTOR conserva en su poder.

Toda la información del Fabricante deberá ser entregada a LA INTERVENTORÍA de campo a la terminación de los trabajos de montaje y las pruebas de funcionamiento.

Todas las operaciones y secuencias de montaje y de pruebas de un equipo, deberán ejecutarse siguiendo estrictamente las instrucciones del Fabricante. En caso de que ello no sea posible, deberá contactarse al fabricante y coordinar con LA INTERVENTORÍA de campo la aplicación de las instrucciones recibidas.

4.1.4 Manejo de Equipos

EL CONSTRUCTOR velará por la seguridad e integridad de los equipos, así como por el control adecuado para el retiro del sitio de almacenamiento.

Para su protección, los equipos deberán mantenerse dentro de sus empaques originales hasta el momento de su colocación en el sitio de montaje.

En el momento de abrir el empaque original, EL CONSTRUCTOR deberá efectuar una revisión detallada del equipo para detectar averías, faltantes o desperfectos. Así mismo deberá estar atento a recuperar piezas o parte despachadas sueltas y los manuales u otros documentos que formen parte del empaque.

Los equipos siempre deberán manipularse con la maquinaria de montaje (grúas, montacargas, carretillas hidráulicas, etc.) más adecuada según su peso, tamaño y geometría. Se deberá respetar las instrucciones del fabricante sobre posición de la carga y puntos de izamiento. LA INTERVENTORÍA podrá ordenar la suspensión de las labores de montaje si en su concepto los equipos se están manejando en forma inadecuada o insegura.

4.1.5 Nivelación

✓ Base de Concreto

Los equipos deberán colocarse sobre su base o pedestal de concreto, removiendo previamente de la superficie las irregularidades del concreto; los pernos de anclaje embebidos en la base de concreto deberán coincidir, sin forzarlos, con los huecos correspondientes en la placa o base metálica del equipo.

Según análisis de ingeniería y conveniencia técnica podrían usarse pernos con anclajes epóxicos para instalar después de fundidas las bases.

Los equipos deberán levantarse aproximadamente 25 mm de la superficie de concreto, mediante calzas de lámina metálica (Shims) colocadas en varios puntos bajo los bordes de las superficies de apoyo del equipo, estas calzas además de servir como soporte provisional, permitirán nivelar el equipo adecuadamente, hasta lograr que su placa de base quede en un plano horizontal.

Una vez lograda esta nivelación, las tuercas de los pernos de anclaje deberán apretarse ligeramente para evitar que el equipo se mueva mientras se coloca el mortero de nivelación.

✓ Estructuras Metálicas

Cuando el equipo vaya montado sobre una estructura, la nivelación deberá efectuarse mediante la colocación de calzas de lámina metálica sujetas con pernos de anclaje, hasta lograr que toda la placa de base a los apoyos del equipo, queden en un plano horizontal.

4.1.6 Alineación

Deberá verificarse la correcta alineación entre los componentes del equipo y entre éstos y las tuberías a las cuales van conectados; deberá realinearse en caso de que el desalineamiento supere las tolerancias permitidas por el fabricante. Para verificar la alineación deberá utilizarse una regla metálica y galgas de calibración (feeler gauges), comparadores de carátula u otros instrumentos adecuados de medición.

4.1.7 Limpieza

Los equipos deben limpiarse internamente de todo material extraño a través de las aperturas de inspección y boquillas. Debe evitarse el uso de productos disolventes o de limpieza que puedan afectar los materiales protectores o revestimientos de los equipos. Una vez terminada la limpieza se deben taponar las líneas de entrada y salida con tapones de plástico para evitar la entrada de materias extrañas.

Antes de proceder a tapar los equipos debe obtenerse la aprobación LA INTERVENTORÍA sobre las condiciones de limpieza del mismo.

4.1.8 Inspección y Pruebas

EL CONSTRUCTOR colaborará en las labores de revisión e inspección de los materiales, fabricación y montaje de los equipos de prueba, de conformidad con los requerimientos de LA INTERVENTORIA.

LA INTERVENTORÍA tendrá libre acceso para inspeccionar los equipos o sus componentes en cualquier fase del montaje o prueba. Es obligatorio que en todas las pruebas que se realicen, la presencia de LA INTERVENTORÍA.

4.1.9 Verificación de Torque

Con el fin de hacer un muestreo al azar del ajuste de los tornillos, se adoptará un procedimiento que asegure que el torque especificado ha sido aplicado, utilizando una llave de inspección adecuada.

El tornillo debe ser rotado 10° más del torque especificado que va a ser aplicado. – La posición de la tuerca en el tornillo se revisará y marcará.

Posteriormente, el tornillo se sostiene firmemente y la tuerca se afloja 60° . Para aflojar la tuerca se requiere cerca del 70 al 75% de la tensión del torque. Para regresar la tuerca a su posición original, deberá aplicarse, al menos el torque especificado.

Para cada diámetro de tornillo, se probará dos (2) juntas atornilladas de una conexión elegida al azar. Si no se presenta resultados desfavorables, no habrá necesidad de hacer más revisiones para un diámetro determinado. En caso de resultados desfavorables todos los tornillos en la conexión deberán revisarse.

4.1.10 Tolerancias

En ningún caso se aceptarán tolerancias por encima de las especificadas en los planos o especificaciones del fabricante del equipo.

4.1.11 Inspección de los Equipos

Los equipos deben ser probados e inspeccionados y deben operar satisfactoriamente de acuerdo con los datos especificados. El CONSTRUCTOR será responsable de las pruebas y de proveer los instrumentos y accesorios necesarios en dichas pruebas y deberá seguir la información de Manuales de Operación, Manuales de Medición y Calibración, Manuales de Instrumentación, Manuales de Seguridad Industrial.

4.1.12 Seguridad

Deberán tenerse en cuenta todas las recomendaciones de seguridad establecidas por los fabricantes de cada uno de los equipos y accesorios, así como las establecidas por PROMIGAS y los que LA INTERVENTORÍA considere necesario al momento de la instalación, operación o ajuste de los equipos. Antes de realizar cualquier operación que implique riesgos para las personas o equipos deberá obtenerse la autorización LA INTERVENTORÍA.

4.1.13 Pinturas y Recubrimientos

Todas las áreas o instrumentos tales como equipos de control, graseras y accesorios, placas de identificación, marcos, superficie de contacto de la empaquetadura, conexiones roscadas, vástagos de válvulas o cualquier superficie que esté lubricada, etc., se deberán proteger, por lo que antes de comenzar los trabajos de limpieza y pintura, EL CONSTRUCTOR deberá cubrir o enmascarar

estas áreas adecuadamente. No se deberán pintar las caras de las bridas. Después de finalizado el proceso de aplicación de pintura EL CONSTRUCTOR removerá todo material de protección.

4.1.14 Documentación

Con base en las normas, requisitos y lineamientos que se encuentran en esta Especificación y las instrucciones de preparación para el montaje, operación y mantenimiento, dadas por el fabricante de los equipos, EL CONSTRUCTOR preparará y emitirá para aprobación de LA INTERVENTORÍA de PROMIGAS, los procedimientos detallados de montaje, pruebas y puesta en marcha y los protocolos de verificación de terminación mecánica de cada uno de los equipos.

Una vez desarrollados los trabajos objeto de esta especificación, EL CONSTRUCTOR emitirá un reporte completo a LA INTERVENTORÍA de PROMIGAS, que contendrá entre otros, un anexo con todos los catálogos y planos, suministrados por PROMIGAS y utilizados durante el montaje.

4.1.15 Especificación de Válvulas

En caso de conflicto en las presentes especificaciones, las especificaciones de las válvulas y/o las "Data sheets", el proveedor tiene la responsabilidad de verificar con INTERVENTORÍA la información correcta.

Las válvulas serán utilizadas en instalación a la intemperie y por lo tanto deberán estar protegidas contra las condiciones ambientales descritas.

En general las válvulas de retención serán de acero de bajo carbono forjado o fundido, tapa bridada, extremos según se indica en la hoja de datos. Aptas para operación en posición horizontal o vertical y flujo ascendente. Los materiales de

los internos deben ser como mínimo los especificados en las Hojas de Datos o equivalentes en cuanto a sus características químicas y físico mecánicas. Las válvulas deben ser construidas, marcadas y probadas de acuerdo a las normas y estándares indicados en cada una de las Hojas de Datos.

En caso de desviación o conflicto a ésta Especificación o a sus Hojas de Datos complementarias, el proveedor debe indicarlo claramente en la Hoja de Datos respectiva o donde lo estime pertinente.

Para el caso particular de las válvulas de bola, estas serán de acero de bajo carbono forjado o fundido operadas por engranaje del tipo entrada lateral (side entry), extremos según se indica en la hoja de datos.

Todos los reportes de inspecciones y reportes de pruebas realizadas deberán ser remitidos a INTERVENTORÍA en un reporte certificado firmado por el inspector de calidad del fabricante. INTERVENTORÍA podrá inspeccionar, directamente o a través de un tercero, las pruebas locales de funcionamiento, sin que esto releve al proveedor de su responsabilidad por la calidad y operatividad de las válvulas. El fabricante debe poseer un protocolo de pruebas certificado.

INTERVENTORÍA únicamente admitirá los suministros que hayan aprobado los siguientes controles, de acuerdo a la norma especificada para cada caso en la respectiva Hoja de Datos: Inspección visual, certificados de inspección de materiales y equipos y pruebas Hidrostáticas y neumáticas si se requieren de acuerdo a la norma.

La prueba hidrostática al cuerpo de la válvula aplica para todas las válvulas. Esta prueba se llevara a cabo en la posición abierta y a las presiones especificadas en la norma. Durante la prueba, ninguna pérdida de presión deberá ser registrada. El tiempo mínimo de prueba será de 30 minutos.

La prueba hidrostática al sello aplica para válvulas de 10” y mayores. Esta prueba se llevara a cabo en la posición cerrada (cheques en contraflujo), con uno de los lados expuesto a condiciones atmosféricas (Seco y limpio) y el otro con la presión de prueba especificada. La prueba se efectuará en ambos lados y el tiempo de duración para cada una será de 30 minutos como mínimo.

El marcado de las válvulas incluirá, adicional a lo indicado por la respectiva norma solicitada en la Hoja de Datos, el número de Identificación o Tag para una correcta instalación e identificación de la válvula en campo y de este modo mejorar la trazabilidad de cada válvula.

La válvula deberá tener una placa en acero inoxidable indicando la siguiente información:

- Nombre del fabricante.
- Número de identificación (Tag Number).
- Año de producción.
- Diámetro nominal.
- Presión de operación.
- Presión de prueba hidrostática.
- Rating de la válvula.

El proveedor deberá garantizar durante un periodo de (2) años a partir del despacho o 18 meses a partir de la puesta en marcha, la calidad de las válvulas en cumplimiento con los requerimientos establecidos en los documentos anexos a la Requisición de materiales.

4.2 AREA INSTRUMENTACIÓN

4.2.1 Requerimientos Técnicos Generales

Todos los instrumentos eléctricos o electrónicos localizados en campo serán a prueba de explosión tipo NEMA 4X + NEMA 7.

Los instrumentos deben suministrarse con rotulo en una placa de acero inoxidable, calidad mínima AISI 304, por lo menos con la siguiente información:

- Tag
- Modelo.
- Número de serie.
- Fecha de fabricación.

Debe cumplirse con los requerimientos específicos que se establecen en las hojas de datos (data sheet) correspondientes y estas especificaciones.

4.2.2 Tipos de Instrumentos

✓ Indicadores de Presión

Los indicadores de presión serán de lectura directa, con un diámetro de dial de 4-1/2", toma de 1/2" NPT. SS – 316, por el fondo.

El elemento de presión debe ser del tipo tubo de Bourdon, en acero inoxidable endurecido del tipo SS-316 y con sobre-rango equivalente a dos veces la presión máxima de lectura de la escala sin ajuste estático que afecte su posterior calibración.

La caja debe ser a prueba de intemperie, fabricada en acero inoxidable con acabado brillante o fenol

Deben tener un elemento fusible por sobrepresión, localizado en la parte posterior de la caja.

La carátula deberá ser blanca y la escala lineal en color negro rotulada en PSI y kg/m^2 y la exactitud deberá ser de $\pm 0.5\%$ del total de la escala.

✓ *Indicadores de Temperatura*

Los indicadores de temperatura serán como mínimo de dial 4 ½", bimetálicos tipo "Every Angle" y suministrados completos con su termo-pozo.

- a) El calibre del cable de los termopares debe ser como mínimo 14 AWG.
- b) Los cables de extensión de los termopares deben ser del mismo material y calibre 16 AWG.
- c) Las termo-resistencias serán del tipo de 3 o 4 hilos.
- d) Los termopares serán del tipo de alambre desnudo sostenidos por aisladores cerámicos.
- e) El diámetro y rating de los termo-pozos debe estar de acuerdo con el API RP 550.
- f) Las borneras tendrán su conexión a tierra y vendrán montadas en aislador cerámico.
- g) El cuello de extensión de los termo-pozos no será inferior a 1". Cuando el tubo esté aislado se deberá agregar adicionalmente el espesor del aislamiento.

✓ *Transmisores*

Los transmisores serán de tipo inteligente, con rangos configurables, contarán con

protección por descargas y sus encerramientos estarán diseñados para ambiente tropical húmedo.

Los transmisores de temperatura tendrán el sensor del tipo RTD PT-100 a 4 hilos.

- a) El voltaje de suministro podrá variar de 12.5 a 48 VDC y 100 a 125 VAC, dependiendo del caso.
- b) Los transmisores estarán protegidos contra interferencias de radiofrecuencia.
- c) Los transmisores de temperatura tendrán compensación de junta fría.
- d) El “Fondo de escala” será escogido de manera que el rango de operación esté entre el 25 y 75 % del pleno rango.
- e) Las conexiones eléctricas deberán estar totalmente identificadas. No se admitirá el uso de conexiones rápidas de cable entorchado en cápsula, ni soldados a regletas.
- f) El material metálico además de inoxidable será plateado. Se debe usar terminales “Silver Plated” o “Bicromat Plated”.
- g) Los transmisores deben tener cámaras separadas para la electrónica y las conexiones.
- h) Los rangos de salida analógicos serán 4-20 mA.

✓ *Interruptores*

- a) Los interruptores deberán garantizar un máximo de exactitud en la repetibilidad del “Set Point”, y un mínimo de histéresis.
- b) Los contactos deberán ser del tipo “DPDT”, con conexión eléctrica para conduit de 3/4” NPT. Ambos contactos deberán ser ajustables en todo el rango.
- c) Las conexiones eléctricas deberán estar totalmente identificadas. No se admite el uso de conexiones rápidas de cable entorchado en cápsula, ni soldados a regletas.
- d) El material metálico además de inoxidable será plateado. Se debe usar

terminales “Silver Plated” o “Bicromat Plated”.

✓ *Computador de Flujo*

Cada una de los medidores contará con un computador de flujo, el cual tendrá como mínimo las siguientes consideraciones:

- a) Un puerto de comunicaciones RS-232/RS-485 para comunicarse con la RTU de la estación.
- b) Una señal de salida análoga de 4-20 mA para enviar la señal de flujo a un toma muestras.
- c) Capacidad de almacenamiento suficiente para 30 días de información diaria en miles de pies cúbicos estándar por día (MSCFD).
- d) Señales de entrada:
- e) Dos entradas análogas para las señales de temperatura y presión.
- f) Entrada de corriente de 24 VDC.
- g) Los transmisores de presión y temperatura deben estar integrados en el equipo con las mismas especificaciones de los transmisores indicados en esta especificación
- h) El computador de flujo contará con algoritmos AGA.
- i) Deberá contar con indicación local.
- j) Sistema de comunicaciones Modbus-R.T.U.
- k) Procesador de 16 bit.
- l) RTD de 3 hilos 500 OHMIO de platino.
- m) Transmisor de presión para el rango de operación del proyecto.
- n) Cerramiento NEMA 4X + NEMA 7.

✓ *Válvulas de seguridad*

Las válvulas que no tengan sello ASME deben ser calibradas y sus capacidades

certificadas de acuerdo a lo solicitado en el código ASME sección VIII.

Si las pruebas certificadas muestran que el coeficiente de la válvula es menor a 0.95, los datos propuestos por el vendedor, para cada válvula deben ser enviados al comprador para verificación del tamaño.

Las válvulas que no tengan sello ASME pero estén de acuerdo con los diseños previamente certificados y estampados por el código ASME se consideran aceptables sin posteriores pruebas de calidad.

Las válvulas especificadas como bridadas deben ser de recarga de resorte, alta elevación de altura (higt lift), de alta capacidad con disco guiado.

Todas las válvulas deben estar provistas con tapa de presión sellada.

Las válvulas deben tener orificio completo y con arreglo tal que el orificio y las partes que comprimen el disco sean solamente las partes expuestas a la presión de entrada a la acción corrosiva del fluido cuando la válvula este cerrada.

Cuerpos de válvulas que no acomoden orificio completo deben tener facilidad para acomodarlo posteriormente sin que los espesores se afecten dé acuerdo con el ANSI B 16.5 para mínimos espesores.

Las bridas y cualquier otro elemento soldado deben ser completamente radiografiado en sus juntas.

La clase y la cara de las bridas deben ser completamente especificadas.

Cada componente deberá incluir un número o la información mínima necesaria que se requiera para la identificación plena de sus características, con el cual el

comprador pueda en un futuro cotizar o hacer la orden de compra de un elemento exactamente igual.

4.2.3 Pruebas

Todos los materiales y equipos estarán sujetos a las pruebas pertinentes establecidas por las normas mencionadas en esta especificación.

Como norma general las siguientes pruebas deberán realizarse:

- Pruebas bajo condiciones clasificadas:
 - Determinación de la curva de error.
 - Determinación de la curva de histéresis.
 - Determinación del error estático.
- Pruebas bajo condiciones no clasificadas:
 - Determinación de la influencia por ambiente y temperatura.
 - Prueba de tendencia a lo largo del tiempo.
 - Prueba de vibración estática y choque.
 - Función de respuesta (paso a paso).

4.3 AREA TUBERÍA

4.3.1 Piping Class

✓ Tipos de unión

La unión de los diferentes componentes o accesorios que deban adicionarse o cambiarse se harán de acuerdo con lo descrito a continuación.

- UNIONES MECÁNICAS

La conexión entre las tuberías y los instrumentos serán con unión socket roscada y los conectores apropiados.

Diámetro

> 2 pulgadas

2 – 1 pulgadas

< 1 pulgadas

Tipo de Unión

Flanchada

Flanchada o Roscada

Socket Roscada

- UNIONES SOLDADAS

Diámetro

> 2 pulgadas

2 – 1 pulgadas

Tipo de Unión

A Tope (BW)

Embonada (SW) o A Tope (BW)

Las derivaciones en la tubería del gasoducto se harán de acuerdo con lo indicado en la siguiente tabla:

DIÁMETRO DERIVACIÓN PLG	DIÁMETRO DEL GASODUCTO (TUBERÍA DE LA LÍNEA)																		
	36	32	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10	8	6	4	3	2	1
1/2															HC	HC	HC	HC	HC
3/4															HC	HC	HC	HC	HC
1													HC	HC	HC	RT	RT	RT	TS
2												S	S	S	S	S	RT	T	
3											W	W	W	W	W	RT	T		
4										W	W	W	W	WoSD	RT	T			
6									W	W	W	W	WoSD	RT	T				
8								W	W	W	RT	RT	RT	T					
10							WoSD	WoSD	WoSD	RT	RT	RT	T						
12						WoSD	WoSD	WoSD	RT	RT	RT	T							
14					WoSD	WoSD	WoSD	RT	RT	RT	T								
16		WoSD	WoSD	WoSD	WoSD	WoSD	RT	RT	RT	T									
18	WoSD	WoSD	ST	WoSD	WoSD	RT	RT	RT	T										
20	WoSD	ST	ST	ST	RT	RT	RT	T											
22	ST	ST	ST	ST	ST	RT	T												
24	ST	ST	ST	ST	RT	T													
26	ST	ST	ST	RT	T														
28	ST	ST	RT	T															
30	RT	RT	T																

HC	Half coupling	ST	Split tee
RT	Reduced tee	T	Straight tee
S	Sock-o-let	TS	Tee socket weld
SD	Saddles	W	Weld-o-let

Las derivaciones en la tubería de las estaciones se harán de acuerdo con lo indicado en la siguiente tabla:

DIAMETRO DERIVACION PLG	DIAMETRO DEL HEADER (TUBERIA DE LA ESTACION)																		
	36	32	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10	8	6	4	3	2	1
1/2	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC
3/4	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC
1	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC	RT	RT	RT	TS
2	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	RT	RT	RT	T	
3	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	RT	RT	RT	RT	T	
4	W	W	W	W	W	W	W	W	W	RT	RT	RT	RT	RT	RT	T			
6	W	W	W	W	W	W	W	W	RT	RT	RT	RT	RT	T					
8	W	W	SD	SD	SD	SD	SD	RT	RT	RT	RT	TR	RT	T					
10	W	SD	SD	SD	SD	SD	RT	RT	RT	RT	RT	RT	T						
12	SD	SD	SD	SD	SD	RT	RT	RT	RT	RT	RT	T							
14	SD	SD	SD	SD	RT	RT	RT	RT	RT	RT	T								
16	SD	SD	RT	RT	RT	RT	RT	RT	RT	T									
18	SD	RToST	RToST	RT	RT	RT	RT	RT	T										
20	RToST	RToST	RToST	RT	RT	RT	RT	T											
22	RToST	RToST	RToST	RT	RT	RT	T												
24	RToST	RToST	RToST	RT	RT	T													
26	RToST	RToST	RToST	RT	T														
28	RToST	RToST	RToST	T															
30	RToST	RToST	T																
32	RToST	T																	
36	T																		

HC Half coupling ST Split tee
 RT Reduced tee T Straight tee
 S Sock-o-let TS Tee socket weld
 SD Saddles W Weld-o-let

- DERIVACIONES

Las derivaciones para interconectar líneas, estaciones o válvulas de seccionamiento con los sistemas existentes, podrán hacerse en frío con los elementos apropiados según este documento o en caliente utilizando elementos especiales como los Threaded-o-Rings o los Tapping Fittings de las marcas homologadas o aceptadas por Promigas, tales como TDW, IPSCO, BLACKHAWK, etc. Sin embargo, siempre se debe confirmar el listado de fabricantes con la calidad técnica, económica y de servicio conveniente para Promigas.

- ✓ Espesores mínimos para la tubería de acero carbón

Se consideran únicamente espesores calculados con factor 0.5, categoría que aplica a las estaciones, válvulas seccionadoras y trampas del proyecto. En caso de que la localidad donde se ubicará alguna de estas instalaciones sea “Class Location IV”, deberá hacerse el análisis particular.

Para la determinación de los espesores de tubería se establecerán las características para dos condiciones: tuberías con presión de diseño inferior a 740 psig y tuberías con presión de diseño superior a 740 psig pero inferior a 1200 psig.

PARA PRESIONES DE DISEÑO INFERIORES A 740 PSIG

P : Presión de diseño (P=740 psig)

S : Mínimo esfuerzo de cedencia

D : Diámetro externo nominal

F : Factor de diseño (0.5)

E : Factor de junta longitudinal

T : Factor de temperatura (T=1.0)

t : Espesor para la presión de diseño

Ø NOM.	DIAM. EXT.	MATERIAL	t _{esc.} /SCH		Ø NOM.
			III		
			0.5		
32	32	API 5L-X-65 o superior	0.500	20	32
32	32	API 5L-X-60	0.500	20	32
30	30	API 5L-X-65 o superior	0.375		30
30	30	API 5L-X-60	0.500	20	30
28	28	API 5L-X-65 o superior	0.375		28
28	28	API 5L-X-60	0.375		28
26	26	API 5L-X-65 o superior	0.375		26
26	26	API 5L-X-60	0.375		26
24	24	API 5L-X-60	0.375	20	24
24	24	API 5L-X-52	0.375	20	24
22	22	API 5L-X-60	0.375	20	22
22	22	API 5L-X-52	0.375	20	22
20	20	API 5L-X-60	0.375	20	20
20	20	API 5L-X-52	0.375	20	20
18	18	API 5L-X-60	0.375		18
18	18	API 5L-X-52	0.375		18
16	16	API 5L-X-60	0.375	30	16
16	16	API 5L-X-52	0.375	30	16
16	16	API 5L-X-42	0.375	30	16
14	14	API 5L-X-60	0.375	30	14
14	14	API 5L-X-52	0.375	30	14
14	14	API 5L-X-42	0.375	30	14
12	12.750	API 5L-X-52 a X-60	0.375		12
12	12.750	API 5L-X-42	0.375		12
12	12.750	API 5LGrB	0.365	40	12
10	10.750	API 5L-X-42 a X-60	0.365	40	10
10	10.750	API 5LGrB	0.365	40	10
8	8.625	API 5L-X-42 a X-60	0.322	40	8
8	8.625	API 5LGrB	0.322	40	8
6	6.625	API 5LGrB o X-42	0.280	40	6
4	4.500	API 5LGrB o X-42	0.237	40	4
3	3.500	API 5LGrB o X-42	0.216	40	3
2	2.375	API 5LGrB o X-42	0.154	40	2
1	1.315	API 5LGrB o X-42	0.179	80	1

PRESIONES DE DISEÑO > A 740 PSIG < 1200 PSIG

P : Presión de diseño (P=1200 psig)

S : Mínimo esfuerzo de cedencia

D : Diámetro externo nominal

F : Factor de diseño (0.5)

E : Factor de junta longitudinal

T : Factor de temperatura (T=1.0)

t : Espesor para la presión de diseño

CATEGORIA	Ø NOM.	DIAM. EXT.	MATERIAL	t _{esc} /SCH	
				III	
				0.5	
TUBERÍA	32	32	API 5L-X-65 o superior	0.625	30
TUBERÍA	32	32	API 5L-X-60	0.688	40
TUBERÍA	30	30	API 5L-X-65 o superior	0.625	30
TUBERÍA	30	30	API 5L-X-60	0.625	30
TUBERÍA	28	28	API 5L-X-65 o superior	0.562	
TUBERÍA	28	28	API 5L-X-60	0.625	30
TUBERÍA	26	26	API 5L-X-65 o superior	0.500	20
TUBERÍA	26	26	API 5L-X-60	0.562	
TUBERÍA	24	24	API 5L-X-60	0.500	
TUBERÍA	24	24	API 5L-X-52	0.625	
TUBERÍA	22	22	API 5L-X-60	0.500	30
TUBERÍA	22	22	API 5L-X-52	0.562	
TUBERÍA	20	20	API 5L-X-60	0.438	
TUBERÍA	20	20	API 5L-X-52	0.500	30
TUBERÍA	18	18	API 5L-X-60	0.406	
TUBERÍA	18	18	API 5L-X-52	0.438	30
TUBERÍA	16	16	API 5L-X-60	0.375	30
TUBERÍA	16	16	API 5L-X-52	0.406	
TUBERÍA	16	16	API 5L-X-42	0.500	40
TUBERÍA	14	14	API 5L-X-60	0.312	20
TUBERÍA	14	14	API 5L-X-52	0.375	30
TUBERÍA	14	14	API 5L-X-42	0.438	40
TUBERÍA	12	12.750	API 5L-X-52 a X-60	0.330	30
TUBERÍA	12	12.750	API 5L-X-42	0.406	40
TUBERÍA	10	10.750	API 5L-X-42 a X-60	0.365	40
TUBERÍA	10	10.750	API 5LGrB	0.438	
TUBERÍA	8	8.625	API 5L-X-42 a X-60	0.277	30
TUBERÍA	8	8.625	API 5LGrB	0.322	40
TUBERÍA	6	6.625	API 5LGrB o X-42	0.280	40
TUBERÍA	4	4.500	API 5LGrB o X-42	0.237	40
TUBERÍA	3	3.500	API 5LGrB o X-42	0.216	40
TUBERÍA	2	2.375	API 5LGrB o X-42	0.154	40
TUBERÍA	1	1.315	API 5LGrB o X-42	0.179	80

✓ Espesores mínimos para los accesorios acero carbón.

Se consideran únicamente espesores calculados con factor 0.5, categoría que aplica a la estación y Hot-Tap del proyecto. En caso de que la localidad donde se ubicará alguna de estas instalaciones sea "Class Location IV", deberá hacerse el análisis particular.

Para la determinación de los espesores de los accesorios de las instalaciones se establecerán las características para dos condiciones: con presión de diseño inferior a 740 psig y con presiones de diseño superiores a 740 psig pero inferiores a 1200 psig

PARA PRESIONES DE DISEÑO INFERIORES A 740 PSIG

P : Presión de diseño (P=740 psig)

S : Mínimo esfuerzo de cedencia

D : Diámetro externo nominal

F : Factor de diseño

E : Factor de junta longitudinal

T : Factor de temperatura (T=1.0)

t : Espesor para la presión de diseño

Ø NOM.	DIAM. EXT.	MATERIAL	t _{esc} ./SCH		Ø NOM.
			III		
			0.5		
32	32	A860 WPHY-65	0.500	XS (20)	32
32	32	A860 WPHY-60	0.500	XS (20)	32
30	30	A860 WPHY-65	0.375	STD	30
30	30	A860 WPHY-60	0.500	XS (20)	30
28	28	A860 WPHY-65	0.375	STD	28
28	28	A860 WPHY-60	0.375	STD	28
26	26	A860 WPHY-65	0.375	STD	26
26	26	A860 WPHY-60	0.375	STD	26
24	24	A860 WPHY-60	0.375	STD (20)	24
24	24	A860 WPHY-52	0.375	STD (20)	24
22	22	A860 WPHY-65	0.375	STD (20)	22
22	22	A860 WPHY-52	0.375	STD (20)	22
20	20	A860 WPHY-60	0.375	STD (20)	20
20	20	A860 WPHY-52	0.375	STD (20)	20
18	18	A860 WPHY-60	0.375	STD	18
18	18	A860 WPHY-52	0.375	STD	18
16	16	A860 WPHY-60	0.375	STD (30)	16
16	16	A860 WPHY-52	0.375	STD (30)	16
16	16	A860 WPHY-42	0.375	STD (30)	16
14	14	A860 WPHY-60	0.375	STD (30)	14
14	14	A860 WPHY-52	0.375	STD (30)	14
14	14	A860 WPHY-42	0.375	STD (30)	14
12	12.75	A860 WPHY-52	0.375	STD (30)	12
12	12.75	A860 WPHY-42	0.375	STD	12
12	12.75	A234 WPB	0.375	STD	12
10	10.75	A860 WPHY-42	0.365	STD (40)	10
10	10.75	A234 WPB	0.365	STD (40)	10
8	8.63	A860 WPHY-42	0.322	STD (40)	8
8	8.63	A234 WPB	0.322	STD (40)	8
6	6.63	A234 WPB	0.280	STD (40)	6
4	4.50	A234 WPB	0.237	STD (40)	4
3	3.50	A234 WPB	0.216	STD (40)	3
2	2.275	A234 WPB	0.154	STD (40)	2
1	1.315	A234 WPB	0.179	XS (80)	1

PRESIONES DE DISEÑO > A 740 PSIG< 1200 PSIG

Ø NOM.	DIAM. EXT.	MATERIAL	t _{esc} /SCH		Ø NOM.
			III		
			0.5		
32	32	A860 WPHY-65	0.625	30	32
32	32	A860 WPHY-60	0.688	40	32
30	30	A860 WPHY-65	0.625	30	30
30	30	A860 WPHY-60	0.625	30	30
28	28	A860 WPHY-65	0.625	30	28
28	28	A860 WPHY-60	0.625	30	28
26	26	A860 WPHY-65	0.500	XS	26
26	26	A860 WPHY-60	0.562		26
24	24	A860 WPHY-60	0.500	XS	24
24	24	A860 WPHY-52	0.687	40	24
22	22	A860 WPHY-60	0.500	XS (30)	22
22	22	A860 WPHY-52	0.562		22
20	20	A860 WPHY-60	0.500	XS(30)	20
20	20	A860 WPHY-52	0.500	XS (30)	20
18	18	A860 WPHY-60	0.438	30	18
18	18	A860 WPHY-52	0.438	30	18
16	16	A860 WPHY-60	0.375	STD (30)	16
16	16	A860 WPHY-52	0.500	XS (40)	16
16	16	A860 WPHY-42	0.500	XS (40)	16
14	14	A860 WPHY-60	0.312	20	14
14	14	A860 WPHY-52	0.375	STD (30)	14
14	14	A860 WPHY-42	0.438	40	14
12	12.750	A860 WPHY-52	0.330	30	12
12	12.750	A860 WPHY-42	0.406	40	12
10	10.750	A860 WPHY-42	0.365	STD (40)	10
10	10.750	A234 WPB	0.500	XS (60)	10
8	8.625	A234 WPB	0.322	STD (40)	8
6	6.625	A234 WPB	0.280	STD (40)	6
4	4.500	A234 WPB	0.237	STD (40)	4
3	3.500	A234 WPB	0.216	STD (40)	3
2	2.375	A234 WPB	0.154	STD (40)	2
1	1.315	A234 WPB	0.179	XS (80)	1

Tabla 0-1 Especificaciones de los Materiales

NOMBRE	TAMAÑO	RATING	SCH	EXTREMOS	MATERIAL	DESCRIPCIÓN
Coupling y Half-Coupling	½" a 2"	3000		FTH	ASTM-A-105-GR-II	Forjado, dimensiones de acuerdo con ANSI B16.11, roscados de acuerdo con ANSI B1.20.1
Conectores	¼" – ½"			NPT - Tubing	SS-316	Roscados de acuerdo con ANSI B1.20.1.
Conectores	½" – ½"			NPT - Tubing	SS-316	Roscados de acuerdo con ANSI B1.20.1.
Espárrago	Todos			Planos	ASTM-A-193-Gr-B7	Rosca a todo lo largo de acuerdo con ANSI B1.1, con dos tuercas hexagonales tipo pesado ASTM-A-194-Gr-2H, dimensiones de acuerdo con ANSI B18.2.1 y ANSI B18.2.2, largo de acuerdo con ANSI B16.25
Flanche WN	2"-20"	600-150	STD	RFS	ASTM-A-105-GR-II	Dimensiones de acuerdo con ANSI B16.5, espesor de pared para soldar a tubería según lo establecido en este Piping Class
Flanche SW	1"	600-150		RFS	ASTM-A-105-GR-II	Dimensiones de acuerdo con ANSI B16.5,
Flanche SO	2"-10"	600-150		RFS	ASTM-A-105-GR-II	Dimensiones de acuerdo con ANSI B16.5,
Flanche Roscable	2"	600-150		RFS	ASTM-A-105-GR-II	Dimensiones de acuerdo con ANSI B16.5,
Flanche Ciego	2"-20"	600-150		RFS	ASTM-A-105-GR-II	Dimensiones de acuerdo con ANSI B16.5,
Empaque de	1"-20"	600-150				Dimensiones de acuerdo con ANSI B16.5, Tipo E

NOMBRE	TAMAÑO	RATING	SCH	EXTREMOS	MATERIAL	DESCRIPCIÓN
aislamiento catódico						
Niple	3/4" – 1"		80	MTH	API 5L-Gr-B	Sin costura o ERW, dimensiones de acuerdo con ANSI B36.10, roscados de acuerdo con ANSI B1.20.1
Tapón	1/2"	3000		MTH	ASTM-A-105-GR-II	Forjado, cabeza hexagonal, dimensiones de acuerdo con ANSI B16.11, roscados de acuerdo con ANSI B1.20.1
Unión Universal	1/2" – 1"	3000	XS	FTH	ASTM-A-105-GR-II	Forjado, dimensiones de acuerdo con ANSI B16.11, roscados de acuerdo con ANSI B1.20.1
Válvula de bola FB	4" - 20"	600		Según lo requerido		Cuerpo ASTM-A-350 Gr. LF-2, extremos flanchados de acuerdo con ANSI B16.5, esfera y stem de acero ASTM-A-350 Gr. LF-2, empaque PTFE, Referencia 80 06 0 1 -2 -1 marca CAMERON o equivalente.
Válvula de bola FB	4" - 20"	300		Según lo requerido		Cuerpo ASTM-A-350 Gr. LF-2, extremos flanchados de acuerdo con ANSI B16.5, esfera y stem de acero ASTM-A-350 Gr. LF-2, empaque PTFE, Referencia 80 03 0 1 -2 -1 marca CAMERON o equivalente.
Válvula de bola FB	4" - 20"	150		Según lo requerido		Cuerpo ASTM-A-350 Gr. LF-2, extremos flanchados de acuerdo con ANSI B16.5, esfera y stem de acero ASTM-A-350 Gr. LF-2, empaque PTFE, Referencia 80 06 0 1 -2 -1

NOMBRE	TAMAÑO	RATING	SCH	EXTREMOS	MATERIAL	DESCRIPCIÓN
						marca CAMERON o equivalente.
Válvula de bola FB	1" – 3"	600		RFS		Cuerpo ASTM-A-105, extremos flanchados de acuerdo con ANSI B16.5, esfera y stem de acero, paso completo, asiento primario reforzado y empaque PTFE, operador manual. Referencia Ø-F-B282-CS-02-CS-N/HL marca WKM o equivalente
Válvula de bola RP	1" – 3"	600		RFS		Cuerpo ASTM-A-105, extremos flanchados de acuerdo con ANSI B16.5, esfera y stem de acero, paso regular, asiento primario reforzado y empaque PTFE, operador manual. Referencia Ø-R-B214-CS-02-CS-N/HL marca WKM o equivalente
Válvula de bola FB	1" – 3"	300		RFS		Cuerpo ASTM-A-105, extremos flanchados de acuerdo con ANSI B16.5, esfera y stem de acero, paso completo, asiento primario reforzado y empaque PTFE, operador manual. Referencia Ø-F-B128-CS-02-CS-N/HL marca WKM o equivalente
Válvula de bola RP	1" – 3"	300		RFS		Cuerpo ASTM-A-105, extremos flanchados de acuerdo con ANSI B16.5, esfera y stem de acero, paso regular, asiento primario reforzado y empaque PTFE, operador manual. Referencia Ø-R-B220-CS-02-CS-N/HL marca WKM o equivalente

NOMBRE	TAMAÑO	RATING	SCH	EXTREMOS	MATERIAL	DESCRIPCIÓN
Válvula de bola FB	1" – 4"	150		RFS		Cuerpo ASTM-A-105, extremos flanchados de acuerdo con ANSI B16.5, esfera y stem de acero, paso completo, asiento primario reforzado y empaque PTFE, operador manual. Referencia Ø-F-B210-CS-02-CS-N/HL marca WKM o equivalente
Válvula de bola RP	1" – 4"	150		RFS		Cuerpo ASTM-A-105, extremos flanchados de acuerdo con ANSI B16.5, esfera y stem de acero, paso regular, asiento primario reforzado y empaque PTFE, operador manual. Referencia Ø-R-B200-CS-02-CS-N/HL marca WKM o equivalente
Válvula de Aguja	1/2"	3000		MTH – FTH	SS 316	Cuerpo y Bonnet SS-316, extremos roscados de acuerdo con ANSI B1.20.1, sello metal-metal
Válvula de bola	½"	2250		FTH		Cuerpo ASTM-A-105, sello asiento y stem Filled TFE, paso reducido, operador manual, ORDER NUMBER ½ -B136-CS-02-CS/HL WKM o equivalente
Válvula de Tapón Macho Lubricado	1" – 2"	150 – 600		FTH o RFS		Cuerpo ASTM-A-105 o ASTM-A-216-WCB, extremos flanchados de acuerdo con ANSI B16.5. Marca Nordstrom. Indicar figura según catálogo del fabricante
Threaded O-ring Fitting	2" – 3"		STD	BW	ASTM-A-105-GR-II	Forjado, dimensiones de acuerdo con el catálogo del fabricante (TDW)

4.3.2 Cálculo, Selección y Especificación de Tubería

Para la determinación del espesor de pared de la tubería, según el código ASME B 31.8 2007 y la normativa Colombiana (NTC3728, Numeral 3.2.2.2.d), se consideró la clasificación de las áreas atravesadas de conformidad con la información recibida de PROMIGAS. Según la clase, se tiene un factor “F”, útil en la determinación del espesor. Los factores de diseño básico según la clase de localidad, son los siguientes:

Clase de Localidad	Factor de diseño
I	0,72
II	0,60
III	0,50
IV	0,40

Fuente: Código ASME B 31.8

✓ *Memoria de cálculo*

- Velocidad de flujo en tuberías

Ver tabla 2 el dimensionamiento de la tubería, es tal que la velocidad del gas no supera los 65 ft/s [20 m/s]. Para realizar el cálculo de velocidad se empleo la siguiente fórmula:

$$V = (1440 * Z * Q * T) / (P * D_{int}^2)$$

Donde,

V = Velocidad del gas, ft/s

Z = factor de Comprensibilidad

Q = Volumen, MMSCFH

T = Temperatura de operación, °R

Dint = Diámetro interno del tubo, in

P = Presión de Operación, psia

- Espesor de pared de tuberías

El espesor mínimo de la tubería, se calcula de acuerdo a lo indicado en el Código ASME B-31.8 (Gas Transmission and Distribution Piping Systems). La formula a usar es:

$$T = (P * D) / (2 * S * F * E * T)$$

Donde,

t = Espesor de pared; in.

P = Presión de trabajo; psig.

S= limite de fluencia mínimo, especificado para el material de la tubería; psig.

D= diámetro nominal exterior de la tubería; in.

F= factor de diseño; adimensional.

E= factor de junta longitudinal; adimensional.

T= factor de degradación por temperatura de las tuberías; adimensional. (T=1 si <121 °C).

Tabla 0-2 Descripción de puntos de operación y variables de proceso respectivas

Punto de Sensado de Variable	Localidad	Ubicación del Punto de Sensado de Variable dentro de la Localidad	Presión			Temperatura			Caudal		
			Máxima (PSIG)	Promedio (PSIG)	Mínima (PSIG)	Máx (°F)	Prom. (°F)	Mín. (°F)	Máximo (MMSCFD)	Promedio (MMSCFD)	Mínimo (MMSCFD)
1	ESTACIÓN	TOMA DE POZO SERAFÍN	1200	1000	900	100	68,5	60	15	10	5
2	ESTACIÓN	AGUAS ARRIBA MOV-01-SER	1200	1000	900	100	68,5	60	15	10	5
3	ESTACIÓN	AGUAS ARRIBA F/S-01-SER	1200	1000	900	100	68,5	60	15	10	5
4	ESTACIÓN	AGUAS ABAJO F/S-01-SER	1200	1000	900	100	68,5	60	15	10	5
5	ESTACIÓN	BY PASS F/S-01-SER	1200	1000	900	100	68,5	60	15	10	5
6	ESTACIÓN	ZONA DE CROMATOGRFÍA	1200	1000	900	100	68,5	60	15	10	5
7	ESTACIÓN	AGUAS ARRIBA FET-01-SER	1200	1000	900	100	68,5	60	15	10	5
8	ESTACIÓN	AGUAS ABAJO FET-01-SER	1200	1000	900	100	68,5	60	15	10	5
9	ESTACIÓN	BY PASS FET-01-SER	1200	1000	900	100	68,5	60	15	10	5
10	ESTACIÓN	SALIDA ESTACIÓN	1200	1000	900	100	68,5	60	15	10	5
11	HOT TAP	AGUAS ARRIBA GASODUCTO 18"	1200	1000	900	100	68,5	60	15	10	5
12	HOT TAP	AGUAS ABAJO GASODUCTO 18"	1200	1000	900	100	68,5	60	15	10	5
C1	ESTACIÓN	CABEZAL ENTRADA FILTRACION	1200	1000	900	100	68,5	60	15	10	5
C2	ESTACIÓN	CABEZAL SALIDA FILTRACION	1200	1000	900	100	68,5	60	15	10	5
C3	ESTACIÓN	CABEZAL ENTRADA MEDICION	1200	1000	900	100	68,5	60	15	10	5
C4	ESTACIÓN	CABEZAL SALIDA MEDICION	1200	1000	900	100	68,5	60	15	10	5

Tabla 0-3 Cálculo de velocidades en las tuberías para los diferentes puntos de operación

Punto de Sensado de Variable	Localidad	Caudal Máximo (MMSCFH)	Z (Estimado)	Temperatura máxima (°R)	Presión mínima Operación (psia)	Velocidad Limite (f/s)	Velocidad Seleccionada (f/s)	diámetro mínimo Calculado (in)	Tubería Seleccionada	Diámetro Externo Tubería (in)	Espesor Tubería (in)
1	ESTACIÓN	0,6250	1	560	914,7	65	34	2,912	4'	4,500	0,237
2	ESTACIÓN	0,6250	1	560	914,7	65	34	2,912	4'	4,500	0,237
3	ESTACIÓN	0,6250	1	560	914,7	65	34	2,912	4'	4,500	0,237
4	ESTACIÓN	0,6250	1	560	914,7	65	34	2,912	4'	4,500	0,237
5	ESTACIÓN	0,6250	1	560	914,7	65	34	2,912	4'	4,500	0,237
6	ESTACIÓN	0,6250	1	560	914,7	65	34	2,912	4'	4,500	0,237
7	ESTACIÓN	0,6250	1	560	914,7	65	34	2,912	4'	4,500	0,237
8	ESTACIÓN	0,6250	1	560	914,7	65	34	2,912	4'	4,500	0,237
9	ESTACIÓN	0,6250	1	560	914,7	65	34	2,912	4'	4,500	0,237
10	ESTACIÓN	0,6250	1	560	914,7	65	34	2,912	4'	4,500	0,237
11	HOT TAP	0,6250	1	560	914,7	65	34	2,912	4'	4,500	0,237
12	HOT TAP	0,6250	1	560	914,7	65	34	2,912	4'	4,500	0,237
C1	ESTACIÓN	0,6250	1	560	914,7	65	9	2,912	8'	8,625	0,322
C2	ESTACIÓN	0,6250	1	560	914,7	65	9	2,912	8'	8,625	0,322
C3	ESTACIÓN	0,6250	1	560	914,7	65	9	2,912	8'	8,625	0,322
C4	ESTACIÓN	0,6250	1	560	914,7	65	9	2,912	8'	8,625	0,322

Tabla 0-4 Cálculo de espesores de tubería seleccionada en los diferentes puntos de operación

Punto de Sensado de Variable	Localidad	Diámetro Nomina Tubería Seleccionada	Material de Tubería Seleccionada	S mínimo (psi) para Material de tubería Seleccionada	Presión máxima operación (psig)	Class Location	Factor de diseño (F) para class location	Factor de Junta Longitudinal (E=1)	Factor de degradación por Temperatura (T=1)	Espesor Mínimo Tubería t Calculado (in)	Espesor Tubería t Seleccionado (in)
1	ESTACIÓN	4,500	API 5LGr B	35000	1200	III	0,50	1	1	0,154	0,237
2	ESTACIÓN	4,500	API 5LGr B	35000	1200	III	0,50	1	1	0,154	0,237
3	ESTACIÓN	4,500	API 5LGr B	35000	1200	III	0,50	1	1	0,154	0,237
4	ESTACIÓN	4,500	API 5LGr B	35000	1200	III	0,50	1	1	0,154	0,237
5	ESTACIÓN	4,500	API 5LGr B	35000	1200	III	0,50	1	1	0,154	0,237
6	ESTACIÓN	4,500	API 5LGr B	35000	1200	III	0,50	1	1	0,154	0,237
7	ESTACIÓN	4,500	API 5LGr B	35000	1200	III	0,50	1	1	0,154	0,237
8	ESTACIÓN	4,500	API 5LGr B	35000	1200	III	0,50	1	1	0,154	0,237
9	ESTACIÓN	4,500	API 5LGr B	35000	1200	III	0,50	1	1	0,154	0,237
10	ESTACIÓN	4,500	API 5LGr B	35000	1200	III	0,50	1	1	0,154	0,237
11	HOT TAP	4,500	API 5LGr B	35000	1200	III	0,50	1	1	0,154	0,237
12	HOT TAP	4,500	API 5LGr B	35000	1200	III	0,50	1	1	0,154	0,237
C1	ESTACIÓN	8,625	API 5LGr B	35000	1200	III	0,50	1	1	0,296	0,322
C2	ESTACIÓN	8,625	API 5LGr B	35000	1200	III	0,50	1	1	0,296	0,322
C3	ESTACIÓN	8,625	API 5LGr B	35000	1200	III	0,50	1	1	0,296	0,322
C4	ESTACIÓN	8,625	API 5LGr B	35000	1200	III	0,50	1	1	0,296	0,322

* Para Class Location I, se usará factor de diseño 0.60 de acuerdo con ASME B31.8-2007 (numeral 841.121)

4.4 AREA ELECTRICA

4.4.1 Especificación del Sistema de Alimentación Autónomo

El presente diseño está basado en las siguientes normas y códigos, así como los demás mencionados en el documento de Estándares de Diseño del presente informe y que sean aplicables:

- ✚ Código Eléctrico Nacional. Norma NTC-2050, en especial las Secciones 250, 330, 500, 690, 720 y 725.
- ✚ El reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, expedido por el Ministerio de Minas y Energía de Colombia.
- ✚ El National Electrical Code

Inicialmente se determina el valor de la potencia nominal de los equipos por medio de los parámetros nominales de sus catálogos, esto es:

- ✚ Potencia nominal de los equipos en vatios (w)
- ✚ Voltaje de alimentación (v)
- ✚ Corriente nominal (A)
- ✚ Corriente de cortocircuito

Con esto se determinan las potencias de todas las cargas en voltiamperios (VA). Con el fin de calcular la corriente total a suministrar en Amperios, se aplican los correspondientes factores de carga y el número de horas de operación de los equipos, así como un estimado de frecuencia de operación.

Luego de esto se procede, en base a seleccionar el generador Termo-Eléctrico TGE de potencia más adecuado para suministrar esta energía, teniendo en cuenta las indicaciones de los catálogos de especificaciones técnicas.

Así mismo, se procede a determinar el banco de baterías necesarias para alimentar las cargas en horas pico o de arranque de los equipos o por un período no menor de 12 horas continuas.

✓ *Memoria de cálculo*

El dimensionamiento de cargas se separa en cargas de corriente continua AC y cargas de corriente directa DC.

DC Load Sizing Worksheet							
Appliance	VA	Voltage (V) AC	Current (Amp)	Factor	Final Current	Protection (Amp)	Polo
M.O.V ACTUADOR	30,00	24	1,25	1,25	1,56	3,0	1
P.T	0,50	24	0,02	1,25	0,03	6,0	1
DPISH- ALARMA POR ALTA PRESION	3,00	24	0,13	1,25	0,16	3,0	1
FY	5,00	12	0,42	1,25	0,52	2,0	1
P.T	0,50	24	0,02	1,25	0,03	2,0	1
R.T.U UNIDAD REMOTA DE TRANSM.	75,00	24	3,13	1,25	3,91	6,0	1
1. Total Power Consumption of the System						114	
2. Reserve 10%						11,4	
3. Total System Power						125,4	
4. Voltage of the System (DC)						24,0	
5. Current of the System (Amp)						5,2	
6. Driver Selection Factor (Amp)						1,25	
7. Total Current of the System (Amp)						6,5	
8. Protection of the System (Amp)						10,0	

CUADRO DE FORMULAS		
$P = V \times I$	$I = P / V$	$I_{SIST} = I \times 1,25$
P = POTENCIA EN VOLTIO-AMPERIOS I = CORRIENTE DEL SISTEMA EN AMPERIOS V = VOLTAJE DEL SISTEMA EN VOLTIOS I SIT = CORRIENTE TOTAL DEL SISTEMA EN AMPERIOS		

AC Load Sizing Worksheet							
Appliance	VA	Voltage (V) AC	Current (Amp)	Factor	Final Current (Amp)	Protection (Amp)	Polo
Analizador de Punto de Rocío	400,00	264	1,52	1,25	1,89	3,0	1
Analizador de H2S	500,00	264	1,89	1,25	2,37	6,0	1
Analizador de CO2 y Cromatografo	250,00	264	0,95	1,25	1,18	3,0	1
Inversor Corriente Continua DC	30	264	0,11	1,25	0,14	3,0	1
1. Total Power Consumption of the System						1180	
2. Reserve 10%						118,0	
3. Total System Power						1298,0	
4. Voltage of the System (AC)						264,0	
5. Current of the System (Amp)						4,9	
6. Driver Selection Factor (Amp)						1,25	
7. Total Current of the System (Amp)						6,2	
8. Protection of the System (Amp)						10,0	

CUADRO DE FORMULAS		
$P = V \times I$	$I = P/V$	$I_{SIST} = I \times 1,25$
P = POTENCIA EN VOLTIO-AMPERIOS I = CORRIENTE DEL SISTEMA EN AMPERIOS V = VOLTAJE DEL SISTEMA EN VOLTIOS I SIT = CORRIENTE TOTAL DEL SISTEMA EN AMPERIOS		

Power Sizing Worksheet							
Appliance	VA	Voltage (V) AC	Current (Amp)	Factor	Final Current (Amp)	Protection (Amp)	Polo
Corriente Continua	125,40	24	5,23	1,25	6,53	10,0	1
Corriente Alterna	1298,00	264	4,92	1,25	6,15	10,0	1
				Total	12,68		
1. Total Power Consumption of the System						1423	
2. Power TEG *						550,0	
3. Number of TEG						3,0	
4. Total Power TEG**						1650,0	

* Global Model 8550 thermoelectric generator system 8550N-24-SI-80/warm ambient

**Battery Bank, 24 V 12Hours for 1200 Watts (includes 250 VA load for Chromatograph start-up)

✓ *Selección de generadores termoeléctricos (TEG)*

Con base en los resultados de la memoria de cálculo del ítem anterior, se procede a calcular la potencia requerida de los TEG, de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Cuantificación de los VA totales del sistema
2. Un sobredimensionamiento del 10%
3. Se seleccionan 4 TEG 8550 que tienen una potencia individual de 550 Vatios.

✓ *Teoría de operación*

Un TEG produce energía eléctrica a través de la conversión directa de energía térmica en energía eléctrica. Cuando dos materiales diferentes se unen y se calientan en un extremo (un termopar), se crea una tensión en la junta. La energía eléctrica será entregada a una carga colocada en el circuito. Este proceso continuará siempre que la diferencia de temperatura se mantenga. El TEG es un sistema que proporciona los medios para mantener y sostener estas condiciones.

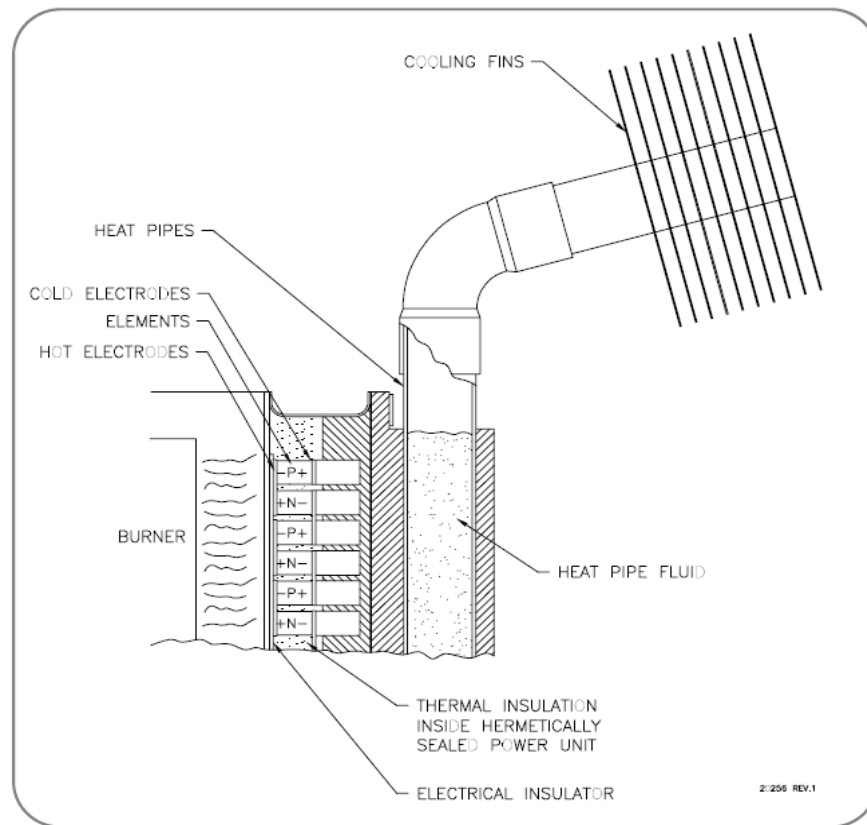
La ilustración 4 muestra cómo se realiza esto en el TEG Modelo 8550. Un termopar está formado por un elemento termoeléctrico tipo P y un tipo N unidos eléctricamente entre sí por electrodos de junta caliente. Los Termopares adyacentes están unidos eléctricamente por medio de electrodos de junta fría.

Un total de 325 termopares, produciendo cada uno 87mV, en condiciones normales están conectados en serie para producir 590 vatios a 28 voltios y 21 amperios.

La junta caliente de los termopares se mantiene a una temperatura alta (538 ° C o 1000 ° F) por un mechero que opera con el uso de combustibles gaseosos en este

caso será el mismo gas del pozo. La junta fría de los termopares debe mantenerse a una temperatura baja (163 ° C o 235 ° F) por medio de un intercambiador de calor que transfieren el calor al medio ambiente por convección natural. Los termopares están contenidos en una caja sellada herméticamente, ya que se ven afectados negativamente cuando se exponen al aire a temperaturas de funcionamiento. Están rodeados de un aislamiento térmico para reducir al mínimo la pérdida de calor.

Ilustración 4. Diagrama de un Termogenerador¹



¹ Fuente: Brochure Thermoelectric Generators - Global Thermoelectric

✓ Dimensionamiento de baterías

De igual manera para el dimensionamiento de las baterías, se parte de la corriente total requerida de 12,68 A.

$$Total_{carga} = 12,68 * 24 = 304,32 \frac{A * h}{dia}$$

Este valor se multiplica por el número de horas de reserva de las baterías, que en este caso es de doce horas, lo que nos arroja un total de almacenamiento de:

$$Rserva = 0,5días \left(304,32 \frac{A * h}{días} \right) = 152,16A * h$$

Seguidamente se establece el límite de descarga de las baterías en porcentaje, donde 100% indica una descarga total. Por recomendación del fabricante de la batería esta nunca debe dejarse descargar al 100% y que un aceptable nivel de descarga puede estar entre el 20 y el 80 por ciento, teniendo en cuenta que a mayor porcentaje de descarga menor es el número de ciclos de carga-descarga.

Seleccionando un nivel de descarga del 50% (aprox. 700 ciclos) se obtiene una corriente total de:

$$I_{total} = \frac{152,16 A * h}{0.7} = 217,37 A * h$$

Para suministrar esta carga se selecciona cuatro (4) baterías con capacidad de 168 A-Hr. (el banco de baterías es suministrado por el fabricante de los TEG)

4.4.2 Especificación del Sistema de Puesta a Tierra.

La correcta conexión a tierra de todo el sistema eléctrico, es un factor de suma importancia para la seguridad del personal y del equipo eléctrico en sí.

El propósito que se persigue con la existencia de los sistemas de tierra es:

- a. Protección para el personal operativo, autorizado o no autorizado.
- b. Protección a los equipos e instalaciones contra tensiones peligrosas.
- c. Evitar que durante la circulación de falla a tierra, se produzcan diferencias de potencial entre distintos puntos de la instalación, proporcionando para esto, un circuito de muy baja impedancia para la circulación de estas corrientes.

✓ *Normas y reglamentos*

Deben cumplir con las partes aplicables de la última edición de las normas que se indica a continuación:

API: RP 500, ST 550

NFPA: National Fire Protections Association/ 70 National Electric Code.

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers. 242 protection for industrial

NTC 2050: Código Eléctrico Colombiano (Primera Act.).

NTC 4552: Norma de protección contra descargas eléctricas atmosféricas de ICONTEC

RETIE: Reglamento técnico de instalaciones Eléctricas

GNA 305: Normas Técnicas de Referencia (PROMIGAS SA)

✓ *Constitución del sistema de puesta a tierra*

Esta instalación de puesta a tierra se compone esencialmente de Electroodos (Varillas de cobre) de $\frac{3}{4}$ " * 2.40m y cable de cobre desnudo calibre 2/0 AWG, que son los elementos que están en íntimo contacto con el suelo (enterrados), los conductores utilizados son para enlazar entre sí estos elementos. Los gabinetes de los equipos se interconectarán con cable No 2 AWG como las demás instalaciones expuestas a corrientes nocivas, manteniendo al mismo tiempo, una superficie equipotencial a su alrededor.

La resistencia eléctrica total del sistema de tierra, debe conservarse en un valor (incluyendo todos los elementos que forman al sistema) menor o igual a 5 OHMIOS

✓ *Determinación de resistividad del terreno.*

La resistividad del terreno es de 30 Ohms / metro, la cual se obtendrá al realizar el relleno artificial con material seleccionado. Para la construcción se debe validar la resistividad con el método de Wenner y la configuración de Carpenter.

4.4.3 Diseño de la Malla de Puesta a Tierra

A continuación se realizara una síntesis del diseño:

✓ Tipo de sistema de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra diseñado con 6 electrodos de cobre electrolítico de 3/4" de diámetro y 2,40 metros de longitud e interconectados por medio de cable de cobre de 67,44 mm² (2/0 AWG) unidos con soldadura exotérmica, enterrado el cable a 0,75 m de profundidad alrededor de la construcción. En uno de los electrodos de la malla, convenientemente se deberá dejar un registro para permitir la medición de la resistencia de puesta a tierra.

✓ Sistema a proteger

Sistema de filtración, medición, equipos de control y comunicación instalados en la misma.

✓ Resistencia de puesta a tierra (rg)

La resistencia de puesta a tierra calculada es de 2,92 Ω

✓ Dimensiones de la malla

Área ocupada por la malla:	406,7 m ² .
Longitud de conductor enterrado:	82,2 m.
Profundidad de enterramiento:	0.75 m.

4.4.4 Especificación del Sistema de Apantallamiento.

Para el diseño del pararrayo de la estación la información se tomó de acuerdo al siguiente contenido.

1. Las dimensiones de las estructuras

2. La estructura más alta
3. La frecuencia de ocupación de las estructuras
4. El riesgo de pánico
5. La dificultad de acceso
6. La continuidad del servicio
7. El contenido de las estructuras , presencia de seres humanos, de animales, materiales inflamables , equipos sensibles como ordenadores, equipos electrónicos de gran valor o irremplazables
8. La forma de inclinación de los tejados
9. Naturaleza de los tejados , muros
10. Partes metálicas
11. Ventiladores, antenas, depósitos de agua.
12. Cañerías y bajantes pluviales
13. Partes salientes
14. Puntos más vulnerables de la construcción.
15. Los obstáculos cercanos que puedan influir en el trayecto de la descarga por ejemplo las líneas eléctricas aéreas , las vallas metálicas , árboles
16. La naturaleza del ambiente que puede ser particularmente corrosivo (ambiente salino).

Según NTC 4552 se hizo una evaluación del factor de riesgo para protección contra rayos, el propósito de esta evaluación es establecer la necesidad de instalar un sistema de protección contra rayos en una estructura dada.

Se tuvo en cuenta cuatro índices clasificados y ponderados dentro de dos características como son los parámetros DEAT e índices que están relacionados con la estructura.

$$\text{Riesgo} = 0.7 \cdot \text{RDDT} + 0.3 \cdot \text{RIabs.}$$

Siendo RDDT el aporte al riesgo debido a la densidad de descargas a tierra., y Rlabs el aporte al riesgo ocasionado por la magnitud de la corriente pico absoluta promedio.

Sumando los valores de los índices relacionados con la estructura, como son el uso, el tipo y la combinación de altura y área de acuerdo a tablas NTC 4552 1,2, y 3 se obtiene la gravedad que se puede tener en la estructura. Se tomaron en cuenta las estructuras adyacentes o cercanas a la evaluada.

Una vez realizada la evaluación el índice de gravedad es la suma de 75, considerándose alto por lo cual amerita la instalación de Pararrayos se seleccionó un pararrayo Ionizante (PDC) y se evaluó el área de protección en nivel I por tratarse de un área de manejo de combustible.

Para este tipo de riesgos se requiere protección externa (Pararrayos), y además se deben instalar protecciones internas conectadas al sistema de puesta a tierra.

4.5 AREA CIVIL

El alcance de esta especificación cubre los requisitos y normas generales para la construcción de los trabajos civiles y arquitectónicos y de protección de la Estación de Entrega Serafín.

4.5.1 Normas Aplicables

Los siguientes códigos y normas serán exigidos por LA INTERVENTORIA, la que velará por el estricto cumplimiento de estos en el desarrollo de los trabajos:

1. ACI 318 (American Concrete Institute) Building Code Requirements For Concrete Reinforced.

2. ACI 214 (American Concrete Institute) Ensayos de resistencia del concreto a los 28 días
3. ASTM C 42 (American Society for Testing and Materials) Ensayos sobre Concreto endurecido.
4. ASTM C 94 Mezclado del concreto.
5. ASTM D 1751 Ensayos al concreto.
6. ASTM A 307 Especificaciones estándar para tornillos y pernos de acero Carbón.
7. ASTM A 563 Especificaciones estándar para tuercas de acero carbón o Acero aleado.
8. ASTM A 184 Malla de varilla lisa y barras para concreto reforzado.
9. ASTM A 185 Malla de alambre corrugado.
10. Normas Colombianas de diseño y Construcción Sismo-Resistente NSR 98.
11. ICONTEC NTC 396 Ensayo de consistencia.
12. ICONTEC NTC 454 Toma de muestras para ensayo.
13. ICONTEC NTC 1377 Fabricación y curado de cilindros de concreto
14. ICONTEC NTC 675 Ensayo de comprensión para cilindros de concreto.
15. ICONTEC NTC 550 Método para toma de muestras en concreto fresco.
16. ICONTEC NTC 161 Acero liso.
17. ICONTEC NTC 116 Barras lisas para refuerzo en espiral.
18. ICONTEC NTC 245, NTC 248 Acero corrugado.

4.5.2 Procedimientos

Por medio de estacas, tránsito y nivel, El CONTRATISTA deberá situar en el terreno, las cotas y alineamientos del proyecto, tomando como referencia las longitudes y niveles indicados en los planos y las que se encuentren en el terreno, replanteándolas en la medida que se vayan realizando las mediciones.

EL CONTRATISTA deberá garantizar durante el tiempo de ejecución de la

construcción, la disponibilidad en obra, de los equipos de topografía adecuados, calibrados y el personal idóneo, para efectuar estos trabajos.

Con la colocación de estacas y/o mojones firmes, se materializarán los ejes y niveles de referencia del proyecto, estos deben ser de materiales duraderos (Concreto, madera cepillada, puntillas y pintura no lavable de colores fuertes) en forma tal que no sean afectados por las actividades posteriores del proyecto y así mismo que sean visibles e identificables para la localización, nivelación y/o verificación de posición de las diferentes excavaciones, rellenos y estructuras; todo de acuerdo con los planos de construcción relacionados con la topografía y basándose en los niveles y puntos de control (mojones o referencias físicas) utilizados en la topografía original.

El CONTRATISTA deberá marcar los puntos de conexión utilizando para ello plaquetas numeradas según los planos. Dichas plaquetas deberán permanecer durante la ejecución de las obras y serán retenidas antes de la desmovilización.

✓ Excavaciones

Esta especificación comprende y se refiere al conjunto de actividades necesarias sin limitaciones, para la ejecución de excavaciones para cimentaciones de estructuras en concreto, fundaciones para equipos, bancos de ductos, tuberías enterradas y todas las demás excavaciones necesarias en el proyecto.

El CONTRATISTA deberá ubicar y adecuar el sitio destinado para botadero de los materiales, provenientes de la limpieza, descapote y corte, previo a la construcción de las Estación y previa aprobación de LA INTERVENTORIA y de la respectiva autoridad ambiental competente.

Para las excavaciones que se realicen en inmediaciones de estructuras, ductos,

tuberías, etc., el CONTRATISTA deberá prever y emplear métodos de excavación apropiados ya sea a mano o a máquina para evitar daños.

El CONTRATISTA deberá recibir autorización de LA INTERVENTORIA para adelantar los trabajos en zonas en donde existen ductos y tuberías enterradas.

✓ Limpieza y descapote

Las actividades de limpieza comprenden el retiro de toda la vegetación y de materiales no deseables que se encuentren en las áreas destinadas a la construcción. Incluye la eventual tala de árboles, arbustos y malezas, su remoción, transporte y disposición en los sitios indicados para tal propósito.

Las actividades de descapote comprenden, la remoción de todo el material necesario para obtener fundaciones adecuadas para la construcción de estructuras. Incluye la remoción de troncos, raíces, material orgánico y materiales de sobrecapa. En esta actividad se deben incluir 2.0 m por fuera de los límites de la futura construcción definidas en los planos, y/o por LA INTERVENTORÍA. El descapote deberá llevarse a cabo en todas aquellas áreas en donde se indiquen nuevas construcciones, retirando totalmente el material orgánico encontrado en cada sitio.

La profundidad a la cual debe practicarse el descapote está comprendida normalmente entre 10 y 40 cm, siendo definida en cada caso por LA INTERVENTORIA. Los materiales provenientes de la limpieza y descapote deberán ser retirados por el CONTRATISTA hasta el sitio de botadero autorizado por LA INTERVENTORIA.

✓ Excavaciones a cielo abierto

Estas actividades comprenden la remoción de cualquier tipo de material por debajo del terreno natural. No se debe confundir este ítem con el de explanación para la subrasante que se refiere a excavaciones realizadas dentro de la zona de la vía y necesaria para la conformación de la subrasante.

De acuerdo a los planos de detalle, las excavaciones deberán ajustarse a las líneas y pendientes que se muestran en estos. Deberán tomarse todas las precauciones necesarias para que los materiales, por debajo de las líneas finales de excavación o adyacentes a las mismas, sufran la menor alteración posible, las superficies excavadas deberán ser lisas y firmes.

✓ Excavaciones de zanjas

Para la ejecución de actividades de zanjado, El CONTRATISTA realizará las excavaciones según las secciones, cotas, líneas y pendientes indicadas en los planos.

Las excavaciones de las zanjas para tuberías enterradas deberán conformarse de modo que cumplan con el alineamiento y las pendientes indicadas en los planos de Detalles.

Si durante estos trabajos se encuentra material rocoso o piedras, estas deberán ser removidas en su totalidad, lo mismo que cualquier otro tipo de materiales objetables. Deberá excavar cualquier material blando o inestable que se encuentre debajo de la línea de rasante del fondo y deberá reemplazarse con arena, grava, piedra, triturado u otro material de préstamo de mejor calidad.

Para el caso de tuberías enterradas, teniendo en cuenta los factores de carga

sobre la tubería, revisión de uniones, acodamientos, relleno y apisonado de la zanja, los siguientes son los anchos máximos hasta una profundidad de 2 m:

Tabla 0-5 Tabla Ancho Máximo Zanja

ANCHO MAXIMO	
(Pulgadas)	(m)
Hasta 12	0.75
14	0.85
24	1.10
33	1.30

A partir de los 2 m, los taludes de excavación se extenderán hasta donde sea posible, con el propósito de garantizar la estabilidad de la excavación. En todo caso los anchos de excavación serán los mínimos posibles.

✓ Excavación para estructuras y redes

Para estas actividades, El CONTRATISTA optará por los métodos adecuados de excavación, para obtener superficies que sean lisas y firmes, y que se ajusten en forma precisa, a las dimensiones de los planos y que serán requeridas por LA INTERVENTORIA, así como la profundidad necesaria, para garantizar la estabilidad de la construcción.

Para épocas de invierno, las excavaciones para estructuras y redes, se interrumpirán diez (10) cm antes de llegar a la capa de base, para proteger el terreno de cimentación y conservarlo sin perturbar su estado. Esta capa protectora se removerá solamente cuando todo esté listo para iniciar la construcción propiamente dicha.

EL CONTRATISTA deberá suministrar todos los entibados y acodalamientos que fuesen necesarios para sostener los lados de la excavación y evitar cualquier movimiento del terreno que perjudique la obra. En general, siempre que sea posible, las excavaciones se realizarán con las paredes verticales, conforme a las dimensiones de la estructura. Si fuere necesario el uso de formaletas, la excavación se extenderá máximo hasta 0,40 m por fuera del perímetro exterior de la cimentación de la estructura.

Se debe tener en cuenta además las recomendaciones del estudio de suelos para determinar los anchos y profundidades requeridos de las excavaciones en los sitios de cimentación de equipos y estructuras.

Las excavaciones para la instalación de redes de servicio se realizarán del ancho suficiente para permitir la colocación de las diferentes tuberías y la adecuada compactación de los rellenos posteriores.

El CONTRATISTA deberá tomar a su propia costa, todas las medidas indispensables para mantener drenadas las excavaciones y demás áreas de trabajo.

✓ Protección de superficies excavadas

Es responsabilidad del CONTRATISTA, la estabilidad de todos los taludes y la protección de todas las superficies expuestas. Esto incluirá el suministro y remoción de todos los soportes temporales, el manejo de agua, el suministro y mantenimiento de sistemas de drenaje y bombeo necesarios para la estabilidad de los taludes y la realización de los trabajos de relleno.

La conformación del terreno final se efectuará siguiendo lo indicado en los planos de diseño además se deben tener en cuenta las recomendaciones del estudio de

suelos.

✓ Remoción de derrumbes

Los derrumbes que se produzcan por desprendimiento de las paredes de las excavaciones serán retirados oportunamente por el CONTRATISTA y los costos por la remoción de los derrumbes serán por su cuenta. Si es necesario extraer aguas provenientes del subsuelo, de la lluvia o de la rotura de tuberías o desagües durante la ejecución de las excavaciones, el CONTRATISTA deberá suministrar todos los elementos necesarios para esta tarea, tales como moto bombas, mangueras, acoples, etc, que deberá ser de buena calidad y capacidad adecuada.

Los costos que esta actividad requiera y las pérdidas de tiempo de personal, causadas por fallas del equipo de bombeo, así como el tiempo que éste deje de operar, serán por cuenta y cargo del CONTRATISTA.

✓ Manejo del agua superficial y subterránea

El CONTRATISTA construirá todas las obras necesarias para conformar los sistemas temporales de drenaje superficial y suministrará, instalará, mantendrá y operará todo el equipo de bombeo, así como cualquier otro elemento necesario para desaguar las distintas partes de la obra para mantener las excavaciones libres de agua en la medida en que se requiera para construir, y según se requiera una vez terminados los trabajos, para propósitos de inspección y seguridad.

✓ Métodos de excavación

El CONTRATISTA adoptará los métodos de excavación, previamente aprobados por LA INTERVENTORIA y las precauciones que sean necesarias para obtener superficies excavadas que sean lisas y firmes y que se ajusten a las dimensiones

requeridas, tanto como sea viable por medio de la aplicación adecuada de técnicas modernas de excavación.

✓ Rellenos Compactados con material seleccionado

Las actividades de relleno compactado con material seleccionado, se refiere al suministro, colocación y compactación de este material, para adecuación del terreno, base para placas de concreto, base para estructuras de concreto, fundaciones para equipos y atraque de tubería.

El terreno que servirá de base para los rellenos deberá quedar libre de vegetación, raíces, tierra vegetal o cualquier otro material que pueda afectar las características de soporte del suelo de soporte, antes de iniciar el trabajo.

EL CONTRATISTA utilizará los equipos apropiados para la ejecución de estas actividades. Todo el material de relleno se colocará en capas horizontales compactadas no mayores de 15 cm de espesor. Deberá compactarse mínimo al 95% del Próctor Modificado, a menos que se especifique algo diferente.

Los rellenos o terraplenes que haya que compactarse alrededor de los bancos de ductos, tuberías y obras similares, se llevaran a cabo de tal manera que no se originen presiones desiguales a uno y otro lado de la estructura.

LA INTERVENTORIA, no permitirá la colocación de rellenos o terraplenes alrededor de estructuras en concreto, si éstas no tienen como mínimo diez (10) días de fundidas.

Los pavimentos y pisos de concreto que durante la ejecución de los trabajos haya sido necesario romperlos, El CONTRATISTA deberá construirlos nuevamente. Las estructuras reconstruidas se harán conservando las mismas características de las

existentes.

Para los rellenos se utilizará un material de recebo de primera clase, que deberá tener un tamaño máximo de una y media pulgada (1 ½”).

El material, además, deberá tener un índice de plasticidad no mayor de 10 y no deberá contener materia orgánica.

Los materiales deberán extraerse de canteras o depósitos aluviales previamente estudiados y aceptados por LA INTERVENTORIA, de acuerdo con los análisis y controles de calidad realizados por laboratorios de reconocida competencia y seriedad.

✓ Rellenos con material de excavación

Se podrá utilizar el material proveniente de la excavación si ofrece adecuada capacidad y características de compactación adecuadas, previa aprobación de LA INTERVENTORIA.

El material a emplear como relleno con material de excavación debe estar limpio, libre de barro, lodo, piedra suelta con arista y desechos de materiales vegetales.

El relleno debe ser extendido en capas de espesor máxima de 20 cm. El contenido de humedad del material deberá controlarse permanentemente regándolo o dejándolo secar según las circunstancias hasta lograr el contenido óptimo de humedad para lograr densidad máxima.

4.5.3 Concretos

1. Bases (zapatas, 3000 PSI vigas y columnas), Generador de emergencia, bases

de equipos, recipientes en concreto, soportes de tubería, cárcamo, cunetas en concreto armado, cajas de inspección.

2. Canales, andenes, bordillos y bancos de ductos. 2500 PSI
3. Concreto ciclópeo 2000 PSI
4. Concreto Pobre 1500 PSI

Los detalles indicados en los planos mostrarán las elevaciones y dimensiones de las obras de concreto, sus especificaciones técnicas o la referencia de ellas y requerimientos especiales.

✓ Diseño de mezcla

EL CONTRATISTA diseñará las mezclas del concreto y se hará para cada tipo solicitado en estas especificaciones.

Las mezclas de concreto se dosificarán por peso y su diseño se basará en la relación agua - cemento necesaria para satisfacer los requisitos de resistencia.

El contenido de agua será el mínimo que permita colocar apropiadamente el concreto.

✓ Materiales para el concreto

- Cemento

El cemento a emplear para todas las mezclas, deberá cumplir con las especificaciones para el cemento Portland tipo I.

El almacenamiento de cemento deberá hacerse en tal forma que garantice una perfecta protección contra la humedad; LA INTERVENTORIA no aceptará el uso

de cemento que se haya compactado o que haya sufrido deterioro por cualquier causa.

- Agua

Este elemento utilizado para la fabricación de concretos, mortero o lechadas de cemento, deberá ser limpia y estar libre de cantidades perjudiciales de ácidos, álcalis, limo, materias orgánicas y otras impurezas que puedan afectar adversamente la resistencia, durabilidad y calidad de las mezclas.

Los materiales tales como cemento, agua y aditivos, deberán cumplir con los numerales C.3.2, y C.3.4, de Las Normas Colombianas de diseño y Construcción Sismo-Resistente (NSR-98).

- Agregados

Los agregados gruesos y finos deberán ajustarse a las especificaciones ASTM – 33 y/o cumplir con las normas ICONTEC: NTC 174 y/o el numeral C.3.3. de la NSR-98.

- Arena

El término arena designa el agregado fino con un tamaño máximo de partícula de 3/16”.

La arena deberá tener la siguiente gradación:

El porcentaje de carbón, pizarra y arcilla no será mayor del 1% en peso.

- Agregado grueso

El término de agregado grueso designa al agregado de tamaño variable entre 3/16" y 1½", bien gradados dentro de estos límites y consistentes en fragmentos de roca densos, durables y limpios. No se permitirá el uso de gravilla.

El porcentaje de pizarra, carbón y materiales deleznales no será mayor del 1% en peso. El porcentaje en peso de sulfato ferroso no será mayor de 0.30%, la gravedad específica de cualquier muestra del agregado grueso no será menor de 2.60. El tamaño máximo de los agregados gruesos, aunque esté dentro de los límites fijados, no será mayor de la quinta parte del espesor mínimo del concreto, ni de las tres cuartas partes de la distancia mínima entre las varillas de refuerzo.

Para el agregado grueso se aplicará la siguiente gradación:

El agregado para hormigón ciclópeo podrá ser roca partida o canto rodado de buena calidad. El agregado deberá ser preferiblemente angular y de forma cubica, de tal manera que la relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no sea mayor que 2:1.

- ✓ Tipos de concreto

El criterio de resistencia para el concreto a los 28 días se hará de acuerdo con las normas ACI-214.

Resistencia de diseño del concreto a los 28 días ($f'c$).

El concreto ciclópeo deberá contener piedra media zonga y concreto de 2000 p.s.i. en una proporción de 60% y 40% respectivamente.

✓ Aditivos

Se utilizarán los aditivos que sean necesarios para facilitar la construcción o para garantizar la calidad del concreto previa aprobación de LA INTERVENTORIA y se seguirán fielmente las instrucciones del fabricante para su aplicación.

Los aditivos deberán cumplir con lo indicado en el numeral c3.6 de la NSR-98.

✓ Preparación del concreto en sitio de obra

La preparación de los concretos se debe realizar con mezcladora del tipo de carga, accionadas mecánica, hidráulica o eléctricamente, garantizando un control estricto de las cantidades, determinadas por peso, de los distintos ingredientes que entran en la mezcla, así como su distribución homogénea en toda la masa.

La consistencia del concreto deberá ser uniforme en cada mezclada y entre mezcladas distintas. La cantidad de agua mezclada será la suficiente y mínima para asegurar una buena consistencia a la mezcla y compensar cualquier variación en el contenido natural de humedad de los agregados. LA INTERVENTORIA, no admitirá ninguna adición de agua para ablandar una mezcla que haya salido de la mezcladora.

El concreto se mezclará en las cantidades que se necesiten para su uso inmediato. No se permitirá el uso de ningún concreto en que se haya iniciado el fraguado o que haya estado mezclado por más de 30 minutos antes de colocarlo.

✓ Malla electrosoldada

La malla electrosoldada deberá ser con espaciamiento rectangular, en acero con resistencia mínima a la fluencia de 60 kpsi. La malla electrosoldada, cumplirá con las normas NTC 1925, y 2310.

La instalación de la malla deberá realizarse según las instrucciones del fabricante de la misma.

✓ Colocación y vaciado

Ninguna porción de concreto se deberá colocar mientras no se haya hecho la aprobación por parte de LA INTERVENTORIA de todos los detalles de los encofrados y de las armaduras, de las piezas que quedarán embebidas y el estado de las superficies sobre las cuales o contra las cuales se vaciará el concreto.

Las superficies sobre las cuales se vaya a colocar concreto deberán humedecerse para evitar que absorban la humedad del concreto recién colocado y afecten su calidad. Cada carga de concreto deberá depositarse lo más cerca posible de su posición final para reducir al mínimo las posibilidades de segregación. El concreto se colocará tan rápidamente como sea posible y nunca después de 30 minutos de preparada la mezcla, ni una hora después de colocada la capa anterior. Las canoas, tuberías y embudos usados como auxiliares en la colocación del hormigón deberán disponerse y utilizarse de manera que los agregados no se segreguen.

Todo el hormigón deberá colocarse con luz diurna, a menos que se disponga de un sistema de iluminación apropiado y aprobado por LA INTERVENTORIA, y no podrá iniciarse un vaciado cuando se prevea que para su terminación, no se dará cumplimiento a este requisito.

✓ Vibrado

El concreto se consolidará con la ayuda de vibradores mecánicos complementados con métodos manuales. En ningún caso los vibradores se utilizarán para transportar concreto dentro de la formaleta.

El equipo de vibración deberá ser de inmersión y deberá disponerse de la cantidad suficiente para alcanzar la consolidación deseada. La duración del vibrado debe ser apenas la suficiente para producir una compactación satisfactoria, sin provocar segregación de los materiales.

✓ Formaletas

El CONTRATISTA suministrará e instalará todas las formaletas en donde sea necesario confinar y soportar la mezcla de concreto mientras se endurece, para dar la forma y dimensiones requeridas.

LA INTERVENTORIA no permitirá remiendos ni reparaciones con pedazos de madera o láminas que modifiquen la conformación de las formaletas.

Las superficies de concreto en proceso de curado deberán conservarse húmedas por lo menos, durante siete (7) días después de su colocación. El agua usada para la curación deberá llenar los requisitos de estas especificaciones referentes al agua para mezclas de concreto.

Antes de iniciarse la colocación del hormigón, las formaletas deberán limpiarse de impurezas, incrustaciones de mortero y cualquier otro material extraño. Toda la madera usada para formaletas deberá estar libre de agujeros producidos por nudos, fisuras, hendiduras, torceduras u otros defectos que puedan afectar la resistencia o el aspecto de la estructura terminada.

Todas las formaletas deberán tratarse con aceite limpio, no quemado, antes de vaciado, para evitar la adherencia y las manchas en la superficie del hormigón.

✓ Reparación del concreto

La reparación de las imperfecciones de las superficies encofradas determinadas a juicio de LA INTERVENTORÍA, deberá llevarse a cabo tan pronto como se haya hecho el retiro de las formaletas y, de ser posible, deberá terminarse dentro de las 24 horas siguientes.

Todos los alambres o dispositivos metálicos salientes utilizados para mantener las formaletas en su lugar, y aquellos que atraviesen masas de hormigón deberán ser retirados o cortados a ras de la superficie.

El concreto que presente cavidades, fracturas excesivas, grietas o depresiones superficiales, será removido hasta el concreto sano, para luego repararlo hasta las líneas prescritas.

✓ Juntas

- Juntas de dilatación

Las juntas de dilatación se harán encofrando el concreto en uno de los lados de la junta y permitiendo que esta fragüe. La superficie deberá recibir una capa de material adecuado que evite la adherencia antes de colocar el concreto en el lado adyacente a la junta. El material de relleno de las juntas se encuentra especificado en los planos Típicos Obras Civiles.

✓ Pruebas del concreto

- Consistencia

Durante las operaciones de mezcla y colocación del concreto, se tomarán los registros de consistencia tomando la muestra representativa de la colada a la mitad de la fundida o en el momento que lo requiera la INTERVENTORIA, realizando el ensayo normal del asentamiento. Se rechazará cualquier concreto para el cual los ensayos indiquen desfases de los valores especificados en las normas.

Se podrá exigir un menor asentamiento, siempre que la mezcla así obtenida sea manejable y se pueda consolidar adecuadamente por medio de vibradores. El asentamiento será determinado por el método recomendado en la norma ASTM C-14369 y la norma ICONTEC: NTC-396.

- Compresión

Las muestras de concreto para los especímenes de ensayo, deberán tomarse en lo posible, en el lugar donde se coloque concreto, siguiendo las especificaciones correspondientes de la ASTM.

Los ensayos de resistencia se harán con tres (3) especímenes de cada muestra, a los 7 y a los 28 días de fundido el concreto. Todo concreto debe tener una resistencia mínima promedio en los ensayos, igual a la especificada para cada caso.

En caso contrario, podrán ordenarse tomas de muestras de concreto fundido en las estructuras, para someterlas a ensayos de compresión. Todos los ensayos realizados sobre el concreto serán por cuenta del contratista.

4.5.4 Acero De Refuerzo

Comprende todas las actividades necesarias y sin limitaciones, para la selección, suministro, almacenamiento, corte, figuración o doblamiento, colocación y fijación del acero de refuerzo en obras de concreto, tamaño, forma, calidad y cantidad establecidas en las especificaciones técnicas.

Entre las obras de concreto que requieren acero de refuerzo figuran:

1. Estructuras.
2. Bases para equipos.
3. Soportes de tubería.
4. Cajas de inspección.
5. Placas piso y peatonales.
6. Muros en concreto.
7. Andenes y bordillos.

✓ Materiales

El acero de refuerzo debe cumplir con la calidad sobre resistencia, de acuerdo con las normas NTC161, NTC 245, NTC 248 y NTC 2289 del Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC y ASTM – A706.

El acero de refuerzo para el concreto, varillas redondas, lisas o corrugadas, será de fabricación nacional con fluencia mínima $F_y=60000$ PSI para varillas corrugadas con $\varnothing \frac{1}{2}$ " o mayores y de $F_y=34000$ PSI para varillas redondas y lisas con $\varnothing \frac{3}{8}$ " o menores. Las deformaciones deben cumplir la especificación A-305 de ASTM.

4.5.5 Carpintería Metálica

Esta especificación comprende todas las actividades sin limitarse, para la fabricación de la carpintería metálica, incluye suministro, fabricación, instalación y acabados asociados a ésta y será de acuerdo con los planos de construcción suministrados por EL CONTRATANTE.

Todos los materiales estarán exentos de imperfecciones y/o defectos de fabricación. Serán de fabricación reciente.

✓ Puertas metálicas

El CONTRATISTA fabricará, suministrará, e instalará los marcos y hojas para puertas y combinaciones de los mismos en aluminio anodizado. En la instalación de las puertas deben contemplarse la inclusión de los elementos de fijación del marco, bisagras, porta candados, empaques y en general todos los elementos necesarios para su correcta instalación y que garanticen su buen funcionamiento.

No se aceptarán puertas que presenten ajuste forzado al cerrarlas o desnivel en su instalación.

✓ Puertas en tubo de acero galvanizado

El CONTRATISTA fabricará, suministrará, e instalará los marcos y hojas para puertas y combinaciones de los mismos en acero galvanizado de acuerdo con lo indicado en los planos de diseño.

En la instalación de las puertas debe contemplarse la inclusión de los elementos de fijación del marco, bisagras, porta candados, empaques y en general todos los elementos necesarios para su correcta instalación y que garanticen su buen

funcionamiento.

No se aceptarán puertas que presenten ajuste forzado al cerrarlas o desnivel en su instalación.

✓ Cerramiento en malla para ventilación de áreas

La malla para permitir la ventilación de las áreas donde se requiera, será eslabonada BWG 10, de 1 ½" x 1 ½" y de la altura requerida en los planos. La malla deberá quedar perfectamente estirada, cada paño tendrá en sus extremos una planchuela de acero de sección rectangular de 4.8 mm x 32 mm, sujeta a los marcos metálicos o estructura de acero mediante pernos y ganchos de 9.5 mm de diámetro o cualquier otro sistema que garantice la correcta colocación de la malla.

El tejido estará asegurado con platinas de 3/16" x 1 ¼" y 4 tornillos galvanizados a los postes de refuerzo en tubería galvanizada de 2" si se requiere.

Los elementos galvanizados no llevarán ningún tipo de acabado con pintura, en los elementos no galvanizados o en los cuales se efectúen reparaciones llevarán una base de primer epoxizinc de Pintuco referencia 10.053/13.267 o similar y capa de acabado en Aeroflex referencia 113.060 o similar o aluminio reflectivo, los cuales se aplicarán con los espesores, procedimientos y diluyentes, recomendados por el fabricante.

4.5.6 Mampostería Bloque Abuzardado Y Vibrado

Comprende todas las actividades necesarias, suficientes y sin limitaciones, para los trabajos de mampostería. El CONTRATISTA suministrará los materiales y construirá los muros, de acuerdo con los diseños, espesores y dimensiones mostrados en los planos suministrados por PROMIGAS S.A. o por LA

INTERVENTORIA.

✓ Bloques muros interiores y exteriores

Los muros y divisiones interiores serán construidos en bloque de cemento vibrado No. 5 o No 4 de la clase y dimensiones que mejor correspondan con los requisitos de resistencia y calidad de la obra a construir y los muros exteriores serán construidos en bloque abuzardado No 5 o No 4 de la clase y dimensiones que mejor correspondan con los requisitos de resistencia y calidad de la obra. Los bloques deben presentar un buen estado en el momento de ser incorporados a la obra.

El CONTRATISTA deberá cerciorarse de que los bloques a adquirir no contengan sales solubles capaces de causar escamas. No se permitirá el uso de bloques con grietas. Los muros deberán construirse completamente impermeables. Para este efecto el CONTRATISTA empleará bloques con un límite de absorción de agua no mayor al 2% del peso de cada elemento.

El mortero de pega deberá ser también impermeable, para lo cual el CONTRATISTA si fuera necesario deberá usar aditivos.

✓ Morteros

Todos los bloques deberán pegarse con morteros de arena y cemento, mezclados en proporciones precisas que se determinarán de acuerdo con los requisitos de cada obra y las características de los materiales.

La arena para morteros deberá ser de cantera o río, libre de sustancias extrañas que puedan afectar las propiedades de fortaleza y curado del mortero. Su gradación y tamaño, deberán estar de acuerdo con el ASTM C 33 y la NTC 174.

El mortero no se debe mezclar con más de una hora de anticipación a su uso. El cemento será Portland tipo I y deberá ser del mismo color durante toda la obra. El agua deberá estar libre de impurezas que afecten la calidad del mortero. El mortero para los trabajos más usuales de mampostería, deberá hacerse mínimo con las siguientes proporciones:

Dependiendo del uso, las proporciones y calidad del mortero serán:

✓ Colocación

Todas las hileras de bloques deberán quedar alineadas y aplomadas. En los extremos de los bloques se colocará mortero suficiente para asegurar la junta vertical. Las juntas verticales deben quedar alternadas respecto a cada hilera adyacente, a tope con el bloque y sin estriar.

El espesor de las juntas debe ser mínimo 8 mm para morteros de cemento. La verticalidad de los muros se controlará con plomada y las hiladas deberán quedar perfectamente alineadas y a escuadra en todos sus ángulos.

Todas las hiladas deben quedar trabadas en las esquinas o intersecciones. Si los muros encontrados no pueden construirse simultáneamente, deberá proveerse de trabas en el primero que se construya.

Antes de iniciar la construcción de los muros EL CONTRATISTA se cerciorará de la localización y naturaleza de las piezas que quedarán embebidas. Deberá prever vacíos y aberturas para drenajes de agua, agua potable, sistemas de tubería sanitaria, cables de energía eléctrica, alumbrado, teléfonos, anclajes, gabinetes contra incendio, elementos para la instalación de equipos, puertas, ventanas rejillas, barandas o pasamanos, etc. Se deberá tener especial cuidado en el plomo de las aberturas para puertas y ventanas.

4.5.7 Obras Civiles Para La Construcción Del Registro De Hot Tap

En esta sección se presentan las especificaciones técnicas generales que deberá cumplir EL CONSTRUCTOR para la construcción de la obra civil de un registro para Hot-Tap de acuerdo con lo indicado en los planos arquitectónicos de obras civiles.

Los códigos y normas bajo las cuales se ejecutarán las obras o se ensayarán los materiales utilizados en ellas, se citan en los lugares correspondientes de cada actividad y serán de estricto cumplimiento en el desarrollo de los trabajos. Donde se mencionen códigos o normas de diferentes entidades o instituciones, se entiende que aplicará la última versión vigente.

Las obras civiles que serán ejecutadas en el proyecto están enmarcadas dentro de las siguientes actividades generales:

1. Construcción del registro tipo Bunker en concreto reforzado.
2. Suministro y Construcción de la tapa del registro en lámina de alfajor.
3. Pintura de la tapa y registro.

Las obras civiles a ser realizadas por EL CONSTRUCTOR, en el sitio donde se construirá el punto de salida comprenden, de acuerdo con los detalles señalados en el plano civil, la construcción de un registro tipo Bunker para la protección del Hot Tap de diámetro 4"x18".

Para la ejecución de todas las actividades requeridas para la construcción de las obras civiles del registro EL CONSTRUCTOR seguirá todas las recomendaciones de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistentes (NSR-98) y las normas técnicas en su última edición vigente.

✓ Elementos estructurales en concreto

El registro se construirá con el fin de permitir las labores de inspección y limpieza de la derivación (Hot-Tap) de entrega de Gas. El registro será construido de conformidad con los diseños, dimensiones, materiales y detalles indicados en el plano de construcción de obras civiles indicados en los planos.

EL CONSTRUCTOR deberá construir el registro de acuerdo con las profundidades indicadas en los planos del proyecto, el fondo de los registros estará conformado por una placa de concreto reforzado y las paredes también serán en concreto reforzado de espesor igual a 0,20 metros, pañetado con mortero e impermeabilizado integralmente con el fin de impedir el paso del agua a través de ellas; el concreto a utilizar en la construcción del registro será preparado en el sitio o comprado a empresas reconocidas y tendrá una resistencia a la compresión mínima de 21 MPa (210 Kg/cm²) a menos que en los planos se indique otra resistencia.

EL CONSTRUCTOR solamente podrá colocar el concreto cuando LA COMPAÑÍA lo autorice, previa verificación de su parte del equipo, excavaciones, obra falsa, instalación de formaletas y acero de refuerzo. Ninguna de las aprobaciones previas por parte de LA COMPAÑÍA eximirá a EL CONSTRUCTOR de su responsabilidad por cualquier daño o falla que se presente durante la construcción de los registros, ni de su obligación de terminar los trabajos de acuerdo con los planos y las especificaciones técnicas correspondientes.

El registro tendrá una cubierta o tapa en lámina de alfajor con las dimensiones y ubicación mostradas en el plano estructural. Todos los elementos de acero empleados en la fabricación de la tapa de alfajor del registro deberá estar protegido con pintura Anticorrosiva Epóxica Verde Ref. 110.046/113.229 de PINTUCO y pintura de acabado Esmalte Sintético Pintulux, ref. 12.114 de

PINTUCO, previa aprobación de LA COMPAÑÍA.

Después de pañetadas las paredes internas del registro estas serán pintadas con la pintura adecuada para ello y de color blanco. Así mismo EL CONSTRUCTOR debe pañetar y pintar las paredes externas del registro que quedan por encima del nivel del piso.

EL CONSTRUCTOR deberá suministrar las tapas, escaleras y demás elementos de acero de los registros debidamente pintados y protegidas contra la corrosión, EL CONSTRUCTOR deberá presentar para aprobación de LA COMPAÑÍA el procedimiento de aplicación y el tipo de material a emplear en la protección anticorrosiva y pintura de acabado de las tapas y demás elementos de acero de los registros y su aplicación deberá hacerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante. EL CONSTRUCTOR deberá pintar dichos elementos aplicando inicialmente una capa de WASH PRIMER para garantizar la adherencia del anticorrosivo al metal, posteriormente se aplicará una capa de anticorrosivo y una de esmalte, de acuerdo a las instrucciones de LA COMPAÑÍA.

Se aplicará doble capa de pintura anticorrosiva en los puntos en los cuales hubo necesidad de aplicarle soldadura.

EL CONSTRUCTOR deberá suministrar todos los materiales y herramientas necesarias para la construcción de este registro de acuerdo con los diseños indicados en los planos de construcción, incluyendo las tapas y los sistemas drenajes y demás detalles consignados en los planos.

Para evitar el contacto entre el concreto y la tubería de acero del gasoducto o su revestimiento se emplearán sellos en la transición tubo-concreto en toda el área de contacto denominados (LINK SEAL). EL CONSTRUCTOR deberá dejar durante la fundida de las paredes del registro un orificio circular centrado con

respecto a la tubería de acero del gasoducto, para lo cual deberá hacer uso de formaletas o cualquier otro elemento que garantice que no se producirá segregación de los agregados ni desplazamiento del acero en ese punto, de acuerdo con el detalle que se señala en los planos de construcción.

✓ Impermeabilización del registro

Esta sección se presenta las especificaciones técnicas que deberá tener en cuenta EL CONSTRUCTOR para la impermeabilización de las paredes y piso del registro a construir de acuerdo con lo señalado en los planos de construcción suministrados por LA COMPAÑÍA.

EL CONSTRUCTOR deberá utilizar los materiales que se indican a continuación para la impermeabilización del registro, estos materiales deberán ser aplicados teniendo en cuenta las recomendaciones de los fabricantes de los respectivos productos.

EL CONSTRUCTOR deberá emplear para la construcción de las paredes y piso del registro Sikament NS similar o superior que cumpla la misma función, que actúa como aditivo súper plastificante permitiendo obtener una relación A/C de mínimo 0.5, el concreto deberá curarse con abundante agua, previa aprobación de LA COMPAÑÍA.

EL CONSTRUCTOR deberá suministrar todos los materiales, suministros, mano de obra y herramientas necesarias para la aplicación de la impermeabilización de las paredes y piso.

✓ Pintura anticorrosiva y de acabado en tubería del hot-tap

EL CONSTRUCTOR deberá proteger la tubería, accesorios, válvulas de bloqueo y

todos los elementos aéreos nuevos a instalarse, así como, las conexiones, acoples, apoyos para soporte metálicos, etc., por medio de un sistema de pintura de protección contra la corrosión más una pintura de acabado.

El procedimiento de aplicación será el señalado por el fabricante de las pinturas y aprobado por LA COMPAÑÍA.

EL CONSTRUCTOR deberá limpiar la tubería con chorro de arena (Sandblasting), previa a la aplicación de la pintura anticorrosiva con soplete.

En los recipientes de pintura deberán estar claramente establecidos detalles como: Nombre del fabricante, información de fabricación, color, número de lote, información de condiciones especiales de almacenamiento, etc.

Toda pintura deberá suministrarse en recipientes sellados y deberá almacenarse bajo cubierta y en las condiciones fijadas por el fabricante.

EL CONSTRUCTOR deberá aplicar la protección anticorrosiva de las bridas en su totalidad antes del montaje, al igual que todas aquellas partes de difícil acceso después de montadas.

- Materiales

EL CONSTRUCTOR suministrará todos los materiales, herramientas, equipos y mano de obra necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, incluidas las pinturas anticorrosivas y de acabado, en las marcas y referencias previamente aprobadas por LA COMPAÑÍA.

EL CONSTRUCTOR deberá tener en cuenta para la utilización de los compuestos de las pinturas anticorrosivas y de acabado, las recomendaciones de aplicación

dadas por el fabricante del producto y previa aprobación de LA COMPAÑÍA.

- Preparación de la superficie

Toda superficie preparada para recibir el revestimiento deberá cumplir como mínimo con la especificación exigida por el fabricante de cada producto a aplicar.

El equipo usado para cualquier tipo de preparación de superficie deberá ser aprobado por LA COMPAÑÍA.

Normalmente todas las herramientas para la preparación de superficie se operarán con aire comprimido, solamente en los casos en que LA COMPAÑÍA. lo apruebe se permitirá el uso de equipo de operación eléctrica.

Las herramientas operadas con aire comprimido deberán contar con sus respectivos filtros para líquidos conectados a las líneas de aire comprimido.

Al aplicarse limpieza con chorro de arena, el operario deberá estar provisto de su respectivo equipo de seguridad aprobado por LA COMPAÑÍA. y deberá cumplir con las siguientes especificaciones como mínimo:

Limpieza a Chorro: El tipo de abrasivo usado deberá dar un perfil de limpieza por lo menos 50 micrones. El abrasivo no metálico será arena, la cual deberá estar libre de piedras y elementos extraños, para lograr lo anterior, ésta arena deberá tamizarse usando mallas entre 16/40 a 8/20. También se permite el uso de granalla.

El aire usado deberá ser limpio y libre de aceite.

El abrasivo usado en el sistema de chorro abierto deberá ser del tipo desechable,

no será permitida la reutilización de este material.

Toda tubería después de terminada la preparación de superficie e inmediatamente antes de pintar deberá limpiarse mediante chorro de aire limpio, seco, libre de aceite para asegurar que toda traza de abrasivo o producto corrosivo será removido.

- Aplicación de pinturas

Después de completar el proceso de limpieza a chorro EL CONSTRUCTOR procederá a aplicar el sistema de pintura, según las recomendaciones del fabricante y teniendo en cuenta las especificaciones aquí descritas.

El equipo de aplicación de pintura será suministrado por EL CONSTRUCTOR y deberá cumplir con las recomendaciones del fabricante de la pintura y ser aprobado por LA COMPAÑÍA.

Los disolventes de pintura solo se usarán bajo supervisión técnica, previa autorización de LA COMPAÑÍA. y de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de la pintura.

Los componentes aéreos del Registro Hot Tap deberán limpiarse con chorro de arena (Sandblasting), grado metal casi blanco (SSPC SP-10) SA2. ½ como mínimo con un perfil de rugosidad de 25 a 37 micrones y deberán protegerse con el sistema No. 5 del Anexo J “Rust Oleum 9100 Epóxica Blanco Ref. 9192 y Activador para inmersión Ref. 9102. Su aplicación se hará sobre la superficie libre de polvo y se aplicará con pistola (soplete).

En caso de ser necesario usar adelgazadores, se requiere autorización previa y por escrito de LA COMPAÑÍA. y en caso de ser aprobados, únicamente podrá

utilizarse el tipo de adelgazadores recomendados por el fabricante de la pintura.

El espesor mínimo de la pintura deberá ser el recomendado por el fabricante.

El equipo y técnicas usadas para la preparación de superficie y aceptada para la aplicación de pintura en área de pruebas deberán ser representativos de los que se emplearán en el Proyecto.

- Áreas de pruebas

LA COMPAÑÍA exigirá la preparación de áreas, para las pruebas, donde EL CONSTRUCTOR deberá mostrar la correcta preparación de superficie con espesor de película y acabados satisfactorios. EL CONSTRUCTOR deberá suministrar todos los materiales, equipos y herramientas requeridas para la ejecución de estas pruebas, incluida la tubería de prueba.

- Inspección

Todo el proceso de aplicación de pintura (preparación de superficie, aplicación de pintura), será debidamente supervisado por LA COMPAÑÍA., para este efecto se deberá contar con el respectivo equipo de control de pintura, el cual será suministrado por EL CONSTRUCTOR y como mínimo deberá contar con los siguientes elementos:

Micrómetro para mediciones Testex

Cinta testex para evaluación de preparación de superficie

Galgas para espesor de película húmeda

Medidor de espesor de película seca

Higrómetro

Termómetro magnético para temperatura de sustrato

Viscosímetro tipo Copa-Ford con su respectivo cronómetro
Equipo para prueba de adherencia tipo Dolly-Test

- Áreas que no se pintaran

Todas las áreas o instrumentos tales como equipos de control, graseras y accesorios, placas de identificación, marcos, superficie de contacto de la empaquetadura, conexiones roscadas, vástagos de válvulas o cualquier superficie que esté lubricada, etc., se deberán proteger, por lo que antes de comenzar los trabajos de limpieza y pintura, EL CONSTRUCTOR deberá cubrir o enmascarar estas áreas adecuadamente previa aprobación de LA COMPAÑÍA. No se deberán pintar las caras de las bridas.

Después de finalizado el proceso de aplicación de pintura EL CONSTRUCTOR removerá todo material de protección previa aprobación de LA COMPAÑÍA.

- Limpieza general

Cuando se lleven a cabo operaciones de limpieza o pintura se deberá tener precaución para evitar salpicaduras, sobreatomización o contaminación, en las áreas y estructuras adyacentes. De igual manera, EL CONSTRUCTOR retirará del área los productos de corrosión, abrasivos gastados, recipientes vacíos, brochas desechadas, trapos, etc.

- ✓ Otros revestimientos para tuberías en registros

EL CONSTRUCTOR deberá proteger las tuberías que van en las zonas de transición de suelo a aire, en la entrada/salida del registro empleando un sistema de protección combinado de WAX TAPE PRIMER, con cintas WAX TAPE #1 y

cinta plástica de envoltura MC OUTERWRAP de TRENTON.

Para proteger la zona de transición suelo a aire en las tuberías de acero enterradas que atraviesan los registros y que están recubiertas con F.B.E. las cuales atraviesan los muros del registro y en cualquier otro punto en donde se presente este tipo de condición, EL CONSTRUCTOR deberá aplicar el siguiente tipo de revestimiento combinado:

1. Aplicar una capa de WAX TAPE PRIMER de TRENTON en una longitud mínima de un (1) pie a cada lado del punto de transición.
2. Envolver con cinta WAX TAPE #1 de TRENTON la zona donde inicialmente se aplicó el WAX TAPE PRIMER de TRENTON.
3. Recubrir con la envoltura MC OUTERWRAP la totalidad de la zona recubierta con la cinta WAX-TAPE #1 de TRENTON.

EL CONSTRUCTOR suministrará los materiales para el recubrimiento de las zonas de transición de tuberías suelo-aire: WAX-TAPE PRIMER, WAX-TAPE #1 y la envoltura MC OUTERWRAP de TRENTON, será responsabilidad de EL CONSTRUCTOR la aplicación de estos productos y el suministro de todos los demás materiales, herramientas, equipos y mano de obra necesarios para la correcta ejecución de estos trabajos.

EL CONSTRUCTOR deberá tener en cuenta para la aplicación del PRIMER y las cintas WAX TAPE de TRENTON las especificaciones técnicas indicadas en la Fichas Técnicas de cada producto respectivamente, las cuales se presentan en el Anexo E de este documento.

La aplicación del revestimiento deberá efectuarse con personal debidamente calificado, de tal manera que se garantice el uso correcto de los mismos, teniendo en cuenta el grado de preparación de superficies, aplicación, inspección y rellenos

sobre las tuberías y accesorios revestidos con este sistema y que sean estipulados por el fabricante del producto.

EL CONSTRUCTOR deberá velar porque el traslape entre el revestimiento con las cintas WAX TAPE y la envoltura MC OUTERWARP de TRENTON, que sobresale de la pared del registro, la pintura anticorrosiva y de acabado aplicado en las tuberías aéreas quede lo más homogénea y estética posible.

En las zonas de transición en donde emerja la tubería enterrada y atraviese las losas de piso, se deberá dejar un área de la dimensión señalada en los planos y que sea suficiente para el pase de la tubería y colocará en el área libre que queda alrededor de la tubería arena limpia fina para evitar daños en el recubrimiento.

5. CONCLUSIONES

Para el diseño de una estación de entrada a la red nacional de transporte se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

La estación debe ser inasistida, debe tener una alta confiabilidad de suministro de energía. Debe contar con un sistema de válvula de emergencia de corte automático, además debe tener un sistema de filtración, y de medición para transferencia de custodia, más un sistema de control de calidad del gas.

Debido al alto costo de los equipos y la calidad de los trabajos, el diseño de estas estaciones debe hacer énfasis en sus etapas iniciales en la TIR y la VPN, (estudio de factibilidad económico).

Debido a que el gasoducto de TGI está siendo operado por CENTRAGAS bajo la figura de un contrato BOMT, los trámites y solicitudes de permiso para este tipo de estaciones, son dispendiosas y requieren de un tiempo pronunciado y gran cantidad de reuniones previas para consensuar conceptos técnicos y económicos.

Este proyecto traerá beneficios a las diferentes partes involucradas y a la comunidad en general.

Este gas podrá ser utilizado como combustible para las unidades de compresión de TGI.

6. RECOMENDACIONES

El procedimiento de conexión hot tap a la red nacional de transporte debe realizarse por personal especializado y calificado ya que es una maniobra de operación de alto riesgo.

El productor deberá ponerse de acuerdo entre las partes involucradas para diseñar el sistema de integración "SCADA" entre la estación y el CPC y el protocolo de transmisión de datos (centro principal de control).

Para que este gas entre a la troncal el productor, deberá garantizar que la presión sea siempre mayor a 1200 psi.

Para la ingeniería de detalle se deberá revisar el modelo de flujo actual del gasoducto de centragas.

La filosofía de control de calidad del gas deberá ser acordado entre las partes.

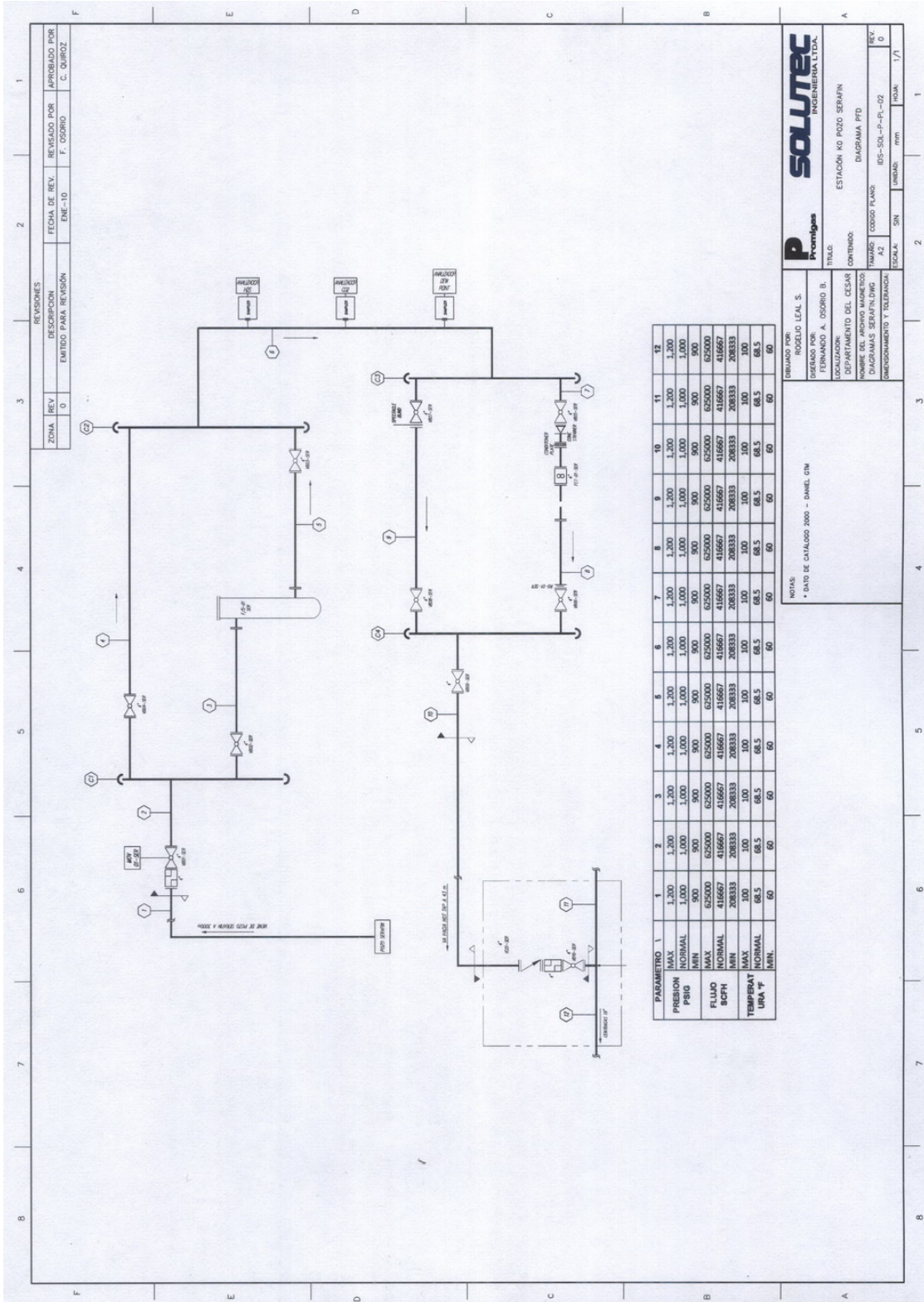
7. BIBLIOGRAFÍA

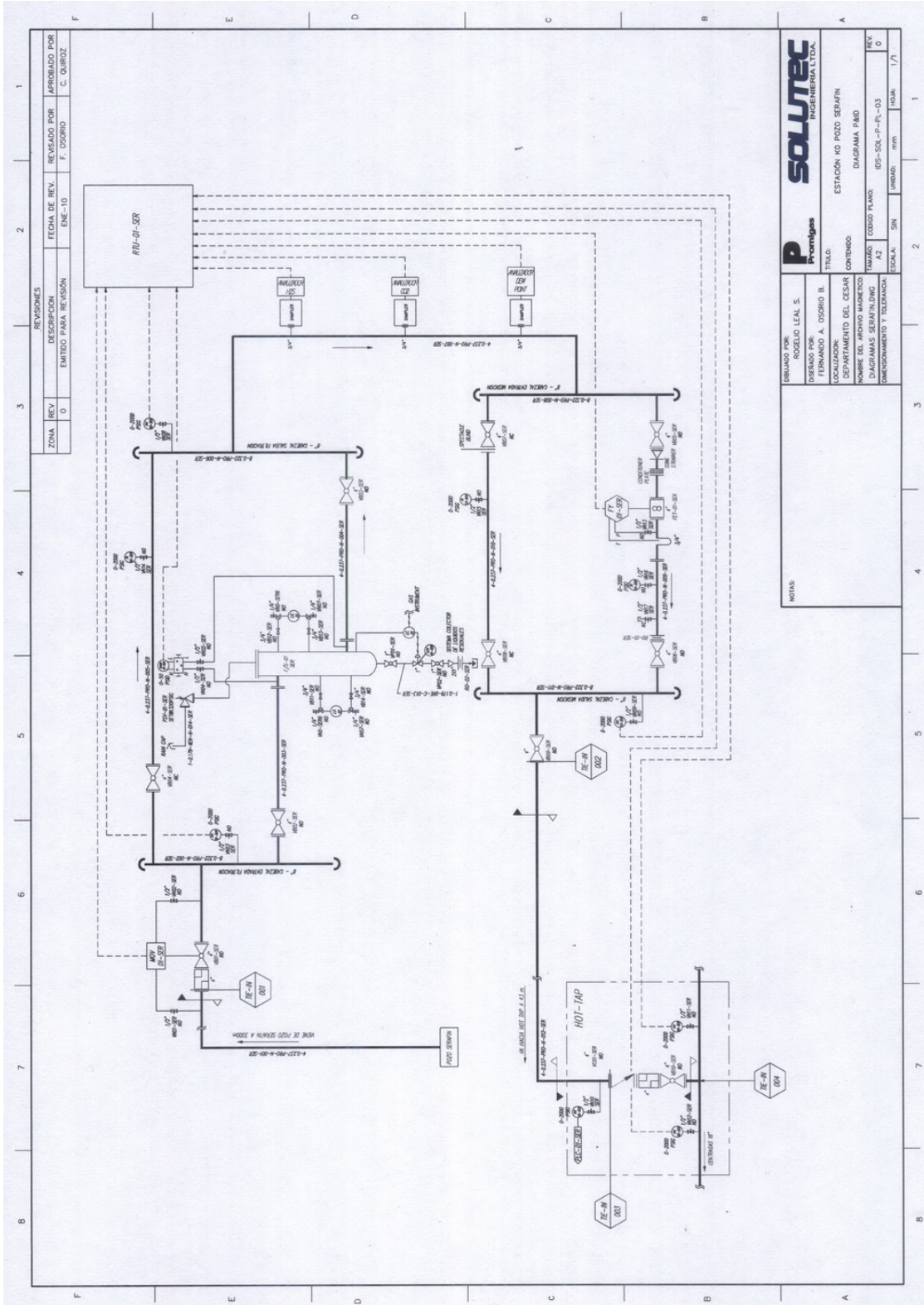
- [1] AISC. Norma AISC-2005. Versión 2005. Normas para el Diseño de Estructuras de Acero de Estructuras Metálicas.
- [2] Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Norma NSR-98. Versión 1997. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente. Ley 400 de 1997. Decreto 33 de 1998
- [3] ASME. Norma ASME Sec. 9. Version 2007. Welding and Brazing Qualifications.
- [4] ASME. Norma ASME Sec. 8 Div 1. Version 2007. Boiler and Pressure Vessel Code.
- [5] ASCE. Norma ASCE/SEI 7-05. Version 2006. Minimum Design Load in Building and Other Structures.
- [6] ANSI. Norma ANSI A 14.3. Version 2002. American National Standard for Ladders - Fixed - Safety Requirements.
- [7] API. Norma API 650. Version 2009. Welded Steel Tank for oil Storage.
- [8] ISA. Norma ISA COMPLETE SET. Version 2008. ISA Standards Library for Automation and Control
- [9] ASME. Norma B31.8. Version 2007. Gas transmission and distribution piping systems.
- [10] ASME. Norma ANSI/ASME B 16.5. Version 2009. Steel Pipe Flanges and Flanged Fitting.
- [11] ASME. Norma ANSI/ASME B 16.9. Version 2007. Factory Made Wrought Steel but Welding Fitting.
- [12] ASME. Norma ANSI/ASME B 16.47. Version 2006. Large Diameter Steel Flanges
- [13] ASME. Norma ANSI/ASME B 16.11. Version 2009. Forged Steel Fittings, Socket. Welding and Threaded.
- [14] ASME. Norma ANSI/ASME B36.10. Version 2004. Welded and Seamless Wrought Steel Pipe.

- [15] ASME. Norma ANSI/ASME B16.36. Version 2009. Steel Orifice Flange.
- [16] API. Norma API 1104. Version 2008 Welding of Pipelines and related facilities.
- [17] API. Norma API RP1107. Version 1991. Pipeline Maintenance Welding Practices.
- [18] API. Norma API 5L. Version 2007. Specifications For Line Pipes.
- [19] API. Norma API 600. Version 2009. Steel Gate Valves, flanged and butt-welding ends, Bolted Bonnets.
- [20] API. Norma API Spec 6D. Version 2008. Specification for Pipeline Valves
- [21] MSS. Norma MSS-SP-75. Version 2008. Specifications for High Test Wrought Butt-Welding Fittings.
- [22] MSS. Norma MSS-SP-44. Version 2006. Steel Pipe Line Flange
- [23] ICONTEC. Norma NTC 3949. Versión 2002. Estaciones de Regulación de Presión para líneas de transporte y redes de distribución de gas combustible.
- [24] ICONTEC. Norma NTC 2050. Versión 1998 1ª Actualización. Código Eléctrico Colombiano.
- [25] IEEE. Norma ANSI/IEEE C37.13.1. Version 2006. IEEE Standard for Definite Purpose Switching Devices for Use in Metal-Enclosed Low-Voltage.
- [26] NEMA. Norma ANSI/NEMA C84.1. Version 2006. Electric Power Systems and Equipment -Voltage Ratings.
- [27] NEMA. Norma WC 50-1976/ICEA P-53-426. Version 1999. Ampacities, Including Effect of Shield Losses for Single Conductor Solid Dielectric Power Cable 15 kV through 69 kV.
- [28] NFPA. Norma NFPA 54. Version 2009. National Fuel Gas Code.
- [29] NFPA. Norma NFPA – 70. Version 2008. Standard for Electrical Safety in the Workplace.
- [30] NFPA. Norma NFPA - 10. Version 2007. Portable Fire Extinguishers

- [31]** NFPA. Norma NFPA – 14. Version 2008. Standard on Motion Picture and Television Production Studio Soundstages and Approved Production Facilities.
- [32]** NFPA. Norma NFPA - 15. Version 2009. Fire Safety in Racetrack Stables.

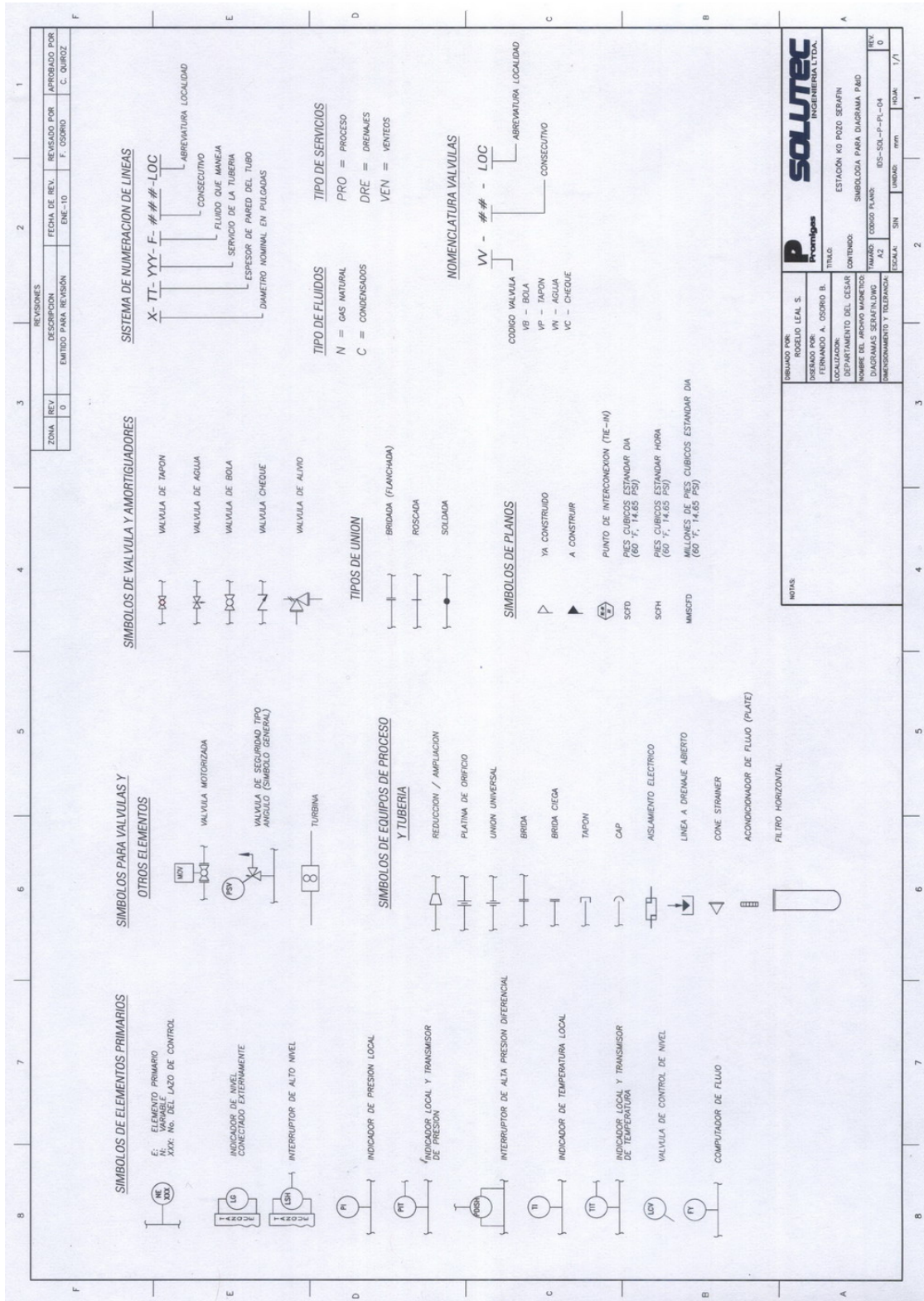
8. ANEXOS

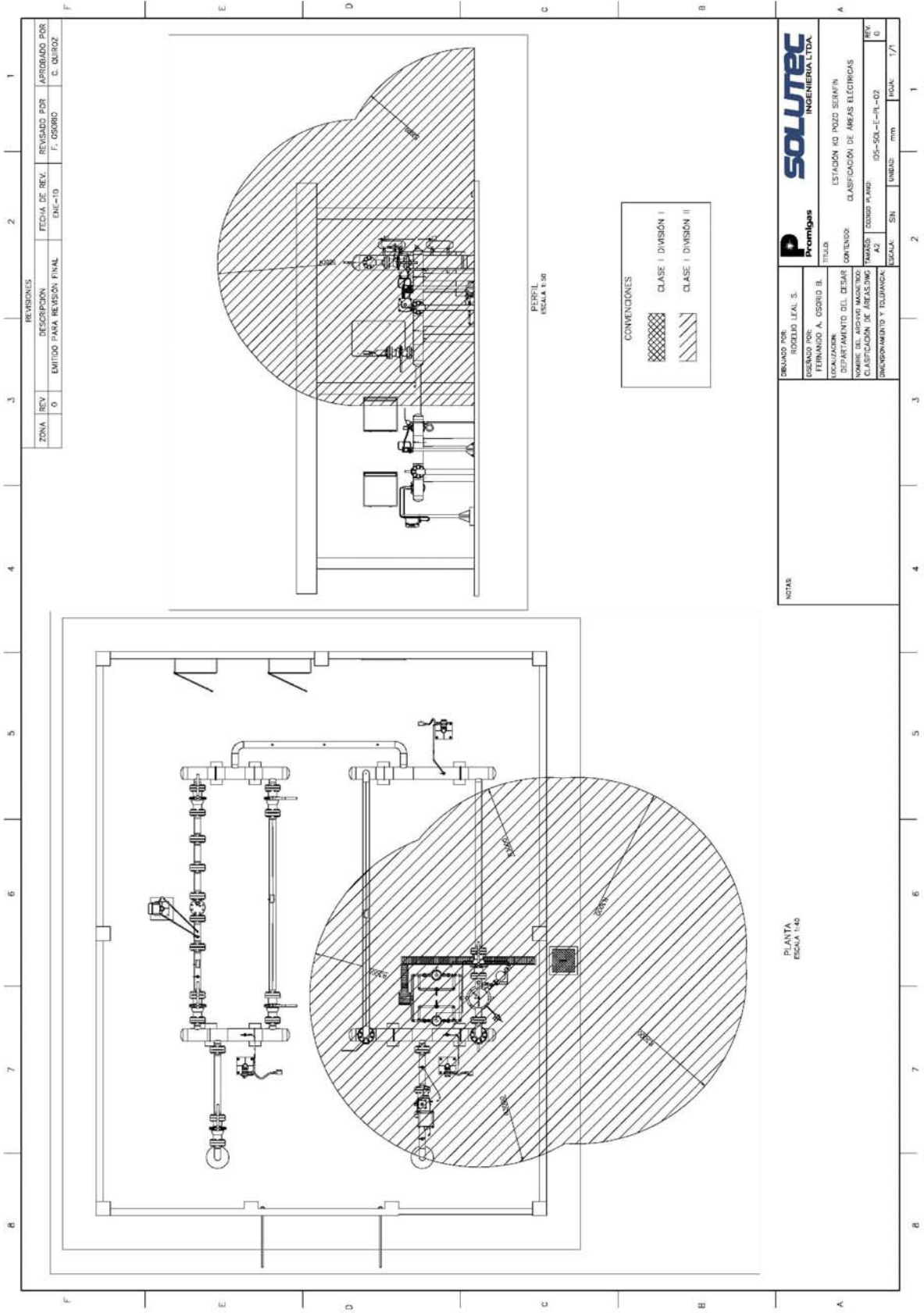




REVISIONES		FECHA DE REV.	REVISADO POR	APROBADO POR
ZONA	REV	DESCRIPCION	ENE-10	F. OSORIO
	0	EMITIDO PARA REVISION		C. QUIROZ

PROYECTOS SOLTEC INGENIERIA LTDA.	
DISEÑADO POR: ROQUE LEAL S. DISEÑADO POR: FERNANDO A. OSORIO B. LOCALIZACION: DEPARTAMENTO DEL CESAR NOMBRE DEL ARCHIVO MAQUETOS: DIAGRAMAS SERAFIN.PMG DIMENSIONAMIENTO Y TOLERANCIAS:	TITULO: ESTACION KO POZO SERAFIN CONTENIDO: DIAGRAMA P&ID TAMAÑO: A2 ESCALA: mm HOJA: 1/11

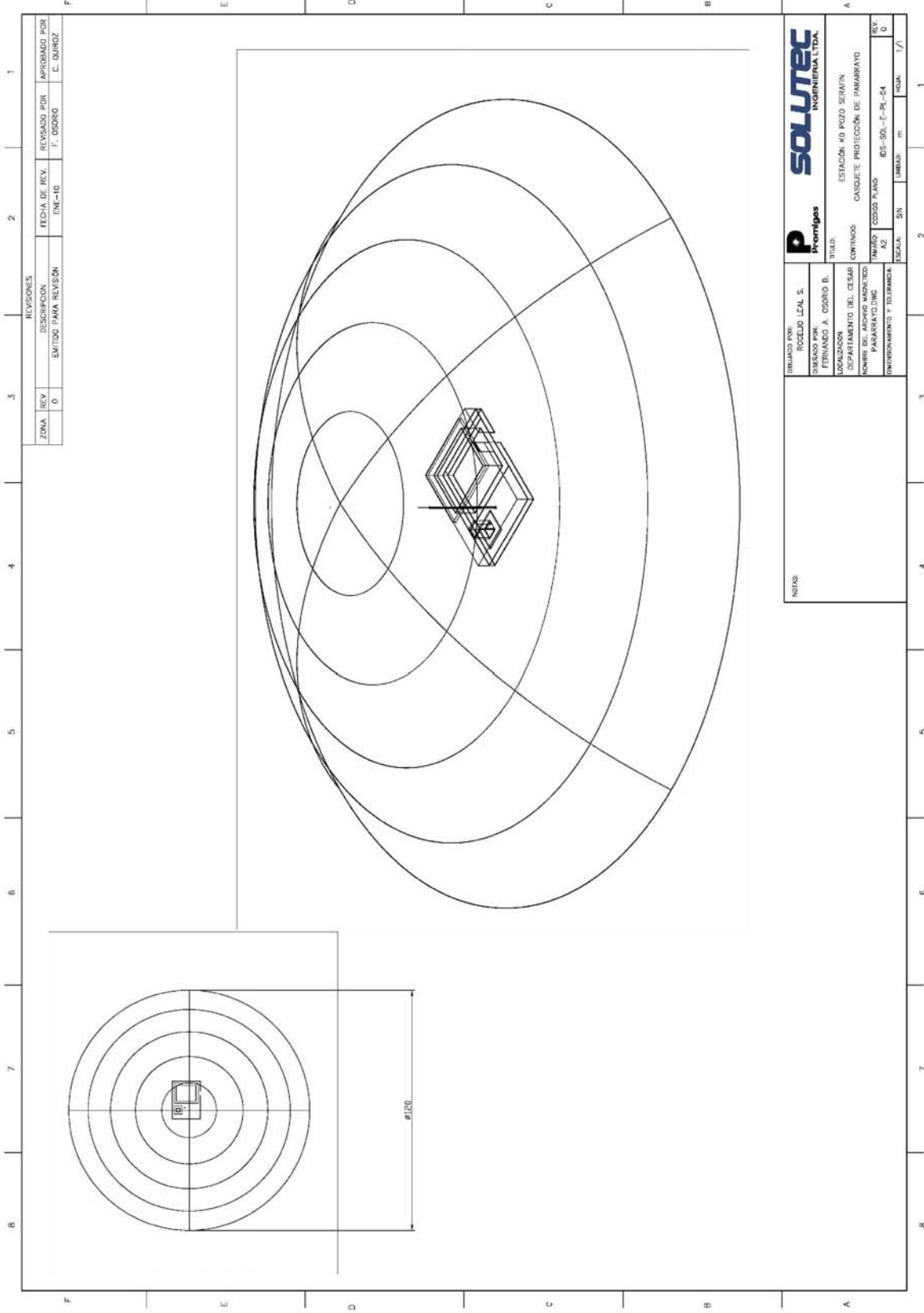




REVISIONES		FECHA DE REV.	REVISADO POR	APROBADO POR
ZONA	REV	DESCRIPCION	ENC-10	F. OSORIO
0		EMITIDO PARA REVISION FINAL		C. QUIROZ

NOTAS	P Promigas solutec INGENIERIA LTDA.
DISEÑO POR: ROGERIO LEAL S. DISEÑO POR: FERNANDO A. OSORIO B. LOCALIZACION: DEPARTAMENTO DEL DESAR. NOMBRE DEL ARCHIVO MAQUINADO: ESTACION RD NOZO SERAFIN CLASIFICACION DE AREAS: 020 DIMENSIONAMIENTO Y TOLERANCIAS: A2	TITULO: ESTACION RD NOZO SERAFIN CONTENIDO: CLASIFICACION DE AREAS ELECTRICAS TAMAÑO: COORDINADO ESCALA: SIN UNIDAD: mm HOJA: 1/1


PLANTA ESCALA 1:40	1 2 3 4 5 6 7 8
-----------------------	-----------------





REVISIONES		FECHA DE REV.	REVISADO POR	APROBADO POR
ZONA	REV	DESCRIPCION	FECHA DE REV. <td>REVISADO POR </td>	REVISADO POR
0	0	EMITIDO PARA REVISION	ENE-10	F. OSORIO
				C. QUIROZ

NOTAS		ELABORADO POR:	ROCELDO LEAL S.		
		DISEÑADO POR:	FERNANDO A. OSORIO B.	P Promigas	
		LOCALIZACION	ESTACION K0 PIZO SERA'N	TITULO:	
		DEPARTAMENTO DEL DISEÑO	DEPARTAMENTO DEL DISEÑO	CONTENIDO: CASQUETE PROTECCION DE PARABRAYO	
		NOMBRE DEL PROYECTO	PROYECTO DE PROTECCION DE PARABRAYO	NOMBRE DEL CLIENTE:	
		PARABRAYO S.A.S.	PARABRAYO S.A.S.	NOMBRE DEL PROYECTO:	
		IMPLEMENTACION Y TELEMETRIA	IMPLEMENTACION Y TELEMETRIA	NOMBRE DEL CLIENTE:	
		ESCALA:	SN	NOMBRE DEL CLIENTE:	
		UNIDAD:	M	NOMBRE DEL CLIENTE:	
		FECHA:	1/7	NOMBRE DEL CLIENTE:	

Anexo B. Hojas De Datos De Equipos

		FLOW COMPUTERS				SHEET 1 OF 1	
						SPEC. NO.	
		No.	BY	DATE	REVISION	IDS-SOL-I-DS-01-1/9	
						PROJECT	
						DATE 15/01/2010	
						INGENIERIA ESTACION DE ENTRADA SERAFIN	
						REQ. - P.O.	
						BY	CHK'D
						APPR.	
GENERAL	1	Tag Number		FY-01-SER			
	2	Service		Flow Computer			
	3	Compliance		API Chapter 21			
PROCESS CONDITION	4	Meter Type: Rotary, Gas Turbine, Positive Disp., USM				Gas Turbina	
	5	Line Pressure		1200 Psig			
	6	Process Temperature		95 °F			
	7	Fluid Process		Natural Gas			
	8	Natural gas composition range		Per AGA 8-1994			
PROCESSOR/MEMORY	10	Processor	Speed	32-bit ARM 9		33 Mhz	
	11	Memory RAM		1 MB SRAM battery backed			
	12	FLASH		8 MB on-board Flash			
	13						
COMM	14	Signals Ports		Three (3)			
	15	Connections		RS 232, RS-232, RS-485			
	16	Protocol		BSAP/ Modbus Slave			
ENVIROMENT	18	Intrinsically-Safe design				Class 1 Div 2, Group C/D	
	19	Operating Temperature range		-40 to 70 °C			
	20	Operating Humidity range		15-95% non-condensing			
	21	Transients susceptibility		C37.90-1978 and IEC 801-5			
POWER	22	Power Input Range		5.4 to 17.0 VDC			
	23	Alkaline Battery		12 VDC 7A/H			
	24	Solar Power System		12 VDC 5 W.			
	25	Solar Panel Cable Length		20 Ft			
SENSORS	26	Pressure range	Accuracy	0-2000 Psig	± 0.1 FS		
	27	RTD range	Accuracy	-17 to 66°C	± 0.1°C		
	28	RTD Type	Length	PT 100	2½ Insert		
	29	Diferential Pressure	Accuracy				
INPUT	30	Discrete Input	Range	12	Internally sourced		
	31	Discrete Output	Range	4	30 Vdc		
	32	Analog Input	Range	6	4-20 mA/1-5 Vdc		
		Analog Output	Range	2	4-20 mA/1-5 Vdc		
	33	High Speed Counter	Frecuency range	0	0 to 10K HZ		
SOFTWARE FUNCTIONS	34	AGA Calculations				AGA 3, AGA 7, AGA 8-94;	
	35	Program				CW Designer	
	36						
	37						
OPTIONS	38	Thermowell		2 ½ Insertion Length			
	39	Polyphaser		0			
	40	Radio Option		NO			
	41	Modem Option		Dial-line Modem			
	42	Application Program		WEB BSI			
	43	PC Cable		NO			
PULSE COUNTER	44	With Index Type		NO			
	45	Mounting Kit		NO			
	46	Meter Index Rate		NO			
	47	Digit Blanking		NO			
	48	Manufacturer				Bristol Babcock	
	49	Model Number				CWM-GF C-T4-028-121-116-111-31-001	
	50						
NOTES:							

	PRESSURE RELIEF VALVES				SHEET 1 OF 1
	NO	BY	DATE	REVISION	SPEC. NO. IDS-SOL-I-DS-01-5/9
	1	Solutec	19/11/2009	B	REV. 0
	1	Solutec	15/01/2010	0	DATE 15/01/2010
					PROJECT INGENIERIA SERAFIN
					BY Solutec CHK'D Promigas APPR. Centragas
GENERAL	1	Tag Number	PSV-01-SER		
	2	Service	OVERPRESSURE PROTECCION		
	3	Line Number / Vessel Number	F/S-01-SER		
	4	Full Nozzle/Semi Nozzle			
	5	Safety or Relief	Relief		
	6	Conv., Bellows, Pilot Op.	Conventional		
	7	Bonnet Type			
CONN.	8	Size: Inlet	Size: Outlet	1"	*
	9	Flange Rating or Screwed	600 X 150		
	10	Type of Facing	RF-RF		
MATERIALS	11	Body and Bonnet	WCB Carbon steel		
	12	Seat and Disc	316 SS		
	13	Resilient Seat Seal			
	14	Guide and Rings			
	15	Spring	Chrome Alloy		
	16	Bellows			
OPTIONS	18	Cap: Screwed or Bolted			
	19	Lever: Plain or Packed			
	20	Test Gage			
	21				
	22				
	23				
BASIS	24	Code	Code Section VIII, capacity certified by National Board		
	25	Fire			
	26				
	27				
FLUID DATA	28	Fluid and State	Natural Gas		
	29	Required Capacity	*		
	30	Mol. Wt.	Oper. Sp. Gr.	0.57	
	31	Oper. Press.	Set. Press.	1200 psig	1320 psig
	32	Oper. Temp.	Rel. Temp.	100 F	113 F
	33	Back Pressure: Constant			
	34	Back Pressure: Variable			
	35	Back Pressure: Total			
	36	% Allowable Overpressure	10		
	37	Overpressure Factor			
	38	Compressibility Factor			
	39	Latent Heat of Vaporization			
	40	Ratio of Specific Heats			
	41	Operating Viscosity			
42	Barometric Pressure				
	45	Calc. Area sq. in.			
	46	Selected Area			
	47	Office Designation	*		
	48	Manufacturer			
	49	Model No.			
NOTES:	(*) Data supplied by Vendor				

	INGENIERÍA SERAFIN				Documento N°:			
	DATA SHEET				IDS-SOL-I-DS-01-6			
	FLT - NATURAL GAS FILTER/SEPARATOR				Elaboró:			
					SOLUTEC			
				Rev. 0				
				Fecha: 14/01/2010				
				Sheet 1 of 2				
TAG No:	F/S-01-SER		Model					
Service:	NATURAL GAS		Tipo	Vertical	<input checked="" type="checkbox"/>			
			Requis. N°	1				
Qty: 1	F/S-01-SER		Model N°:					
Design Conditions			Material of Construction					
Pressure (psig)	1480		Shell	ASTM A-516 Gr.70				
Temperature (°F)	150		Heads	ASTM A-516 Gr.70				
Corrosion Allow. Inch	1/16"		Flanges	ASTM A-105				
Code	ASME VIII DIV. 1 and mfr. Std		Pipe	SA-106 Gr.B				
Nace MR-01-75			Couplings					
			Weld Fittings	SA-234-WPB				
Operating Conditions			Vane					
Pres. Op. (psig)	900 to 1200		Vane Boxing					
Temp. Op (°F)	60 to 100		Risser Assy.					
Type Gas	NATURAL		Tubesheet					
Gas Flow Rate (MMSCFD)	15		Bolts/Nuts		ASTM A -193B7/ASTM A-194-2H			
Gas S.G. (60 °F and 14.73 psia)	0.57		Gasket		*			
Gas Viscosity (cp)			Attachments					
			Schedule of Openings					
Vessel Dimensions			Service	Qty.	Size	Rating	Facing	
Shell diameter (in)	*		Inlet	1	4"	ANSI 600	RF	
Shell Lgth (Sm-Sm) (in)	*		Outlet	1	4"	ANSI 600	RF	
Sump Diameter (in)	*		Vent	1	1/2"	3000#	NPT Cplg	
Weight empty (lbs)	*		PDI	2	1/2"	3000#	NPT Cplg	
Sump Lgth (Sm-Sm) (in)	*		Drain/Cleanout	2	1"	3000#	NPT Cplg	
Testing			Liquid out (LCV)	2	1"	3000#	NPT Cplg	
Hydrotest	ASME Sec. VIII Art. T-3		LG	4	3/4"	3000#	NPT Cplg	
Radiograph	YES, 100%		LLC	4	1 1/2"	3000#	NPT Cplg	
Ultrasonic			Supply Gas					
Magnetic Particles			TI	1	3/4"	3000#	NPT Cplg	
Dye Penetrant	Yes		PSV	1	*			
PWHT			LSH	*	*	3000#	NPT Cplg	
Hardness			PI	1	1/2"	3000#	NPT Cplg	
Charpy Impact								
				Sheet	2	of	2	
Performance								
Qty. Filter Elements	*							
Delta P. Flg.-Flg.	Clean	*						
	Dirty	*						
Turn Down								
Efficiency	**							
			Painting Specifications					
Closure			Internal		Brush Clean			
Type					Light Oil			
Size			External		Sandblasting			
Gasket Type					Primer		Epoxy-zinc	
Gasket Material					Intermediate			
					Finish			
Calculations			Externals		Internals			
			Supports					
			Lifting Lugs					
			Insulations Rings					
			Anchor Bolts					
			Earthing Lugs					

Notes:


* To be completed by vendor

** 100% Removal 3 microns solid particles and larger and 99% removal 1/2 to 3 microns solid particles. 100% removal 8 microns liquid particles and larger and 99.5% removal 1/2 to 8 microns liquid particles.

99.998% ABSOLUTE EFFICIENCY REMOVAL


With ASME STAMP


Supply must include block ball valves for all LC, block plug valves for DRAIN & LCV, manifold for indicators and transmitters and all Hook-ups.

	BLOCK VALVE AND ACTUATORS				SHEET NO. 1 OF 1	
	NO	BY	DATE	REVISION	SPEC. IDS-SOL-I-DS-01-8	
	1	SOLUTEC	14/01/2010	0	REV. 0	
					REQ. P.O. _____ DATE 19/11/2009	
				PROJECT		
				INGENIERIA ESTACION DE ENTREGA SERAFIN		
				BY SOLUTEC CHEK'D PROMIGAS APPR. CENTRAGAS		

GENERAL				MATERIALS, ACTUATOR			
1 Item number: ACTUADOR DOBLE ACCION				51 Yoke _____ Stem _____			
2 Tag number: MOV-01-SER				52 Casing _____ Spring _____			
3 Vessel, Line, or Equipment No.: VB-01-SER				53 Protective coating: Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Type: _____			
4 Number required: 1				54 Painting specifications: _____ MFR Standard			
5 Service description: Shutdown Valve				55 Others: Tubing shall be SS-316 with Swagelok Fittings			
6 Area: PK450 CENTRAGAS BALLENA - BARANCABERMEJA				HYDRAULIC / PNEUMATIC ACTUATOR NA <input type="checkbox"/>			
7 P&ID No.: IDS-SOL-P-PL-03				56 Supply medium: Plant Instrument Gas Volume per stroke: _____			
SERVICE CONDITIONS				57 Supply pressure min./normal/max.: 80 / 100 / 110 PSIG			
8 Fluid and state: _____ Natural Gas				58 Control signal: Pneumatic <input checked="" type="checkbox"/> Electric <input type="checkbox"/> Other <input type="checkbox"/>			
9 Different cases				59 _____ 24 Volts AC <input checked="" type="checkbox"/> DC <input type="checkbox"/>			
10 Oper. Temper. Units, °F: _____				60 Diaphragm/Piston size: _____			
11 Oper. Press. Units, psig: _____				61 Material diaphragm/piston: _____			
12 Max. shut-off diff. press. & units, psig: 1200				62 Connections: Supply _____ Return: _____			
13 Operating flow QTY. & units, MMSCFD: 15				63 Others: _____			
14 Molecular weight: _____ Spec. grav. <input checked="" type="checkbox"/> Density <input checked="" type="checkbox"/> 0.5680				ELECTRICAL ACTUATOR NA <input checked="" type="checkbox"/>			
15 Viscosity @ flowing temperature & units: _____ 0.01924 cp @ 100°F				64 Power Supply: Voltage _____ Phases _____ Frequency _____			
16 Pipe size & material: 4 in _____ Sched. <input checked="" type="checkbox"/> Thickn. <input checked="" type="checkbox"/> 40				65 Consumption: _____ RPM _____ Power _____			
17 Installation: Buried <input type="checkbox"/> Above <input checked="" type="checkbox"/> Other: _____				66 Cable connection: Signal _____ Power _____			
18 Run of pipe: Horizontal <input checked="" type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/> Other: _____				67 Control Signal: Volts AC <input checked="" type="checkbox"/> DC <input type="checkbox"/> Other: _____			
VALVE				68 Communications standard: _____			
19 New <input checked="" type="checkbox"/> Existing <input type="checkbox"/> Type: BALL VALVE				69 Endos. protection: _____ Area classification: _____			
20 Manufacturer & model No.: ACCORDING VENDOR LIST				70 Other: _____			
21 Body & Port size: 4"x 4" _____ Press. rating: ANSI 600 (1480 psig@100°F)				LIMIT SWITCHES NA <input type="checkbox"/>			
22 Process conn. size / type: _____ 4" FLANGE RF				71 No. of switches: 1 Actuation points: open / closed position			
23 Packing: _____ Seat leakage class: _____				72 Tag numbers: _____ Type: _____			
24 Running torque & units: _____				73 Manufacturer & Model No.: Asco			
25 Breaking torque & units: _____				74 Working voltage range: 24 VDC Contact configuration: DPDT			
26 Fire Safe: Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Approval: API 6FA, API 607, API 598				75 Contact rating: _____ Contact material: _____			
27 Valve characteristic: _____				76 Electrical conn. size: 3/4" Type: FNPT			
28 Other: _____				77 Endos. protection: _____ Area classification: CLASS 1, DIV 2, Gr. D			
MATERIALS, VALVE & TRIM				78 Material housing: _____ Protective coating: YES			
29 Body/Bonnet: ASTM A216 GR WCB				SOLENOID VALVE <input checked="" type="checkbox"/> PRESSURE SWITCH <input type="checkbox"/> PILOT VALVE <input type="checkbox"/> NA <input type="checkbox"/>			
30 Trim (moving part): _____				79 Tag Number: _____ Type: 3-Way, low powered, 24 VDC			
31 Stem _____ Packing/seal: _____				80 Manufacturer & Model No.: VERSA			
32 Plug or Ball: _____ Stelited: Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				81 Voltage: 24 AC <input type="checkbox"/> DC <input checked="" type="checkbox"/> Signal pressure set at: 80 Psig			
33 Seat / Seat Spring: _____ Stelited: Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				82 Size Body/Parts: _____ Material body: SS-316			
34 Seals: _____				83 Electrical conn. size: 3/4" Type: _____			
35 _____				84 Endos. protection: NEMA 7 & 4X Area classification: CLASS 1, DIV 2, Gr. D			
ACTUATOR (GENERAL)				85 Material housing: _____ Protective coating: _____			
36 Type: Electrical <input checked="" type="checkbox"/> Pneumatic <input checked="" type="checkbox"/> Hydraulic <input type="checkbox"/>				86 Provide one 3-way, SS sol valves with NEMA 4X+7 coil housing & class H insulation			
37 Spring return <input checked="" type="checkbox"/> Double acting <input checked="" type="checkbox"/> NA <input type="checkbox"/>				MISCELLANEOUS			
38 Other: _____				87 Accumulator unit: Yes <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>			
39 Manufacturer & Model No.: _____				88 Position indicator: Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			
40 Orientation: _____ Dimension: _____				89 Position transmt.: Yes <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>			
41 Connections: Actuator / Body: _____				90 Handwheel: Yes <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Note 3			
42 Actuator / Valve Stem: _____				91 Speed regulator: Yes <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>			
43 Torque @ min/max supply: _____				92 Filter: Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			
44 Thrust @ min/max supply: _____				93 Regulator: Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			
45 Valve opening time: _____ Valve closing time: _____				94 Stroke test device: Yes <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>			
46 Failure on: Loss of control signal _____ Closes Valve _____				95 Fire certification, Valve/Actuator: YES			
47 Loss of pneumatic <input type="checkbox"/> Hydraulic <input type="checkbox"/> signal _____				96 Custom tag type: SS permanent attached to actuator, solenoid box			
48 Frequency of operation: _____ Fire Safe: Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				97 Compliance standard: _____			
49 Actuator mounted by: Manufacturer				98 Other: _____			
50 Others: _____							

NOTES: 1. Seller shall supply material and hydrotest certificates.
2. The Solenoid Valve must be equipped with operation manual mechanism.
3. The item remark with (*) must be filled by manufacturer.

	BLOCK VALVE AND ACTUATORS				SHEET NO. 1 OF 1		
					SPEC. IDS-SOL-1-DS-01-8/9		
	NO		BY	DATE	REVISION	REV. 0	
	1		SOLUTEC	19/11/2009	B	REQ. P.O.	
	1		SOLUTEC	15/01/2010	0	DATE 15/01/2010	
				PROJECT			
				INGENIERIA ESTACION DE ENTREGA SERAFIN			
		BY	CHEK'D	APPR.			
		SOLUTEC	PROMIGAS	CENTRAGAS			
GENERAL				MATERIALS, ACTUATOR			
1 Item number: ACTUADOR DOBLE ACCION				51 Yoke * Stem *			
2 Tag number: MOV-01-SER				52 Casing * Spring *			
3 Vessel, Line, or Equipment No.: VB-01-SER				53 Protective coating: Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Type: MFR Standard			
4 Number required: 1				54 Painting specifications: MFR Standard			
5 Service description: Shutdown Valve				55 Others: Tubing shall be SS-316 with Swagelok Fittings			
6 Area: PK450 CENTRAGAS BALLENA - BARANCABERMEJA				HYDRAULIC / PNEUMATIC ACTUATOR NA <input type="checkbox"/>			
7 P&ID No.: IDS-SOL-P-PL-03				56 Supply medium: Plant Instrument Gas Volume per stroke:			
SERVICE CONDITIONS				57 Supply pressure min./normal/max.: 80 / 100 / 110 PSIG			
8 Fluid and state: Natural Gas				58 Control signal: Pneumatic <input checked="" type="checkbox"/>			
9 Different cases: CASE 1 CASE 2 CASE 3				59 Electric <input checked="" type="checkbox"/> 24 Volts AC <input checked="" type="checkbox"/> DC <input checked="" type="checkbox"/>			
10 Oper. Temper. Units, °F: ≤100				60 Diaphragm/Piston size: *			
11 Oper. Press. Units, psig: ≤1200				61 Material diaphragm/piston: *			
12 Max. shut-off diff. press. & units, psig: 1200				62 Connections: Supply * Return:			
13 Operating flow QTY. & units, MMSCFD: 15				63 Others:			
14 Molecular weight: Spec. grav. <input checked="" type="checkbox"/> Density <input checked="" type="checkbox"/> 0.5680				ELECTRICAL ACTUATOR NA <input checked="" type="checkbox"/>			
15 Viscosity @ flowing temperature & units: 0.01924 cp @ 100°F				64 Power Supply: Voltage Phases Frequency			
16 Pipe size & material: 4 in Sched. <input checked="" type="checkbox"/> Thickn. <input checked="" type="checkbox"/> 40				65 Consumption: RPM			
17 Installation: Buried <input type="checkbox"/> Above <input checked="" type="checkbox"/> Other:				66 Cable connection: Signal Power			
18 Run of pipe: Horizontal <input checked="" type="checkbox"/> Vertical <input checked="" type="checkbox"/> Other:				67 Control Signal: Volts AC <input checked="" type="checkbox"/> DC <input checked="" type="checkbox"/> Other:			
VALVE				68 Communications standard:			
19 New <input checked="" type="checkbox"/> Existing <input checked="" type="checkbox"/> Type: BALL VALVE				69 Endos. protection: Area classification:			
20 Manufacturer & model No.: ACCORDING VENDOR LIST				70 Other:			
21 Body & Port size: 4" x 4" Press. rating: ANSI 600 (1480 psig @ 100°F)				LIMIT SWITCHES NA <input type="checkbox"/>			
22 Process conn. size / type: 4" FLANGE RF				71 No. of switches: 1 Actuation points: open / closed position			
23 Packing: Seat leakage class:				72 Tag numbers: Type:			
24 Running torque & units:				73 Manufacturer & Model No.: Asco			
25 Breaking torque & units:				74 Working voltage range: 24 VDC Contact configuration: DPDT			
26 Fire Safe: Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Approval: API 6FA, API 607, API 598				75 Contact rating: Contact material:			
27 Valve characteristic:				76 Electrical conn. size: 3/4" Type: FNPT			
28 Other:				77 Endos. protection: Area classification: LASS 1, DIV 2, Gr. D			
MATERIALS, VALVE & TRIM				78 Material housing: Protective coating: YES			
29 Body/Bonnet: ASTM A216 GR WCB				SOLENOID VALVE <input checked="" type="checkbox"/> PRESSURE SWITCH <input checked="" type="checkbox"/> PILOT VALVE NA <input checked="" type="checkbox"/>			
30 Trim (moving part):				79 Tag Number: Type: 3-Way, low powered, 24 VDC			
31 Stem Packing/seal:				80 Manufacturer & Model No.: VERSA			
32 Plug or Ball: Stelitted: Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>				81 Voltage: 24 AC <input checked="" type="checkbox"/> DC <input checked="" type="checkbox"/> Signal pressure set at: 80 Psig			
33 Seat / Seat Spring: Stelitted: Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>				82 Size Body/Parts: Material body: SS-316			
34 Seals:				83 Electrical conn. size: 3/4" Type: *			
35				84 Endos. protection: NEMA 7 & 4X Area classification: LASS 1, DIV 2, Gr. D			
ACTUATOR (GENERAL)				85 Material housing: Protective coating:			
36 Type: Electrical <input checked="" type="checkbox"/> Pneumatic <input checked="" type="checkbox"/> Hydraulic <input checked="" type="checkbox"/>				86 Provide one 3-way, SS sol valves with NEMA 4X+7 coil housing & class H insulation			
37 Spring return <input checked="" type="checkbox"/> Double acting <input checked="" type="checkbox"/> NA <input checked="" type="checkbox"/>				MISCELLANEOUS			
38 Other:				87 Accumulator unit: Yes <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>			
39 Manufacturer & Model No.:				88 Position indicator: Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			
40 Orientation: Dimension: *				89 Position transmit.: Yes <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>			
41 Connections: Actuator / Body: *				90 Handwheel: Yes <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Note 3			
42 Actuator / Valve Stem: *				91 Speed regulator: Yes <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>			
43 Torque @ min/max supply: *				92 Filter: Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			
44 Thrust @ min/max supply: *				93 Regulator: Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			
45 Valve opening time: * Valve closing time: *				94 Stroke test device: Yes <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>			
46 Failure on: Loss of control signal Closes Valve				95 Fire certification, Valve/Actuator: YES			
47 Loss of pneumatic <input type="checkbox"/> Hydraulic <input type="checkbox"/> signal				96 Custom tag type: SS permanent attached to actuator, solenoid box			
48 Frequency of operation: Fire Safe: Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>				97 Compliance standard:			
49 Actuator mounted by: Manufacturer				98 Other:			
50 Others:							
NOTES: 1. Seller shall supply material and hydrotest certificates. 2. The Solenoid Valve must be equiped with operation manual mechanism. 3. The item remark with (*) must be filled by manufacturer							

		FLOW METER				SHEET 1 OF 1	
		No.	BY	DATE	REV	SPEC. NO.	REV.
		1	SOLUTEC	19/11/2009	B	IDS-SOL-I-DS-01-12	0
						PROJECT	DATE
						INGENIERIA SERAFIN	
						REQ. - P.O.	
		BY		CHK'D		APPR.	
		F.Osorio		F.Camargo		C.Quiroz	
GENERAL	1	Tag Number				FET-01-SER	
	2	Service				Flow Meter	
	3	Compliance				AGA 8	
PROCESS CONDITION	4	Line Pressure				900 To 1200 Psig	
	5	Process Temperature				60 To 100 °F	
	6	Fluid Process				Natural Gas	
	7	Natural gas composition range				Per AGA 8-1992	
	8	Flow rate				15 MMSCFD	
METER TUBE	9	Pipeline diameter				4"	
	10	Size				*	
	11	Outer End Flange				*	
	12	Straighthing Vane				*	
METER ESPECIFICATIONS	13	Number of Section				*	
	14	Type				Turbine	
	15	Size				4"	
	16	Flange				RF	
	17	Ansi Class				600	
	18	Number of path				*	
	19	Body Material				*	
	20	Digital Electroic Module	Port		*		
	21		Pprotocol		*		
	22		Enclousure		*		
	23		Type of Transducer		*		
	24		Accuracy		*		
	25		Repeatibility		*		
	26		Velocity Range		*		
27	Velocity Sample Interval		*				
28	Zero Flow Reading		*				
29	Ambient Temp Range Electronic		*				
30	Power Supply		*				
MATERIAL OF CONSTRUCCION	31	Pipe				ASTM A106 5LX60	
	32	Flanges				ASTM A105	
	33	Thredolets				ASTM A105	
	34	Flow Conditioner				304 SS	
	35	Stud				ASTM A 193 B7QT	
	36	Nuts				ASTM A194 GRADE 2H	
	37	Gaskets				KLINGER-SIL 4430 (Non As)	
OPTIONS	38	Aplications Software				YES	
	39	Certified				YES	
	40	Calibration Certified				YES	
	41	Mfr And Model No.				*	
NOTES:	(*) To be filled by Supplier						

Anexo C. Hoja De Datos De Entrada

	DATOS DE ENTRADA	DOCUMENTO SOLUTECH N°
		IDS-SOL-P-SP-01
		REV. 0
		FECHA: 18-11-09

Datos Generales	
Nombre del Cliente	Promigas
Proyecto	INGENIERIA CONCEPTUAL Y BÁSICA ESTACIÓN DE ENTREGA SERAFÍN
Fecha	12 de Enero de 2010
Dirección	Calle 66 # 67-123
Contacto	Miguel Padilla M artes/ Manual Angulo

Descripción del Proyecto	
Ingeniería conceptual y básica de Estación Pozo Serafín y conexión Hot-Tap en el PK450 del Gasoducto Centragas Ballena-Barrancabermeja.	

Tipo de Diseño a realizar	Tipo de Ingeniería a realizar	
Civil <input checked="" type="checkbox"/>	Visualización <input type="checkbox"/>	VERDADERO
Eléctrico <input checked="" type="checkbox"/>	Conceptualización <input checked="" type="checkbox"/>	
Mecánico <input checked="" type="checkbox"/>	Básica <input checked="" type="checkbox"/>	
Instrumentación <input checked="" type="checkbox"/>	Factibilidad <input type="checkbox"/>	
Telecomunicaciones <input type="checkbox"/>	Detalle <input type="checkbox"/>	
Sistemas de compresión <input type="checkbox"/>	Presupuesto <input type="checkbox"/>	
Gasoductos <input type="checkbox"/>		
Otros <input type="checkbox"/>		

Condiciones de Operación del Cliente						
Variable	Actual			A futuro (Especificar año _____)		
Presión Máxima	1200	psi	82,68	bar		psi
Presión Mínima	900	psi	62,01	bar		psi
Presión Promedio	1000	psi	68,9	bar		psi
Caudal Pico Horario	625000	scfh	17687,5	m ³ /h		scfh
Caudal Mínimo Horario	700000	scfh	19810	m ³ /h		scfh
Caudal Promedio Diario	416667	scfd	11791,6761	m ³ /d		scfd
Temperatura Promedio del Gas	68,5	*F	20,3	*C		*F
Temperatura Promedio Ambiente	85	*F	29,4	*C		*F
Otros						

Condiciones del Sitio (Ubicación de la Estación)						
Elevación del resto del área: _____ m						
Accesos:	A pie <input type="checkbox"/>	Vehículo <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>	No aplica _____		
Disponibilidad de electricidad:	Si <input type="checkbox"/>	Voltaje _____	No <input type="checkbox"/>	No aplica _____		
Otras Condiciones especiales como cercanía de líneas de servicio (acueducto, telefonía, alcantarillado, electricidad, señal de telefonía móvil, etc): _____						
Indique qué tipo de limitaciones hay para el acceso al derecho de vía o la zona de construcción: _____						

Uso del Gas				
Industria en General	x	Proceso	Generación	Doméstico

Tipo de Consumo				
24 hr/día	x	12 hr/día	6 hr/día	otro

Ubicación del Punto de Conexión (indicar abscisado y línea)	Presión en el punto de conexión (psi)				Presión requerida en la llegada (psi)	
	Máxima	1200	Mínima	900	Máxima	Mínima
	Ubicación del punto de conexión				Diámetro de derivación	
	Gasoducto Ballena Barrancabermeja - PK 450				4	(in) 101,6

Longitud Estimada de la Línea: 3000 m

Altura de la Línea (m.s.n.m.) Máxima _____ Mínima _____

Class Location del gasoducto I (km) _____ II (km) _____ III (km) _____ IV (km) _____

Requiere: Separación Filtración Drenaje Automático Odorización
 Regulación Medición Trampa de raspadores No aplica

Requiere Sistemas Redundantes: Filtración Separación Regulación
 Medición Seguridad No Aplica

Revestimiento de la Tubería: Alquitrán de Hula FBE TL (Tri-layer) Otro _____

Cientes Favorecidos con esta Línea: _____

Resistencia del Material de la Tubería: _____ psi _____ kg/cm²
 Diámetro de la Tubería: _____ in _____ mm
 Factor de Corrosión: _____

Requisitos legales y reglamentarios aplicables _____



DATOS DE ENTRADA

DOCUMENTO SOLUTEC N°

IDS-SOL-P-SP-01

REV. 0

FECHA: 18-11-09

Sistema de compresión			
Presión de succión máxima		psi	bar
Presión de succión mínima		psi	bar
Presión de succión promedio		psi	bar
Presión de descarga máxima		psi	bar
Presión de descarga mínima		psi	bar
Presión de descarga promedio		psi	bar
Gravedad específica del gas (Si se dispone se debe adjuntar el análisis cromatográfico del gas)			

Información de HSE

Indique si se requieren los siguientes aspectos:

Facilidades para la operación y mantenimiento tales como accesos, escaleras, andamios, ayuda mecánica, disponibilidad de áreas para labores de rutina, etc	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	NA <input type="checkbox"/>
Facilidades para el control y atención de emergencias	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NA <input type="checkbox"/>
Facilidades para manejo de residuos (recolección, almacenamiento y conducción)	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NA <input type="checkbox"/>
Protecciones especiales contra daños por terceros	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NA <input type="checkbox"/>
Otro tipo de protecciones / controles ¿Cuáles?	_____		

Indique

Tipo y distancia de posibles fuentes ignición (a menos de 100 m)
 Tipo y distancia de cuerpos de agua cercanos (a menos de 100 m)
 Nivel de ruido máximo permitido para la instalación dB(A)
 Existencia de zonas de restricción ambiental y clasificación del uso del suelo (POT) para el área destinada a la estación y al trazado estimado del gasoducto:

Información de Integridad

Indique

Distancia de zonas de HCAs (a menos de 200 m)
 Distancia de instalaciones que manejan sustancias peligrosas como tóxicos, inflamables, explosivos (a menos de 15 metros)
 Máximo contenido tolerable de CO₂ en el gas de entrega al cliente:
 Máximo contenido tolerable de H₂S en el gas de entrega al cliente:
 Máximo contenido de humedad del gas de entrega al cliente (Lbs/MMSCFD):

Cruces especiales tales como vías, ríos, canales. Especificar tipo.
 Existencia de otras estructuras con sistemas con protección catódica propio a menos de 10 km
 Existencia de zonas susceptibles a deslizamientos, actividad sísmica, erosión, inundaciones y descargas de rayos
 Existencia de explotación de minerales a menos de 200 m

SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	No aplica <input type="checkbox"/>	_____
SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	No aplica <input type="checkbox"/>	_____
SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	No aplica <input type="checkbox"/>	_____
SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	No aplica <input type="checkbox"/>	_____

Rango de Resistividad específica del suelo
 Rango de pH del suelo
 Indique las características del suelo

Máx (Ohm-cm)	_____	Min (Ohm-cm)	_____
Máx	_____	Min	_____
% Arena	_____	% Roca	_____
% Arcilla	_____	% Otro	_____
% Seco	_____	% Húmedo	_____
		% Otro	_____
Topografía	% Plano	% Quebrado	_____
		% Otro	_____

OBSERVACIONES

NOTA:

1 Las condiciones de consumo a futuro hacen referencia a los valores que pueden darse ante el evento de posibles ampliaciones, reducciones o modificaciones de la planta.

2 En los campos del formato debe diligenciarse lo que aplique, según el tipo de proyecto. En caso de que la información no aplique, indicarlo en la casilla.

ELABORADO POR: F. CAMARGO _____

FECHA: _____ 10/01/2010

VERIFICADO POR: F. OSORIO _____

FECHA: _____ 10/01/2010

Anexo D. Acta De Constitución Del Proyecto



02 de octubre de 2009



SOLUTEC
INGENIERIA LTDA.

INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA ESTACIÓN DE ENTREGA
SERAFÍN

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO | Solutec Ingeniería Ltda.

 	INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA ESTACIÓN DE ENTREGA SERAFÍN	DOCUMENTO CÓDIGO: IDS-SOL-G-DG-01
	PROJECT CHARTER	

HOJA DE CONTROL DE DOCUMENTO

TÍTULO:		
Acta de constitución del proyecto		
CÓDIGO	FECHA	REVISIÓN
SOL-FPCH-03	6 de Octubre de 2009	1
SOL-FPCH-03	24 de noviembre 2009	B

REALIZADO POR	FECHA	FIRMA
Angélica Gómez	5/10/2009	A.G
REVISADO POR	FECHA	FIRMA
César Quiroz	5/10/2009	C.Q.
APROBADO POR	FECHA	FIRMA
Álvaro León	5/10/2009	A.L





 	INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA ESTACIÓN DE ENTREGA SERAFÍN	DOCUMENTO CÓDIGO: IDS-SOL-G-DG-01
	PROJECT CHARTER	

TABLA DE CONTENIDO

1	INFORMACIÓN GENERAL	4
2	INTERESADOS DEL PROYECTO	4
3	RESUMEN EJECUTIVO	5
4	ANTECEDENTES	5
5	OBJETIVOS DEL PROYECTO	5
5.1	OBJETIVO GENERAL	5
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
6	ALCANCE DEL PROYECTO	6
6.1	ESTACIÓN DE RECIBO Y MEDICIÓN.	6
6.2	PUNTO DE CONEXIÓN.	7
7	ENTREGABLES DEL PROYECTO DE INGENIERIA CONCEPTUAL Y BASICA	7
8	PREMISAS DEL PROYECTO	7
9	RESTRICCIONES	9
10	REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO/ENTREGABLES	9
11	HITOS Y ENTREGABLES DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS	10
12	RECURSOS	12
12.1	PERSONAL	12
12.2	EQUIPAMIENTOS Y SOFTWARE	12
13	RIESGOS	13
14	ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO	14
14.1	RESPONSABILIDADES	14
15	ACUERDOS	15
16	APROBACIÓN DEL ACTA	15



 	INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA ESTACIÓN DE ENTREGA SERAFÍN	DOCUMENTO CÓDIGO: IDS-SOL-G-DG-01
	PROJECT CHARTER	

1 INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del proyecto	<i>Ingeniería Conceptual y Básica Estación de Entrega Serafín Centragas</i>	ID del proyecto	SOL-IDEES-01
Sponsor	Representante del sponsor		
Solutec Ingeniería Ltda	Álvaro León		

2 INTERESADOS DEL PROYECTO

Cargo	Organización	Responsable	Teléfono	E-mail
Representante del Sponsor	Solutec Ingeniería Ltda	Álvaro León	(5)3689621	aleon@solutecingenieria.com
Project Manager	Solutec Ingeniería Ltda	César Quiroz	3204906866	cquiroz@solutecingenieria.com
Cientes / Usuarios	Promigas S.A	Miguel Padilla Martes Manuel Angulo	(5)3713403 (5)3713403	mpadilla@promigas.com mangulo@promigas.com

 	INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA ESTACIÓN DE ENTREGA SERAFÍN	DOCUMENTO CÓDIGO: IDS-SOL-G-DG-01
	PROJECT CHARTER	

3 RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto consiste en diseñar la ingeniería conceptual y básica de la estación de recibo y un punto de entrada en caliente (Hot Tap) del Pozo Serafín-I al gasoducto Ballena-Barrancabermeja, la estación comprende las etapas de Filtración, medición de la calidad del gas y medición de flujo.



4 ANTECEDENTES

La compañía Petróleos del Norte S.A. desea ingresar gas proveniente del pozo Serafín-I al gasoducto Ballena-Barrancabermeja, este gas será transportado por TGI y entrará al gasoducto Ballena-Barrancabermeja operado por CENTRAGAS bajo el contrato DIJ-(P)-515; PROMIGAS fue comisionada como consultor para la ingeniería del punto de conexión y de la estación de recibo. Solutec Ingeniería Ltda. fue seleccionada y contratada para desarrollar la ingeniería de dicha estación bajo la supervisión, revisión y control de PROMIGAS.

5 OBJETIVOS DEL PROYECTO

5.1 Objetivo General

Entregar un producto confiable a Promigas S.A que contenga la ingeniería conceptual y básica para un punto de conexión, estación de recibo y un puerto de comunicaciones para el sistema SCADA.

 	INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA ESTACIÓN DE ENTREGA SERAFÍN	DOCUMENTO CÓDIGO: IDS-SOL-G-DG-01
	PROJECT CHARTER	

5.2 Objetivos específicos

1. Realizar la ingeniería conceptual y básica de los diseños requeridos para una estación de recibo y medición de gas cumpliendo con los requisitos establecidos por la Ley Colombiana y demás estándares internacionales, concernientes a estaciones conectadas a líneas de transporte de gas combustible a alta presión.
2. Desarrollar la ingeniería conceptual y básica de un punto de entrada en caliente (Hot Tap) cumpliendo con la normatividad vigente.

6 ALCANCE DEL PROYECTO



6.1 ESTACIÓN DE RECIBO Y MEDICIÓN.

Las actividades de diseño involucran las siguientes especialidades:

- Ingeniería Mecánica
- Ingeniería Procesos
- Ingeniería Control e Instrumentación
- Ingeniería Eléctrica
- Ingeniería Electrónica
- Ingeniería Civil y Topografía
- Ingeniería Comunicaciones

La estación tendrá las siguientes etapas y/o sistemas:

- Filtración/separación
- Sistema Medición de Caudal
- Sistema de Medición y Monitoreo de la Calidad del Gas
- Sistema Autónomo de Alimentación Eléctrica
- Sistema de Puesta a Tierra
- Obras Civiles y Cerramiento

 	INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA ESTACIÓN DE ENTREGA SERAFÍN	DOCUMENTO CÓDIGO: IDS-SOL-G-DG-01
	PROJECT CHARTER	

6.2 PUNTO DE CONEXIÓN.

Las actividades de diseño involucran las siguientes especialidades:

- Ingeniería Mecánica
- Ingeniería Procesos
- Ingeniería Control e Instrumentación
- Ingeniería Eléctrica
- Ingeniería Electrónica
- Ingeniería Civil y Topografía
- Ingeniería Comunicaciones

El punto de conexión incluye:

- Accesorios de derivación
- Válvula de Corte Automático con By-Pass
- Obras Civiles



7 ENTREGABLES DEL PROYECTO DE INGENIERIA DETALLE


Se entregará un informe final en copia dura y medio magnético con la ingeniería conceptual y básica de los puntos establecidos en el numeral 6. Alcance del Proyecto incluyendo:

- Libro de Ingeniería
- Listado y Especificaciones Técnicas de Materiales
- Planos para Construcción

8 PREMISAS DEL PROYECTO

Los datos que se utilizarán para el desarrollo de la ingeniería conceptual y básica serán los siguientes (Fuente consignada en Correo del 5 de Octubre de 2009 enviado por Bayder Cuello):



 	INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA ESTACIÓN DE ENTREGA SERAFÍN	DOCUMENTO CÓDIGO: IDS-SOL-G-DG-01
	PROJECT CHARTER	

- Presión de diseño: 1480
- Presión máxima de operación: 1200 Psig
- Presión mínima de operación : 900 Psig
- Presión promedio de operación : 1000 Psig
- Caudal Pico Horario: 625000 SCFH
- Caudal Mínimo Horario: 700.000 SCFH 
- Caudal Promedio Diario: 416666 SCFH
- Temperatura Máxima Diseño: 100° F
- Temperatura Promedio del Gas: 68,5° F
- Temperatura Mínima de Diseño del Gas: 60 °F
- Temperatura Ambiente Promedio: Se Tomará En Campo
- Velocidad máxima del gas en la línea de interconexión: 20 m/s
- Sistema de medición: se usará medidor tipo turbina para transferencia de custodia.
- Longitud estimada de la Línea: 3000 m (solo para Datos de diseño)

Se parte del supuesto que la máxima cantidad de agua permitida es la establecida por el contrato DIJ-(P)-515, 4 lb H₂O/MMSCFD.

El resto de condiciones de la calidad del gas serán las establecidas en el RUT (Reglamento Único de Transporte).

Se realizará una visita de campo, para levantar estudios de suelos, de resistividad y levantamiento detallado de topografía.

 	INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA ESTACIÓN DE ENTREGA SERAFÍN	DOCUMENTO CÓDIGO: IDS-SOL-G-DG-01
	PROJECT CHARTER	

9 RESTRICCIONES

- Toda la tubería diseñada o modificada deberá cumplir el límite de velocidad máxima de 20 m/s y la velocidad de erosión en ft/s es:

$$V_{\text{erosión}} = \frac{100}{\rho^{0.5}}$$

donde ρ = densidad del gas en lb_m/ft^3

- El flujo del gasoducto no se deberá interrumpir por lo que las conexiones se realizarán en caliente. Hot Tapping.
- Las partes involucradas (*TGI, Promigas, Centragas,*) deben llegar a acuerdos comerciales y contractuales para llevar a cabo las premisas planteadas en este documento.
- No se posee Cromatografía del Gas, se asumirá Gas a condiciones RUT.

10 REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO/ENTREGABLES

fecha	Entregable
5 de Octubre 2009	Acta de constitución del proyecto
9 de Octubre 2009	Informe Semanal
16 de Octubre 2009	Informe Semanal
23 de Octubre 2009	Informe Semanal
30 de Octubre 2009	Informe Semanal
5 de Noviembre 2009	Acta de cierre del proyecto

El informe final contendrá el desarrollo de la ingeniería conceptual y básica, el diagrama de flujo de proceso (PFD) con las operaciones unitarias requeridas, el



 	INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA ESTACIÓN DE ENTREGA SERAFÍN	DOCUMENTO CÓDIGO: IDS-SOL-G-DG-01
	PROJECT CHARTER	

diagrama del sistema (P&ID), Listado de Equipos y materiales y planos de construcción



11 HITOS Y ENTREGABLES DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS

El desarrollo del proyecto se llevará acabo dando cumplimiento cada una de las actividades mencionadas en el diagrama Gantt que se muestra a continuación.

 	INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA ESTACIÓN DE ENTREGA SERAFÍN	DOCUMENTO CÓDIGO: IDS-SOL-G-DG-01
	PROJECT CHARTER	

Diagrama 1. Hitos y entregables de la gestión del proyecto

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	04 oct '09	18 oct '09	01 nov '09	15 nov '09
					X	D	J	L
					V	M	S	X
					D	J	L	V
					M			
1	ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA DETALLADA PL	28,75 días	vie 02/10/09	mié 11/11/09	[Barra de Gantt]			
2	GENERALES	2 días	vie 02/10/09	lun 05/10/09	[Barra de Gantt]			
3	ACTA DE INICIO	1 día	vie 02/10/09	vie 02/10/09	[Barra de Gantt]			
4	VISITA Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	1 día	lun 05/10/09	lun 05/10/09	[Barra de Gantt]			
5	Subcontratos	1 día	lun 05/10/09	lun 05/10/09	[Barra de Gantt]			
6	Estudio de resistividad	1 día	lun 05/10/09	lun 05/10/09	[Barra de Gantt]			
7	Estudios de Suelos	1 día	lun 05/10/09	lun 05/10/09	[Barra de Gantt]			
8	Revisión datos de entrada	2 días	lun 05/10/09	mar 06/10/09	[Barra de Gantt]			
9	ESTACION	25,75 días	mié 07/10/09	mié 11/11/09	[Barra de Gantt]			
10	Punto serafín K0 ZONA 0	25,75 días	mié 07/10/09	mié 11/11/09	[Barra de Gantt]			
11	Procesos	15 días	mié 07/10/09	mar 27/10/09	[Barra de Gantt]			
20	Mecánica	10,75 días	mar 27/10/09	mar 10/11/09	[Barra de Gantt]			
48	Civil	12 días	mié 07/10/09	jue 22/10/09	[Barra de Gantt]			
61	ELECTRICO	11 días	mié 07/10/09	mié 21/10/09	[Barra de Gantt]			
81	INSTRUMENTACIÓN	10,63 días	mié 07/10/09	mié 21/10/09	[Barra de Gantt]			
118	Documentación	1 día	mar 10/11/09	mié 11/11/09	[Barra de Gantt]			

 	INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA ESTACIÓN DE ENTREGA SERAFÍN	DOCUMENTO CÓDIGO: IDS-SOL-G-DG-01
	PROJECT CHARTER	

12 RECURSOS



12.1 Personal

En la siguiente tabla se relacionan los perfiles del personal que participa en la ejecución del proyecto.

Nombre	Título	
	Formación Básica	Posgrado
Álvaro León V	Ingeniero Civil	Especialista en Gerencia de Proyectos. PMP Certificado
César Quiroz R	Ingeniero Mecánico	Especialista en Ingeniería del gas.
Juan Carlos Acevedo	Ingeniera Químico	Ingeniero de procesos
Fernando Osorio	Ingeniero Mecánico	Magister en conversión de Energía
Angelica Gomez	Ingeniera Industrial	Especialización en QA/QC
Jorge Paternina	Arquitecto	Amplia experiencia en dibujos mecánico sector gas natural.
Alex Rodríguez	Ingeniero Eléctrico	
Robert Mercado	Ingeniero Electrónico	

12.2 EQUIPAMIENTOS Y SOFTWARE



Para el desarrollo del proyecto se cuenta con una sala de ingeniería dotada con tres computadores portátiles de última generación, dos computadores de escritorio robustos con monitor de 22" para documentación grafica. Además contamos con paquetes softwares de simulación probados y usados en la industria petroquímica de diseño y construcción que permiten obtener una idea muy cercana a la realidad de los procesos, permitiendo economizar costos y tiempo en la creación de prototipos, entre estos manejamos completamente los siguientes paquetes:

 	INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA ESTACIÓN DE ENTREGA SERAFÍN	DOCUMENTO CÓDIGO: IDS-SOL-G-DG-01
	PROJECT CHARTER	

<i>Software</i>	<i>Aplicación</i>
Aspen Hysys versión 2006.5 con extensión Pipesys.	Procesos Industriales e hidrocarburos
Autocad	Proyectos de Modelamiento CAD
Inventor	Proyectos de Modelamiento CAD (Sólidos)
Ansys Workbench	Proyectos de Modelamiento CAE
Automation	Simulación de procesos automatizados
SQL	Creación de bases de datos relacionadas

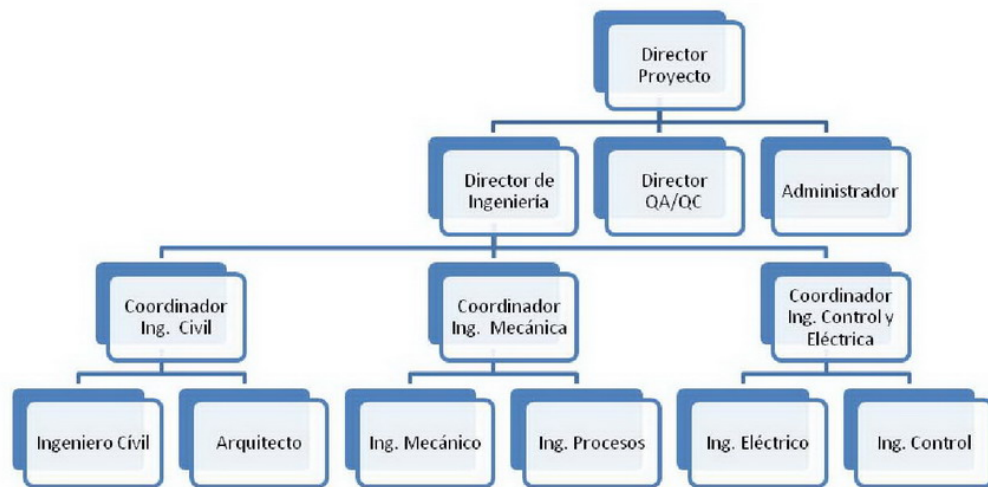
13 RIESGOS

<i>Descripción del riesgo</i>	<i>Impacto</i>	<i>Plan de Mitigación</i>	<i>Probabilidad</i>
<i>Información entregable no oportuna</i>	Retraso proyecto	Cumplimiento hitos del cronograma	Media
<i>Información no confiable</i>	Resultados erróneos en el proyecto	Validación de la información	Media
<i>Deserción de los ingenieros a cargo del desarrollo proyecto</i>	Retraso del proyecto	. Buena remuneración . Estabilidad laboral . Buen ambiente de trabajo	Baja
<i>Cancelación o anulación del proyecto por TGI</i>	Cancelación o aplazamiento	Acuerdo de cumplimiento de las partes	Baja
<i>Incumplimiento de compromisos</i>	Afectación de la calidad de resultados Demoras en la ejecución del proyecto	Planear el trabajo en forma anticipada Asegurar una gerencia interna del proyecto responsable	Baja
<i>Interferencias ocasionadas por el devenir diario</i>	Amenaza la continuidad del proyecto	Modificación de los parámetros de tiempo, costo y calidad del proyecto.	Baja

 	INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA ESTACIÓN DE ENTREGA SERAFÍN	DOCUMENTO CÓDIGO: IDS-SOL-G-DG-01
	PROJECT CHARTER	



<i>Tiempo insuficiente para realizar las actividades propuestas</i>	La calidad de los entregables	Cumplimiento cronograma de actividades	Baja

14 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO



14.1 Responsabilidades

Interesado	Nombre	Rol/Responsabilidad
Promigas S.A	Miguel Padilla Martes	Entrega de información, Revisión y Aprobación por parte del cliente
Solutec ingeniería Ltda	Alvaro León	Revisión del documento por parte de gerencia
Solutec ingeniería Ltda	César Quiroz	Dirección de la ejecución del proyecto
Solutec ingeniería Ltda	César Quiroz	Diagnostico de la información Suministrada
Solutec ingeniería Ltda	Fernando Osorio/Juan Carlos Acevedo/Alex Rodríguez/Jorge Buzón/Robert Mercado	Ejecución de la Ingeniería

 	INGENIERÍA CONCEPTUAL Y BÁSICA ESTACIÓN DE ENTREGA SERAFÍN	DOCUMENTO CÓDIGO: IDS-SOL-G-DG-01
	PROJECT CHARTER	

Solutec ingeniería Ltda

Jorge Paternina

Documentación gráfica

15 ACUERDOS

Al leer, analizar y firmar este documento las partes acuerdan basar la ingeniería conceptual y básica para dar cumplimiento al alcance establecido en el numeral 6 del presente documento, así mismo para Solutec este documento se constituye como los datos de entrada del proyecto.

16 APROBACIÓN DEL ACTA

<i>Cargo</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma</i>	<i>Fecha</i>
<i>Representante Cliente</i>	Miguel Padilla Martes		
	Orlando Escorcía		
<i>Representante del Sponsor</i>	Álvaro León		
<i>Project Manager</i>	César Quiroz		