

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



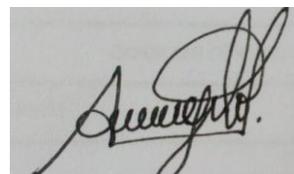
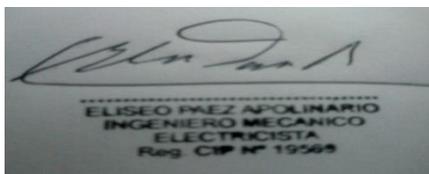
**“DISEÑO Y MONTAJE DE INSTALACIONES
INTERNAS DE GAS NATURAL EN UNA
INDUSTRIA PESQUERA PARA INVERSIONES
PRISCO S.A.C – PISCO”**

**INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA
OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN
ENERGÍA**

ANGELO ANTONIO OLAZABAL ZAMBRANO

Callao, 2021

PERÚ



(Resolución N°063-2021-C.F. del 14 de abril de 2021)

**ACTA N° 037 DE EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL DEL II CICLO TALLER
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO E INGENIERO EN ENERGÍA**

**LIBRO 001 FOLIO N° 085 ACTA N° 037 DE EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA**

A los 17 días del mes de Julio del año 2021, siendo las 09:03 horas, se reunieron, en la Sala Meet, <https://meet.google.com/ftc-bvra-wuh>, el JURADO DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL para la obtención del Título Profesional de INGENIERO EN ENERGÍA de la **Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

- | | |
|--|--------------------|
| ▪ Dr. José Hugo Tezén Campos | :Presidente |
| ▪ Ing. Lucio Carlos Lozano Ricci | :Secretario |
| ▪ Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez | :Vocal |
| ▪ Mg. Esteban Antonio Gutierrez Hervias | :Suplente |

Se dio inicio al acto de exposición del Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional del Bachiller **OLAZABAL ZAMBRANO ANGELO ANTONIO**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero en Energía, sustenta el Informe Titulado: **"DISEÑO Y MONTAJE DE INSTALACIONES INTERNAS DE GAS NATURAL EN UNA INDUSTRIA PESQUERA PARA INVERSIONES PRISCO S.A.C - PISCO"** cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid-19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N° 039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por **Aprobado** con la escala de calificación cualitativa **MUY BUENO** y calificación cuantitativa **16 (Dieciséis)**, la presente exposición, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018-CU del 30 de Octubre del 2018.

Se dio por cerrado la Sesión a las **09:29** horas del día **17 de Julio del 2021**.

Dr. José Hugo Tezén Campos
Presidente de Jurado

Ing. Lucio Carlos Lozano Ricci
Secretario de Jurado

Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez
Vocal

Mg. Esteban Antonio Gutierrez Hervias
Suplente

DEDICATORIA

A mi madre y padre, por haberme dado la vida, por su dedicacion y esfuerzo para darme los estudios necesarios y sus consejos, a mi hermana Rossana por sus cuidados y manzanillas en la noches de estudios. Y a "Dios" por estar siempre a mi lado protegiendome y dandome mucha fe.

DEDICATORIA

A mi alma mater la facultad de Ingenieria
Mecanica y Energia – FIME de la Univerdad
Nacional del Callao y a mi asesor Ing.Eliseo
Paez por los consejos y aportes para el inicio
y realizacion de mi presente informe de
experiencia laboral.

RESUMEN

En el presente documento se realiza el estudio de diseño y cálculo de la instalación para gas natural en una planta pesquera, ubicada en la ciudad de Pisco - ICA.

La industria pesquera de Pisco se encuentra dentro de la zona de influencia de la concesión Sur, donde la concesionaria para la masificación de gas natural por red de ductos es Contugas S.A. por lo que, para el diseño de las instalaciones, se tiene en consideración las especificaciones técnicas y procedimientos de la concesionaria, así como la normativa técnica peruana e internacional aplicable al sector industrial en instalaciones para gas natural.

El proyecto abarca el diseño, cálculo, y selección de los componentes de la instalación, la cual comienza en conexión con la red de gas natural, es decir, se inicia a partir de la válvula de servicio, para lo cual se requiere un accesorio de ingreso a la estación, la estación de regulación y medición primaria, red interna, y selección de equipos para estaciones secundarias en cada uno de los equipos.

El diseño concluye con el desarrollo de los planos de la instalación en la planta, los cuales son realizados en base a los resultados obtenidos en los cálculos, estudios realizados en planta, con los datos suministrados en la respuesta de Solicitud de Factibilidad de Suministro a la industria por la concesionaria, dicha respuesta contiene los parámetros reales con los cuales se brindará el suministro de gas natural, tales como el caudal autorizado, presiones mínimas

y máximas de la red, ubicación de la red a la cual se conectará la industria, y diámetro de la derivación a límite de propiedad.

ABSTRACT

In this document, the design study and calculation of the installation for natural gas in a fishing plant, located in the city of Pisco - ICA, is carried out.

The Pisco fishing industry is located within the area of influence of the Sur concession, where the concessionaire for the massification of natural gas through the pipeline network is Contugas S.A. Therefore, for the design of the facilities, the technical specifications and procedures of the concessionaire are taken into consideration, as well as the Peruvian and international technical regulations applicable to the industrial sector in facilities for natural gas.

The project includes the design, calculation, and selection of the components of the installation, which begins in connection with the natural gas network, that is, it starts from the service valve, for which an accessory of entrance to the station, the primary regulation and measurement station, internal network, and selection of equipment for secondary stations in each of the equipment.

The design concludes with the development of the plans for the installation in the plant, which are made based on the results obtained in the calculations, studies carried out in the plant, with the data provided in the response to the Supply Feasibility Request to the industry by the concessionaire, said response contains the real parameters with which the natural gas supply will be provided, such as the authorized flow, minimum and maximum pressures of the network, location of the network to which the industry will be connected, and diameter of the derivation to property limit.

ÍNDICE

INTRODUCCION	15
I. ASPECTOS GENERALES	17
Contexto de la realidad problemática.....	17
1.1. Objetivos.....	17
1.1.1. Objetivo General.....	17
1.1.2. Objetivos Específicos.....	18
1.2. Organización de la empresa o institución.....	18
1.2.1. Antecedentes históricos	18
1.2.2. Filosofía Empresarial	19
1.2.3. Estructura Organizacional.....	20
II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	23
2.1. Marco teórico	23
2.1.1. Bases Teóricas	23
El gas natural	25
Composición del gas natural	27
Propiedades y características del gas natural	28
Procesos de obtención del gas natural.....	29
Aplicaciones industriales del gas natural.....	33
Ventajas del gas natural.....	41
Diseño en instalaciones de gas natural para la industria.....	44
2.1.2. Aspectos Normativos	72
2.1.3. Simbología técnica	74
2.2. Descripción de las actividades desarrolladas.....	74
2.2.1. Etapas del Informe	75
2.2.2. Diagrama de flujo	76
2.2.3. Cronograma de actividades.....	77
III. APORTES REALIZADOS	79
3.1. Planificación, ejecución y control de las etapas	80
3.1.1. Calculo del accesorio de ingreso a la estación - AIE.....	80
3.1.2. Calculo de la estación de regulación y medición primaria – ERMP	94
3.1.3. Calculo de la red interna	108
3.2. Evaluación técnico-económico.....	124

3.3. Análisis de resultados.....	127
IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	129
4.1. Discusión	129
4.2. Conclusiones.....	130
V. RECOMENDACIONES	131
VI. BIBLIOGRAFIA.....	132
ANEXOS.....	133
ANEXO N°01: CHECK LIST DE INSTALACION INDUSTRIAL CONTUGAS	133
ANEXO N°02: RESPUESTA DE SOLICITUD DE FACTIBILIDAD DE SUMINISTRO – RSFS.....	135
ANEXO N°03: ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA GTAW	137
ANEXO N°04: ESPECIFICACION TECNICA DE MEDIDOR ROTATIVO FMR	139
ANEXO N°05: ESPECIFICACION TECNICA DE REGULADOR DIVAL 600 PIETRO FIORENTINI	148
ANEXO N°06: FICHA TECNICA DE TUBERIA DE POLIETILENO	156
ANEXO N°07: FICHA TECNICA DE TUBERIA DE ACERO SCH40.....	158
ANEXO N°08: REPORTE DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS A LA RED INTERNA	159
ANEXO N°09: CERTIFICADO DE OBRA BIEN EJECTUDA DE RED INTERNA ...	163
PLANOS.....	168
PLANO N°01: PLANO ISOMETRICO DE AIE.....	168
PLANO N°02: PLANO DISTRIBUCION DE AIE	170
PLANO N°03: PLANO DISTRIBUCION DEL RECINTO DE ERMP	172
PLANO N°04: PLANO ISOMETRICO DE ERMP.....	174
PLANO N°05: PLANO ISOMETRICO DE RED INTERNA	176
PLANO N°06: PLANO ERS DE CALDERA DE 250 BHP.....	178

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	
Principales usos del gas natural por el sector productivo.....	30
Tabla 2:	
Materiales de tubería según su ubicación.....	50
Tabla 3:	
SDR para las presiones de operación descritas.....	53
Tabla 4:	
Distancias mínimas entre tuberías que conducen gas instaladas a la vista o embebidas y tubería de otros servicios.....	58
Tabla 5:	
Distancias mínimas entre tuberías que conducen gas instaladas a la vista o embebidas y tubería de otros servicios.....	61
Tabla 6:	
Técnicas para las uniones de tuberías.....	65
Tabla 7:	
Descripción de equipos de consumo.....	75
Tabla 8:	
Parámetros de diseño.....	76
Tabla 9:	
Calculo de diámetro y caída de presión en el AIE con máxima presión.....	80
Tabla 10:	
Calculo de diámetro y caída de presión en el AIE con mínima presión.....	80
Tabla 11:	
Calculo de diámetro y caída de presión para ERMP con máxima presión....	93
Tabla 12:	
Calculo de diámetro y caída de presión para ERMP con mínima presión....	94
Tabla 13:	
Descripción de los materiales a emplear en el filtro de la ERMP.....	102
Tabla 14:	
Calculo de diámetro y caída de presión en la red interna a presión regulada de trabajo.....	107

Tabla 15:	
Calculo de diámetro y caída de presión en la ERS de cocina.....	108
Tabla 16:	
Calculo de diámetro y caída de presión en la ERS de secadora.....	108
Tabla 17:	
Calculo de diámetro y caída de presión en la ERS de caldera 80 BHP....	108
Tabla 18:	
Calculo de diámetro y caída de presión en la ERS de caldera 150 BHP...	109
Tabla 19:	
Calculo de diámetro y caída de presión en la ERS de caldera 250 BHP...	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	
Organigrama empresarial ISSA PERU S.A.C sede Lima.....	19
Figura 2:	
Mapa de las localidades con gas natural.....	22
Figura 3:	
Estructura de la molécula de metano.....	23
Figura 4:	
Estructura y ubicación del gas natural en un yacimiento típico.....	24
Figura 5:	
Composición del gas natural de los reservorios de camisea.....	24
Figura 6:	
Procesos de obtención del gas natural transportado por ducto.....	26
Figura 7:	
Procesamiento del gas natural.....	27
Figura 8:	
Transporte del gas natural desde Camisea.....	29
Figura 9:	
Esquema de distribución del gas natural.....	30
Figura 10:	
Generación de energía eléctrica con ciclo simple.....	36
Figura 11:	
Generación de energía eléctrica con ciclo combinado.....	36
Figura 12:	
Principales mercados para el gas natural.....	38
Figura 13:	
Cuadro de tiempos de mantenimientos preventivos con gas natural.....	40
Figura 14:	
Esquema de AIE en tubería de acero.....	45
Figura 15:	
Esquema de componentes de una ERMP.....	46

Figura 16:	
Instalación de red interna en acero.....	47
Figura 17:	
Estación de regulación secundaria.....	48
Figura 18:	
Esquema de una instalación de gas natural en una industria.....	49
Figura 19:	
Presiones en diferentes etapas de la instalación.....	50
Figura 20:	
Distancias mínimas de separación de una tubería vista con otras Inmediaciones.....	60
Figura 21:	
Estratificación de la tapada mínima para tubería de polietileno.....	64
Figura 22:	
Simbología técnica en instalaciones internas industriales.....	71
Figura 23:	
Etapas del proyecto de instalación interna industrial de gas natural.....	72
Figura 24:	
Diagrama de flujo del proceso de elaboración e instalación del proyecto....	73
Figura 25:	
Cronograma del proyecto IPRISCO.....	74
Figura 26:	
Encintado de cinta Poliguard a tubería de AIE.....	84
Figura 27:	
Prueba de holiday detector a tubería de AIE.....	86
Figura 28:	
Instalación de protección catódica con ánodo de magnesio al AIE.....	87
Figura 29:	
Soldadura de junta de Oro – unión de tubería de AIE a la válvula de Servicio.....	90

Figura 30:	
Modelo de medidores rotativos.....	97
Figura 31:	
Tabla de selección de regulador DIVAL 600 TR.....	98
Figura 32:	
Tabla de selección de válvula de alivio para ERMP.....	100
Figura 33:	
Diagrama de selección de elemento filtrante.....	101
Figura 34:	
Modelos de elementos filtrantes.....	102
Figura 35:	
Unión de tuberías de 90 mm de polietileno por electrofusión.....	113
Figura 36:	
Instalación de tuberías aéreas de 3" de acero para la red interna.....	116
Figura 37:	
Derivaciones de tuberías aéreas de 3" para calderos.....	117
Figura 38:	
Derivación de tubería aérea de 3/4" para cocinas.....	117
Figura 39:	
Tabla de resultados de reguladores secundarios para ERS.....	119
Figura 40:	
Estación de regulación secundaria de Caldera de 250 BHP.....	120
Figura 41:	
Presupuesto técnico – económico.....	124
Figura 42:	
Detalle de consumos de combustible y retorno de inversión.....	128

INTRODUCCION

La demanda energética desde los últimos veinte años en el Perú ha crecido de manera exponencial, en este contexto, la masificación del gas natural se inició en el 2004 con la puesta en marcha del Proyecto Camisea en el departamento de Cusco, lo cual conllevó que desde el año 2014 se empezó a desarrollarse en la región de Ica las redes de distribución con la llegada del gasoducto, transportando el Gas Natural (GN) por medio de tuberías y con esto la construcción de plantas de satélites de control y monitoreo de GN en cada ciudad de Ica, estaciones de regulación para su distribución por red de ductos, Estación de Regulación y Medición Primaria (ERMP) las cuales serán parte de las instalaciones para el uso industrial del gas natural.

La llegada del gas natural en la región Ica, se dio en marzo del 2014, con la conexión del sector industrial al sistema de distribución de la concesionaria y siendo este un tema sostenible para conectar más industrias a las redes de gas natural.

El diseño de la instalación, para la utilización del gas natural recoge la normativa técnica peruana aplicable al sector industrial en instalaciones para gas natural NTP 111.010 (GAS NATURAL SECO. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales), así también, se realiza un estudio de los requisitos establecidos por la concesionaria, los cuales se deben cumplir en las instalaciones para el suministro de gas natural, tales como especificaciones de componentes para las Estaciones de Regulación y Medición Primarias, válvulas, reguladores, tuberías, bridas, filtros, medidores y procedimientos propios documentarios y constructivos de la empresa concesionaria,

adicionalmente, el estudio se basa también en las normas internacionales aplicables para el diseño de instalación en tuberías a gas natural.

I. ASPECTOS GENERALES

Contexto de la realidad problemática

Debido a que el suministro de GLP utilizado en esta industria del sector pesquero no es un sistema confiable en el abastecimiento y el almacenamiento de este combustible representa niveles de riesgos altos, están optando por el cambio a una nueva fuente de energía, conectándose al sistema de distribución de gas natural por red de ductos, de la concesionaria actual de la región llamada Contugas S.A.C que garantiza la seguridad y continuidad del suministro del gas natural y dando como resultado final el ahorro. Por tal motivo se requiere el diseño de las instalaciones internas para gas natural en base a la regulación vigente, estándares internacionales y parámetros propios del suministro en la concesión.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Diseñar y realizar el montaje de instalaciones interna de gas natural en una industria pesquera para Inversiones Prisco S.A.C – Pisco, mediante la aplicación de la normativa y regulación vigente al sector del gas natural con la finalidad de conectarse a la red de distribución externa de gas natural de la concesionaria.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Calcular el dimensionamiento del sistema de tuberías internas, estación de gas y accesorio de ingreso, según NTP 111.010 - 2014, estándares internacionales y procedimientos de la concesionaria.
- Seleccionar el tipo de material y equipos a utilizar, desde la conexión de la válvula de servicio hasta las estaciones de regulación secundaria.
- Realizar el montaje de las instalaciones y certificaciones para el uso seguro y adecuado de gas natural en los equipos de la planta pesquera.
- Comparar los costos de producción y justificar el ahorro con el uso del gas natural.

1.2. Organización de la empresa o institución

1.2.1. Antecedentes históricos

ISSA PERU S.A.C. es una empresa peruana dedicada a la comercialización, diseño, e instalación de redes, residenciales, comerciales e industriales para el gas natural, constituida en el año 2012 iniciando operaciones de comercialización y construcción de redes para usos de Gas Natural en la Provincia de Pisco y expandiendo nuestras operaciones en toda la Región Ica siendo en Chincha, Pisco, Nazca, Marcona y en la ciudad de Ica, como también en la Región Arequipa, Moquegua, Ilo, Tacna y Lima hemos instalando redes de Gas Natural y llevando progreso a

diferentes

usuarios.

En concordancia con lo anterior, y siendo conscientes de nuestra responsabilidad en temas de calidad, seguridad y medio ambiente en cada una de nuestras actividades, operaciones y servicios nuestro principal compromiso es lograr la mejora continua de nuestro sistema integrado de gestión y aumentar la satisfacción de nuestros clientes internos y externos.

Por ser una empresa homologada con OSINERGMIN y con registro de hidrocarburos N° 00759, contamos en nuestros diferentes equipos de trabajo con instaladores y especialistas IG1, IG2 e IG3 registrados y calificados.

ISSA PERU S.A.C, fue premiada como la “Mejor Firma Instaladora 2012” Gracias a la gestión para entregar desarrollo y su enfoque al cliente han permitido ser una empresa reconocida y posicionada por los clientes en Perú.

1.2.2. Filosofía Empresarial

MISIÓN

Es una empresa dedicada a la asesoría, diseño, comercialización e instalación de redes internas y externas de gases de combustibles, orientada a la satisfacción de nuestros clientes con generación de valor para los accionistas y la mejora continua de nuestros procesos a través de un equipo humano competente.

VISIÓN

Ser reconocido en el año 2025 como una de las principales empresas en las regiones gasificadas del Perú, por la prestación de un servicio de Calidad en la Instalación de redes de gases combustibles y otros servicios públicos.

1.2.3. Estructura Organizacional

La empresa INGENIERIA SERVICIOS Y SOLUCIONES APLICADAS S.A.C. - ISSA PERU S.A.C. con RUC: 20546530184, está ubicada con dirección legal y sede principal en Jr. Cesar Vallejo Nro. 1051 – Urb. Covida 1era Etapa, Los Olivos, Lima y con otras sedes posicionadas en las ciudades de Chincha, Pisco, Ica y la Región de Arequipa.

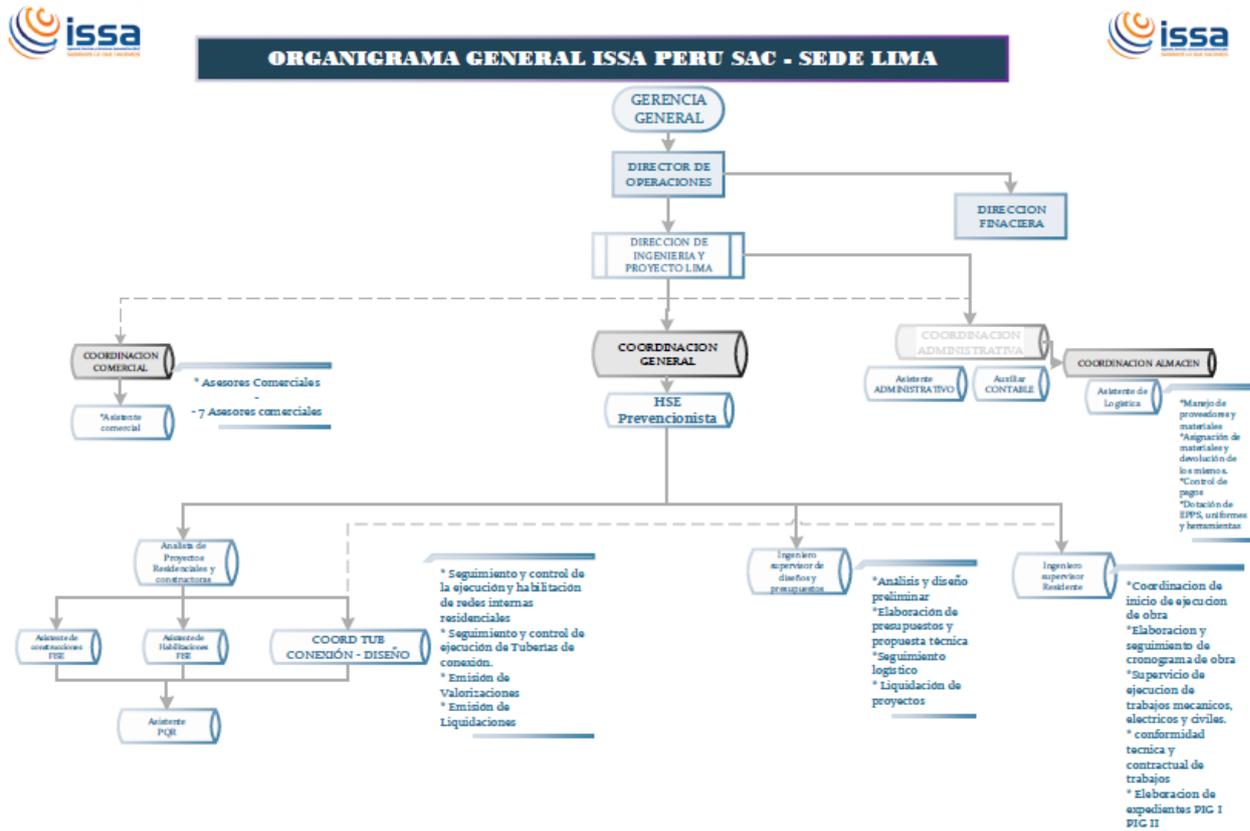
El cargo que desarrollé en el proyecto que es tema del presente informe fue el de Coordinador General y Supervisor de Proyectos, siendo ascendido luego a Director de Proyectos e Industrias, dentro de mis funciones están las siguientes actividades.

- Coordinación y revisión de las solicitudes del área comercial para las visitas técnicas a los clientes industriales.
- Elaboración y revisión del pre diseño de ingeniería.
- Elaboración del presupuesto técnico – económico.
- Revisión y apoyo en la elaboración del expediente técnico FIG1 y FIG2.
- Coordinación y gestión de los requisitos de trabajo y procedimientos con la planta y área de seguridad HSE.

- Coordinación de la ejecución del proyecto con el personal de diseño e ingeniería, con el área de almacén y con los técnicos de campo.
- Gestionar la supervisión de la obra con la concesionaria de gas y con la certificadora.
- Administrar el seguimiento y controlar el avance de los proyectos.
- Verificar que el trabajo ejecutado en taller y en campo cumpla con lo establecido en el expediente técnico aprobado.
- Coordinar y verificar que la compra de los materiales y equipos cumpla con las especificaciones técnicas solicitadas.
- Gestionar y coordinar la programación de la habilitación de gas natural con la concesionaria y la planta.
- Elaborar el informe final de costos y rentabilidad de los proyectos.

Figura 1:

Organigrama empresarial ISSA PERU S.A.C sede Lima



Fuente: Dirección de proyectos Lima – ISSA PERU S.A.C

II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1. Marco teórico

2.1.1. Bases Teóricas

El gas natural en el sector industrial

Desde la entrada en operación comercial del Proyecto Camisea, en agosto del año 2004, el mercado del gas natural evoluciona rápidamente. El número de consumidores y su demanda crecen en la medida que se expande la red de distribución; consolidando la industria peruana del gas natural y convirtiéndola, definitivamente, en una realidad que cambia la visión y las posibilidades del país. Pero aún hay mucho que hacer para dinamizar su crecimiento y potenciar sus beneficios. Los usuarios que se han conectado al servicio y los que proyectan hacerlo, los operadores económicos, las entidades públicas y privadas involucradas con el desarrollo del sector, y la colectividad en su conjunto, entienden que éste es el desafío del momento.

La presencia del gas natural y su empleo creciente en la generación eléctrica y en diversas ramas de la actividad industrial, así como en el sector residencial, son hechos que revisten enorme trascendencia, no sólo porque tienen lugar en el contexto de una economía mundial condicionada por la incertidumbre y la volatilidad de los precios de los hidrocarburos, sino también porque el gas natural es un recurso nacional con reservas para varios lustros. El gas natural es además el hidrocarburo económico y ecológicamente amigable que requiere el desarrollo económico y social de

nuestro país para sostener su crecimiento, con menos dependencia y más competitividad. (OSINERGMIN Gas natural en la Industria, 2008).

La industrialización del gas natural, a partir de las reservas de Camisea, es gravitante en la estrategia de desarrollo económico del país, ya que modifica la matriz energética y reduce nuestra dependencia de los hidrocarburos importados, en un contexto internacional fuertemente impactado por la volatilidad de los precios del petróleo.

En el sector industrial, el gas natural es empleado con eficiencia en diferentes ramas que utilizan hornos y calderos en sus procesos productivos. En la fabricación del acero es usado como reductor para la producción de hierro esponja. En el sector petroquímico es empleado como materia prima para la producción de una infinidad de productos.

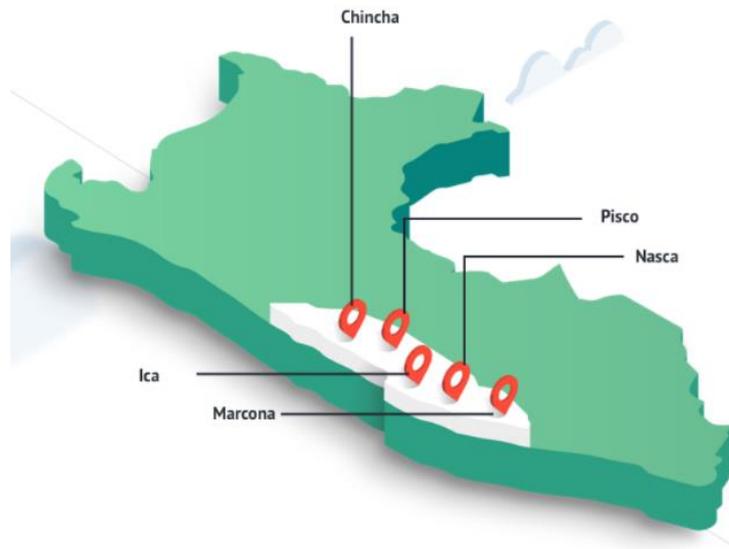
El gas natural sustituye con ventajas económicas, operativas y medioambientales a combustibles como el diésel, el residual, el gas licuado de petróleo (GLP), el carbón y las gasolinas, e incluso a la electricidad, en casi todas las actividades industriales. (OSINERGMIN Gas natural en la Industria, 2008).

En el sur del Perú en las localidades de Chincha, Pisco, Ica, Nazca y Marcona. El gas natural, es un recurso energético que se viene utilizando desde el año 2014, mediante la colaboración y tendido de redes por ductos de la concesionaria de gas Contugas S.A.C y en la actualidad más de 60 mil hogares del sector residencial disfrutan de este beneficio junto a un

creciente número de comercios, vehículos e industrias que se vienen sumando al progreso que trae la masificación del gas natural en el Perú.

Figura 2:

Mapa de las localidades con gas natural



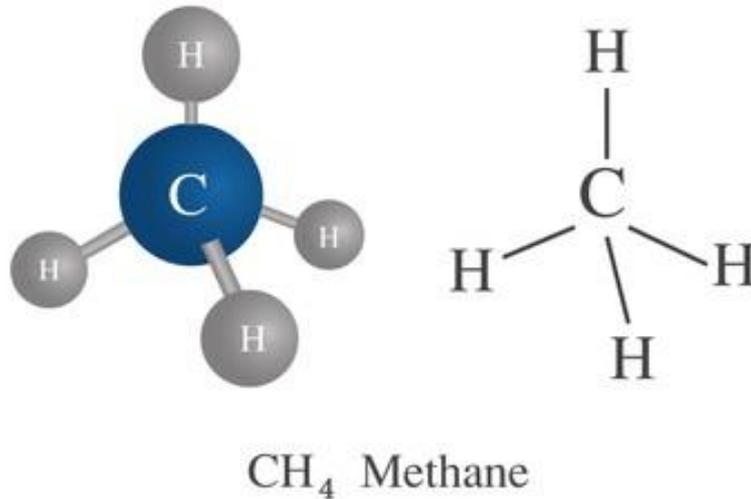
Fuente: página web de concesionaria Contugas

El gas natural

El gas natural es un combustible fósil compuesto por un conjunto de Hidrocarburos livianos, donde el principal componente es el Metano (CH₄). Es una de las principales fuentes de energía que dispone el hombre para diferentes usos de tipo domestico residencial, comercial, industrial, en la generación de energía eléctrica o como insumo para la obtención de otros productos petroquímicos.

Figura 3:

Estructura de la molécula de metano

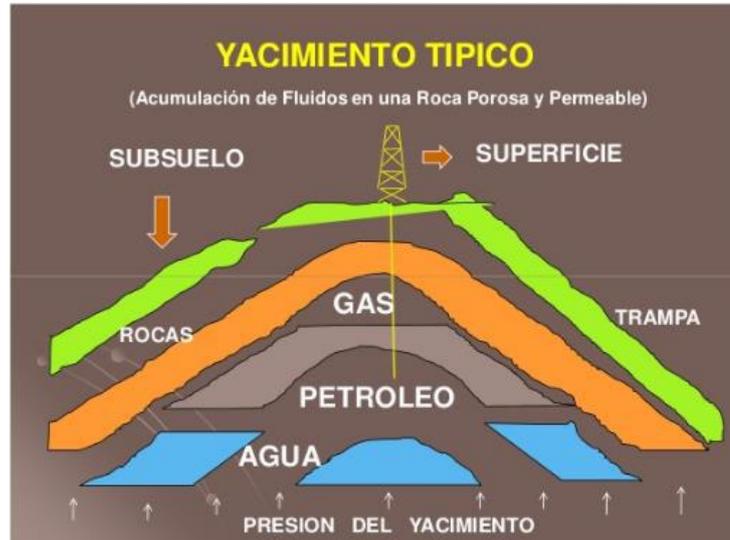


Fuente: <https://www.shutterstock.com/>

El gas natural se encuentra en la naturaleza bajo tierra en los denominados reservorios o yacimientos, depositados en el sub suelo en estructuras geográficas denominadas trampas o capas, dentro de estas, los hidrocarburos o el gas se encuentran contenidos en roca porosa o roca almacén. El gas natural se puede encontrar, no asociado (solo), disuelto o asociado (acompañando al petróleo o carbón).

Figura 4:

Estructura y ubicación del gas natural en un yacimiento típico.



Fuente: Geología del Petróleo, Diana Girón

Composición del gas natural

La composición del gas natural varía según el tipo del yacimiento extraído y según al proceso al cual es sometido.

Figura 5:

Composición del gas natural de los reservorios de camisea

Componente	Nomenclatura	Composición (%)	Estado Natural
Metano	CH ₄	88,166	Gas
Etano	C ₂ H ₄	10,284	Gas
Propano	C ₃ H ₈	0,535	Gas Licuable (GLP)
Butano	C ₄ H ₁₀	0,025	Gas Licuable (GLP)
Pentano	C ₅ H ₁₂	0,002	Líquido
Hexano	C ₆ H ₁₄	0,01	Líquido
Nitrógeno	N ₂	0,725	Gas
Gas Carbónico	CO ₂	0,262	Gas

Fuente: OSINERGMIN Distribución de gas natural – Tumbes. Nevado, 2014

Propiedades y características del gas natural

El gas natural presenta las siguientes propiedades:

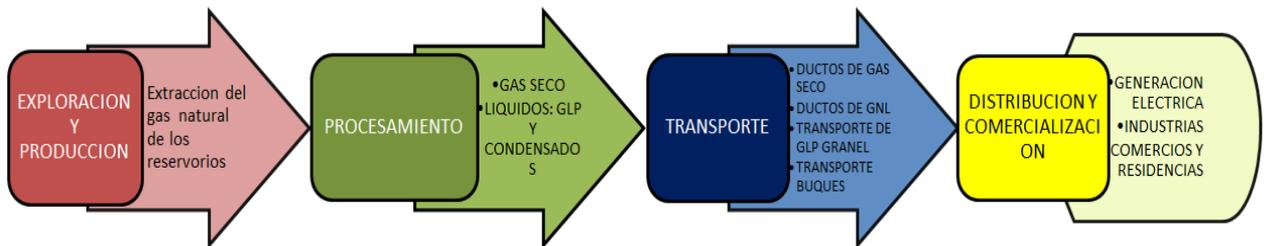
- Incoloro, inodoro e insípido, para ser distribuido con total seguridad, se odoriza con aditivo llamado etil mercaptano que permite su detección ante una eventual fuga.
- Densidad relativa: 0.61, más ligero que el aire.
- El poder calorífico del gas natural se encuentra entre 9,000 y 10,000 kcal/m³
- No es toxico.
- Poder calorífico 9,500 kcal/m³, medido a condiciones estándar (NTP 111.011, Gas Natural Seco, 2014).
- Auto ignición: el gas natural necesita llegar a una temperatura de 537 °C para estallar.
- Estado físico: para presión atmosférica normal, el gas natural se enfría a una temperatura de – 161,5 °C aproximadamente.
- Combustión: su buena combustión da lugar a una llama de color azul bien definido, cuando los quemadores y el suministro funcionan correctamente. Las llamas amarillas, anaranjadas o rojizas, son señal de una mala combustión del gas natural.

Procesos de obtención del gas natural

El gas natural transportado por ducto presenta una serie de actividades, previas al destino de consumo final o uso.

Figura 6:

Procesos de obtención del gas natural transportado por ducto.



Fuente: Elaboración Propia

Exploración y producción

Exploración, es aquella actividad de ubicación de un yacimiento gasífero mediante avanzadas técnicas de prospección.

La producción, consiste en llevar el gas desde los yacimientos del subsuelo hasta la superficie, a través de pozos productores y posteriormente mediante tuberías de conducción denominadas “Flowlines” transportarlo hacia las plantas de procesamiento. (OSINERGMIN, 2009).

Procesamiento

El gas natural una vez extraído de los reservorios se somete a un proceso de separación con el fin de acondicionarlos para su posterior transporte y/o comercialización.

Proceso de separación

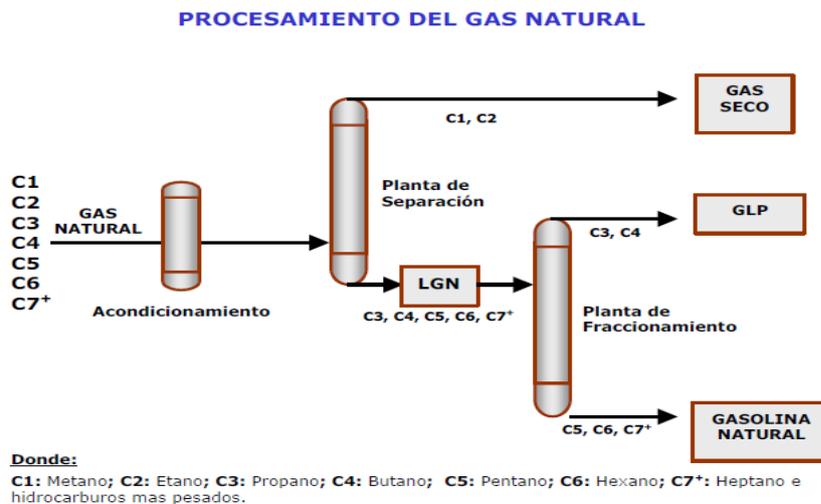
El procesamiento consiste en eliminación de impurezas como azufre, agua, CO₂ y componentes sin valor comercial, mediante este proceso se obtiene:

- Gas natural seco (Metano y Etano) que se transporta por gaseoductos a los centros de consumo.
- En la planta de fraccionamiento se separa los líquidos de gas en:
 - ✓ Propano, Butano (GLP)
 - ✓ Gasolina natural (Pentanos, Hidrocarburos más pesados), se transportan por poliductos a una planta de fraccionamiento.

La planta de procesamiento de Camisea se encuentra en las Malvinas (Selva de Cuzco) y el procesamiento de los líquidos de gas en la planta de fraccionamiento en Pisco.

Figura 7:

Procesamiento del gas natural



Fuente: Gas natural en el sector industrial – Dirección general de hidrocarburos – MINEM

Transporte

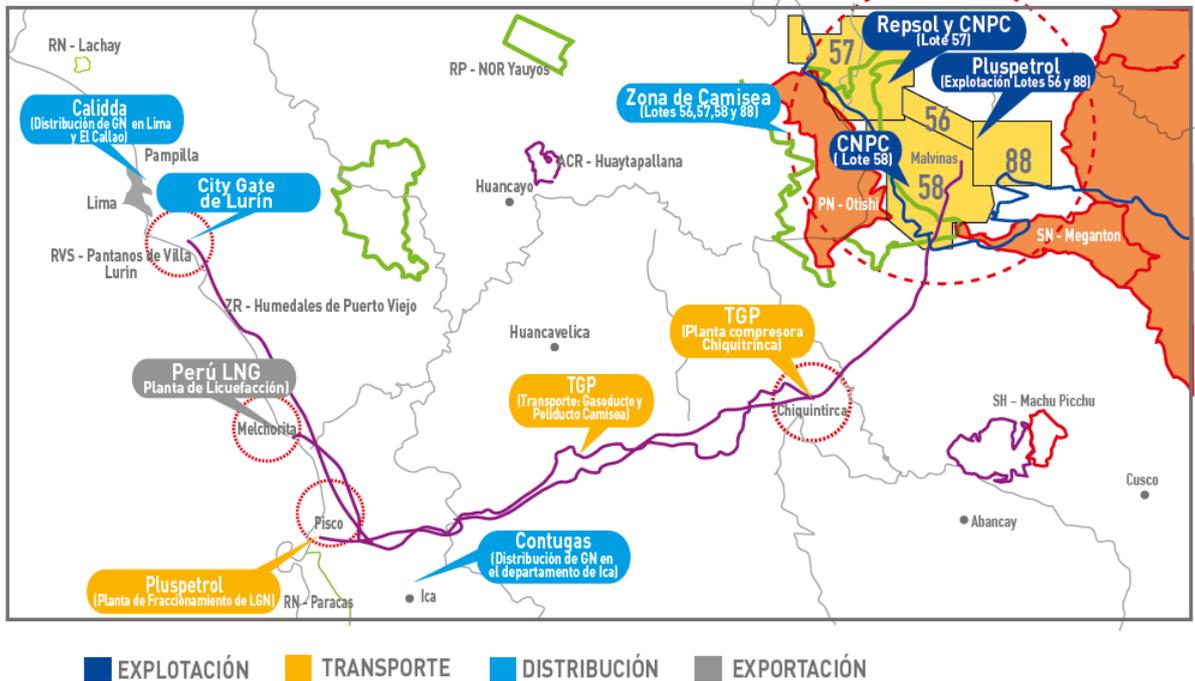
El transporte de gas natural se realiza a través de gasoductos (compresión o bombeo) desde los lugares de producción o procesamiento hasta un punto que se le denomina “City Gate”, que viene a ser el lugar donde se realiza la reducción de presión, medición y odorización; que es la adición de un odorante llamado mercaptano con la finalidad que se perciba mediante el olfato, antes de su distribución a los centros de consumo. El transporte por gasoductos se realiza a presiones que van del orden de 20 a 70 bar y en diámetros entre 18” a 34” pulgadas. Se transporta también como gas natural licuado (GNL) en las plantas de procesamiento como la planta de Perú LNG en pampa Melchorita en Cañete, mediante los llamados buques metaneros y camiones criogénicos, asimismo se puede transportar en cilindros de alta presión como gas natural comprimido (GNC).

Licuefacción

La licuefacción, es el método por el cual el gas natural a presión atmosférica se enfría a muy baja temperatura (-161°C) con el objetivo de cambiar su estado físico de gas a líquido, reduciendo su volumen unas seiscientas veces y facilitando así el transporte a largas distancias de forma segura hasta las plantas de regasificación.

Figura 8:

Transporte del gas natural desde Camisea



Fuentes: Perupetro y Osinergmin. Elaborado OEE - Osinergmin

Distribución y Comercialización

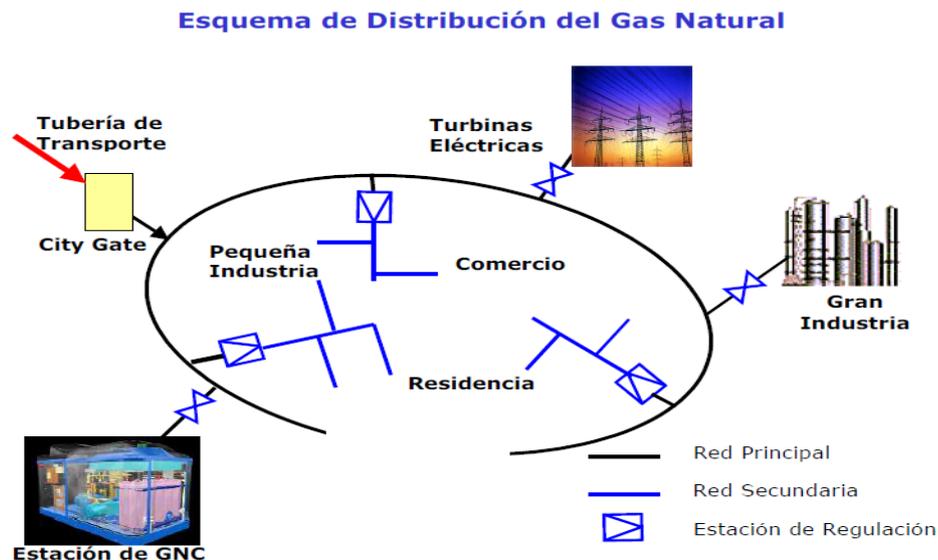
La distribución es la actividad asociada mediante la cual el gas natural es suministrado a los usuarios finales a través de redes de tuberías para utilización directa en residencias, comercios, industrias y estaciones de servicio. Por lo general empieza en el City Gate y termina en la puerta del usuario, la distribución se realiza a presiones por debajo de los 20 bar.

Para la región de Ica la distribución es realizada por Contugas S.A.C concesionaria para la masificación del gas natural por red de ductos, en tuberías de acero al carbono a presiones de 5 a 19 bar y polietileno de alta

densidad a presiones de 1 a 5 bar, las cuales se encuentran implementadas para las ciudades de Chincha, Pisco, Ica y Nazca.

Figura 9:

Esquema de distribución del gas natural



Fuente: Gas natural en el sector industrial – Dirección general de hidrocarburos – MINEM

Aplicaciones industriales del gas natural

El gas natural tiene muchas aplicaciones en diferentes ramas de la industria como; alimentos, textil, cerámicas, cemento, metalúrgica, pesquera, petroquímica, química y la industria del vidrio, debido a que es un buen combustible que utilizan hornos, secadores y calderos en sus procesos productivos. También en sectores productivos como; sector eléctrico, sector residencial, comercial, y transporte.

Tabla 1:*Principales usos del gas natural por el sector productivo*

SECTOR	COMBUSTIBLE QUE PUEDE SUSTITUIR	APLICACIÓN/ PROCESO
Industrial	<ul style="list-style-type: none"> • Carbón • Fuel Oil • Gas Licuado de Petróleo • Leña • Aserrín de madera • R-500 	<ul style="list-style-type: none"> • Fundición de metales • Hornos de fusión • Secado • Industria del cemento • Industria de alimentos • Generación de vapor • Tratamientos térmicos • Temple y recocido de metales • Cogeneración • Cámaras de combustión • Producción petroquímicos • Sistema de calefacción
Generación Eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Carbón • Fuel Oil 	<ul style="list-style-type: none"> • Centrales térmicas • Cogeneración eléctrica
Residencial	<ul style="list-style-type: none"> • Gas ciudad • Gas licuado de Petróleo • Leña 	<ul style="list-style-type: none"> • Aire acondicionado • Cocción/preparación alimentos • Agua caliente • Calefacción central
Comercial	<ul style="list-style-type: none"> • Carbón • Gas Ciudad • Gas Licuado de petróleo 	<ul style="list-style-type: none"> • Aire acondicionado • Cocción/preparación alimentos • Agua caliente • Calefacción central
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Gasolina • Diésel 	<ul style="list-style-type: none"> • Taxis • Buses

Fuente: Elaboración Propia, adaptado Ministerio de Energía y Minas Gas Natural pág. 08.

Industria del Vidrio

Las propiedades físico-químicas del gas natural han hecho posible la construcción de quemadores que permiten una llama que brinda la luminosidad y la radiación necesarias para conseguir una óptima transmisión de la energía calórica en la masa de cristal, dentro del

calentamiento en el horno de fusión de cristal. Asimismo, es importante mencionar que con el gas natural el producto final (vidrio) sale limpio.

Industria de Alimentos

En la producción de alimentos el gas natural se utiliza en los procesos de cocimiento y secado siendo el combustible que permite cumplir las exigencias de calidad ISO, que son requerimientos para ciertos productos de exportación.

Industria Textil

El gas natural en la industria textil es usado como combustible en las calderas de vapor, son múltiples los procesos donde el gas encuentra aplicaciones tan específicas que lo convierten en prácticamente imprescindible: aplicaciones de acción directa de la llama (chamuscado de hilos, chamuscado de tejidos), aplicaciones de calentamiento por contacto (abrasado, calandrado), aplicaciones de calentamiento por radiación (pre-secado, polimerización), aplicación por calentamiento directo por convección en secadoras consiguiendo ahorro energético (entre el 20 y el 30%).

Otro aspecto importante es el incremento de la producción (entre 10 y un 15%) debido al aumento de la velocidad de paso del tejido por el secador, que se puede conseguir realizando un pre-secado mediante placas infrarrojas situadas en la entrada y elevando la temperatura de secado por calentamiento directo del aire (Bonifacio, 2005).

Industria de Cerámicas

El gas natural ofrece a la industria cerámica ventajas, cuyo provecho viene determinado por el tipo de producto de que se trate y el equipo usado. En la fabricación de azulejos, porcelana, gres o refractarios, su utilización se traduce en un importante aumento de la producción, la mejora en la calidad de los productos y la optimización en la economía de la empresa. El gas natural disminuye la formación de manchas y decoloraciones de los artículos durante la cocción y secado; mejorando la calidad de los productos.

La aplicación del gas natural permite un incremento en la producción, que viene dado por una reducción de los tiempos de puesta en régimen de las instalaciones y la disminución de los volúmenes libres necesarios en los hornos entre las diferentes piezas cerámicas a tratar, lo que hace un mayor aprovechamiento de la capacidad del horno.

El gas natural incide de forma eficaz en la rentabilidad, al permitir utilizar los gases resultantes de la combustión en el secado directo de diferentes productos, disminuir sensiblemente los desechos, obtener un ahorro en mano de obra (consecuencia de la automatización conseguida) y una disminución de los gastos de mantenimiento, así como reducir el consumo específico y aumentar los espacios disponibles gracias a la ausencia de almacenamiento de Combustible.

Industria del Cemento

En la industria cementera el gas natural es utilizado en los hornos logrando que estos equipos sean más eficientes y tengan mayor vida útil, reducen sus costos de mantenimiento y los gases de la combustión del gas natural son menos contaminantes.

Industria Metalúrgica

El gas natural encuentra en este sector industrial un gran número de aplicaciones que valoran plenamente las propiedades específicas del gas. Sus características lo hacen apto para varios procesos de calentamiento de metales, tanto en la fusión como en el recalentamiento y tratamientos térmicos.

Con la utilización de esta energía se ofrece una mejor calidad de los productos gracias a la ausencia de sulfuración de los metales tratados por el nulo contenido de azufre y por la mayor oxidación de los metales en el calentamiento a causa de la disminución de excesos de aire en los equipos de combustión.

El gas natural en este sector aporta mayor duración de los refractarios de los hornos y de los intercambiadores de calor gracias a la ausencia de azufre y se logran mejores rendimientos térmicos gracias a la utilización de quemadores diseñados especialmente para el gas natural.

Industria Química y Petroquímica

El gas natural encuentra uno de los campos más amplios de utilización en la industria química, como fuente de energía, tanto para la producción de

vapor como para el calentamiento de las unidades de cracking y de reforming, permite una perfecta regulación de la temperatura; por el ajuste de la relación aire-gas y la uniformidad de composición del gas natural, presenta una nula corrosión de los haces tubulares gracias a la ausencia de impurezas y facilita la posibilidad de utilización del gas natural con mezcla variable de otros gases residuales disponibles en la industria gracias a la ductibilidad de los quemadores.

El metano y etano constituyen la materia base en procesos fundamentales de la petroquímica, tan importantes como por ejemplo la producción de hidrógeno, de metanol, de amoníaco, de acetileno, de ácido cianhídrico, etc. Todos estos fabricados se consideran punto de partida para la obtención de una amplia gama de productos comerciales.

Generación de Electricidad

El gas natural es el combustible más económico para la generación de electricidad, mejor rendimiento y produce menor impacto ambiental. Estas ventajas pueden conseguirse tanto en grandes como en pequeñas centrales y unidades de cogeneración termoeléctricas.

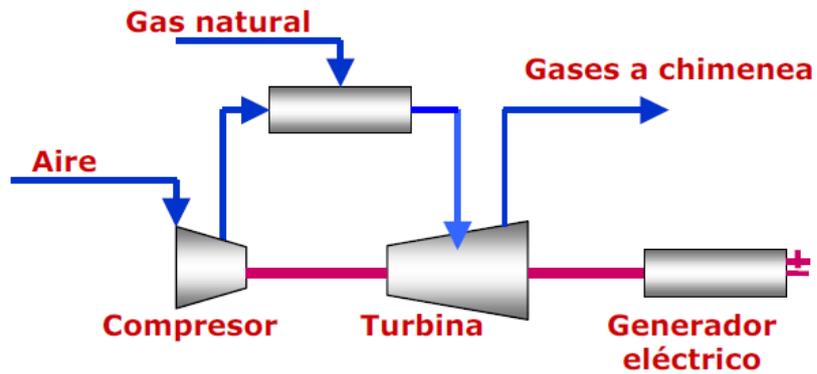
La generación de electricidad con gas natural es posible mediante el movimiento mecánico de las turbinas.

El uso de turbinas de gas para mejorar centrales existentes y en nuevas centrales de ciclo combinado permite alcanzar ahorros de energía de entre el 15 y el 50%.

Figura 10:

Generación de energía eléctrica con ciclo simple

Generación de energía eléctrica con ciclo simple

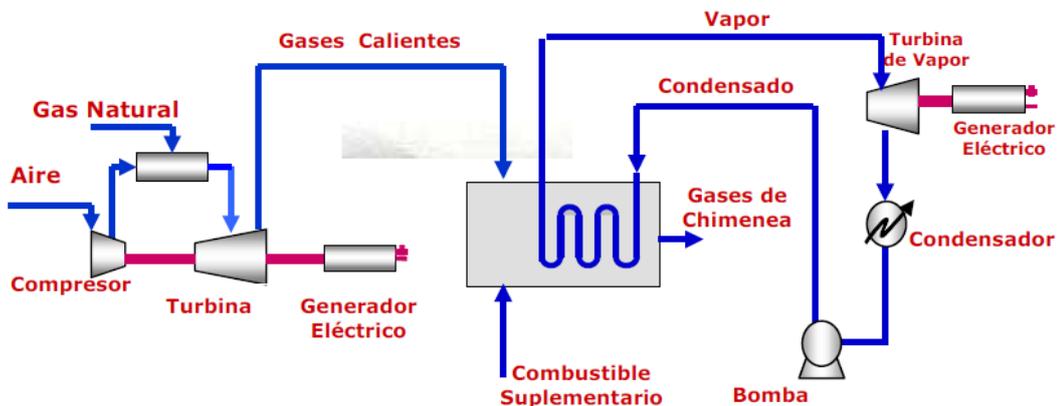


Fuente: Gas natural en el sector industrial – Dirección general de hidrocarburos – MINEM

Figura 11:

Generación de energía eléctrica con ciclo combinado

Generación de energía eléctrica con ciclo combinado



Fuente: Gas natural en el sector industrial – Dirección general de hidrocarburos – MINEM

Gas Natural para uso del transporte automotor

Se utiliza el gas natural comprimido conocido como GNV, que es comprimido a una presión de 205 bar en tanques de almacenamiento en las unidades vehiculares, este combustible puede ser utilizado en motores de combustión interna en reemplazo de las gasolinas, tiene un menor costo que las gasolinas, y menos incidencia en la contaminación ambiental.

Gas Natural para uso Comercial

El gas natural se utiliza como combustible en restaurantes, panaderías, lavanderías, hospitales, camales, sector avícola, y demás usuarios dedicados al comercio tanto para cocción de alimentos, secado de prendas, agua caliente, calefacción, entre otros requeridos.

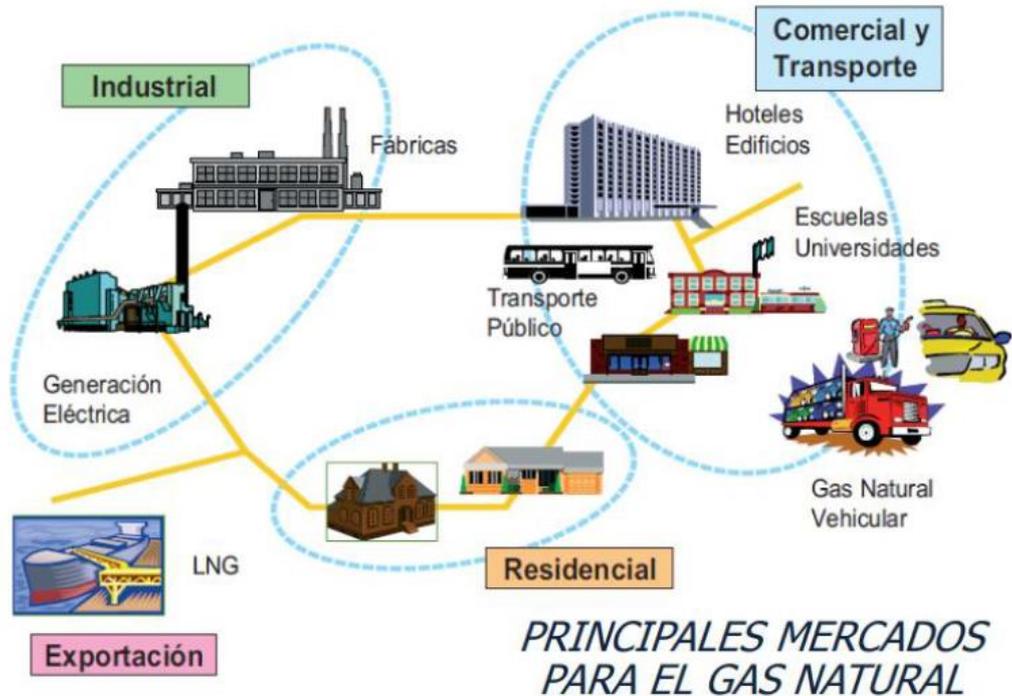
Gas Natural para uso Residencial

Esta categoría es la categoría (A) en la cual se ubican los hogares, que en su mayoría utilizan como fuente de consumo los siguientes gases domésticos:

- Cocina de 4 a 6 Hornillas.
- Terma del tipo termo tanque o de paso.
- Horno.
- Calefactor.

Figura 12:

Principales mercados para el gas natural



Fuente: Distribución del gas natural, Nevado, 2014

Ventajas del gas natural

Ventajas económicas

- Ahorros entre un 30 y 60% dependiendo del combustible a sustituir.
- Ahorro en almacenamiento y reducción de espacios utilizados en almacenamiento.
- Menores costos de mantenimiento.
- Se paga una factura después del consumo.
- Pago solo por el volumen consumido.
- Ventajas de la competitividad y productividad.

Ventajas Operacionales y de mantenimientos de equipos

- El gas natural está disponible en forma continua, no requiere tanques de almacenamiento disminuyendo los riesgos que ello implica y también los costos financieros.
- No requiere preparación previa a su utilización, como, por ejemplo, calentarlo, pulverizarlo o bombearlo como ocurre con el petróleo o el carbón.
- Los equipos y quemadores de gas natural son fáciles de limpiar y conservar.
- La combustión del gas natural puede finalizar instantáneamente tan pronto como cese la demanda de calor de los aparatos que lo utilizan, lo cual es muy adecuado para cargas variables e intermitentes.
- La regulación automática es sencilla y de gran precisión, manteniendo constante la temperatura o la presión al variar la carga.
- El rendimiento del gas natural en la combustión es superior al de otros combustibles.
- El uso del gas natural conserva mejor a los equipos y prolonga la menor cantidad de mantenimientos preventivos en su tiempo de uso.

Figura 13:

Cuadro de tiempos de mantenimientos preventivos con gas natural

Mantenimiento preventivo en el quemador	Tipo de combustible	
	Residuales	Gas natural
Control de la combustión y la eficiencia	Quincenal	Semestral
Limpieza y verificación del filtro del combustible	Quincenal	Semestral
Limpieza y verificación de electrodos	Quincenal	Semestral
Limpieza y verificación de las boquillas	Quincenal	Semestral
Verificación de válvulas solenoides	Quincenal	Semestral
Verificación de presostatos	Quincenal	Semestral
Limpieza y verificación de mirilla	Quincenal	Semestral
Limpieza y verificación de platos reflectores	Quincenal	Semestral
Limpieza y verificación de fotocelda IR/UV	Quincenal	Semestral
Verificación del programador de llama	Quincenal	Quincenal
Verificación del transformador de encendido	Quincenal	Quincenal
Verificación de la presión de combustible	Diario	Diario
Limpieza de chimeneas y ductos de gases	Semestral	Anual

Fuente: Gas natural en el sector industrial – Dirección general de hidrocarburos – MINEM

Ventajas de Seguridad

- El gas natural a diferencia de otros combustibles utilizados en la industria como el GLP es más ligero que el aire, por lo que al producirse algún evento de fugas del Gas Natural este se disipa rápidamente a la atmosfera, únicamente se requiere tener una buena ventilación (OSINERGMIN, Nevado, 2014).
- El servicio del gas natural es un servicio regulado, con esto el concesionario está obligado atender las emergencias reportadas en un tiempo máximo de una hora para lo cual cuenta con cuadrillas de emergencia disponibles todo el año las 24h del día, entiéndase por emergencia el reporte de olor a gas.

Ventajas Ambientales

- El gas natural es un combustible muy limpio comparado con los combustibles tradicionales lo que facilita el cumplimiento de exigentes normas ambientales. Una de las grandes ventajas del gas natural respecto a otros combustibles, es la baja emisión de contaminantes en su combustión.

Diseño en instalaciones de gas natural para la industria

A. Consideraciones generales.

Antes de conocer cómo se hallan los cálculos de las instalaciones debemos tener en cuenta las siguientes definiciones y conceptos:

- **Accesorio (fitting):** en un sistema de tuberías es usado como un elemento de unión, tal como un codo, una curva de retorno, una tee, una unión, un reductor con rosca en sus extremos (bushing), una cruz, o una tubería corta con rosca en sus extremos (nipple).
- **Aguas abajo:** se entiende por “aguas abajo de” o “corriente abajo de” a la expresión que ubica a un determinado objeto que se encuentra instalado después del punto de referencia en el sentido de la circulación del fluido.
- **Aguas arriba:** se entiende por “aguas arriba de” o “corriente arriba de” a la expresión que ubica a un determinado objeto que se encuentra instalado antes del punto de referencia en el sentido de la circulación del fluido.

- **Certificado:** se aplica este término para cualquier accesorio, componente, equipo de consumo, o para la instrucción de instalación del fabricante, el cual es investigado e identificado por una organización designada para comprobar que cumple con los estándares reconocidos o con los requisitos aceptados para la prueba.
- **Combustión:** proceso químico de oxidación rápida entre un combustible y un comburente que produce la generación de energía térmica y luminosa, acompañada por la emisión de gases de combustión y en ciertos casos partículas sólidas.
- **Condensado:** un líquido separado del gas natural seco (inclusive gas combustible) debido a una reducción en la temperatura o a un aumento en la presión.
- **Distribuidor:** concesionario que realiza el servicio público de suministro de gas natural seco por red de ductos a través del sistema de distribución.
- **Equipo de consumo:** un artefacto para convertir gas natural seco en energía e incluye a todos sus componentes. Puede ser una caldera, un horno industrial, etc.
- **Medidor:** instrumento utilizado para cuantificar el volumen de gas natural seco que fluye a través de un sistema de tuberías.
- **Presión máxima admisible de operación (MAPO):** es la presión de operación máxima que puede alcanzar la instalación en condiciones máxima demanda.

- **Presión de prueba:** presión a la cual es sometida el sistema antes de entrar en operación con el fin de garantizar su hermeticidad.
- **Presión de operación:** presión a la que deben operar satisfactoriamente las tuberías, accesorio y componentes que están en contacto con el gas natural seco en un sistema de tuberías. Esta será como máximo igual a la MAPO.
- **Purga:** eliminación de un fluido no deseado (gaseoso o líquido) del sistema.
- **Troncal (tubería principal):** es la tubería principal interna que conduce gas natural seco desde la salida de la estación de gas a las derivaciones de ramales o tuberías laterales para la conexión de un equipo de consumo.
- **Ramal (tubería lateral):** es la parte de un sistema de tuberías que conduce gas natural seco desde la tubería principal de la instalación interna a un equipo de consumo.
- **Regulador de presión:** dispositivo que reduce la presión del fluido que recibe y la mantiene constante, independientemente de los caudales que permite pasar y de la variación de la presión aguas arriba del mismo, dentro de los rangos admisibles. La regulación puede efectuarse en una o varias etapas.
- **Revestimiento:** sistema de protección de superficies metálicas contra la corrosión mediante el sellado de la superficie.
- **SDR:** relación entre el diámetro nominal externo de una tubería de polietileno y su espesor nominal de pared.

- **Separador/filtro:** conjunto de elementos prefabricados que responden a un proyecto particular y que se destinan a retener partículas sólidas y/o líquidas contenidas en el gas natural seco.
- **Tubería de superficie o aérea:** tubería a la vista, que no está en contacto con el suelo ni empotrada en la pared.
- **Tubería empotrada/oculta:** tubería que cuando está ubicada en una pared, en el piso, o en el techo de una construcción terminada, está escondida de la vista y solo puede ser expuesta por el uso de una herramienta.
- **Válvula:** instrumento colocado en la tubería para controlar o bloquear el suministro de gas natural seco hacia cualquier sección de un sistema de tuberías o de un aparato de consumo.
- **Válvula de alivio por venteo:** un artefacto diseñado para abrirse a fin de prevenir un aumento de la presión del gas natural seco en exceso, de un valor especificado debido a una emergencia o una condición anormal.
- **Válvula de seguridad de cierre rápido:** una válvula que corta automáticamente el suministro de gas natural seco en el sistema de tuberías.
- **Válvula de servicio:** es una válvula de cierre general del suministro del gas natural seco, instalada fuera del predio del usuario final y ubicada en la línea de servicio de la Distribuidora. La válvula de servicio constituye el punto de entrega del gas del Distribuidor al usuario industrial.

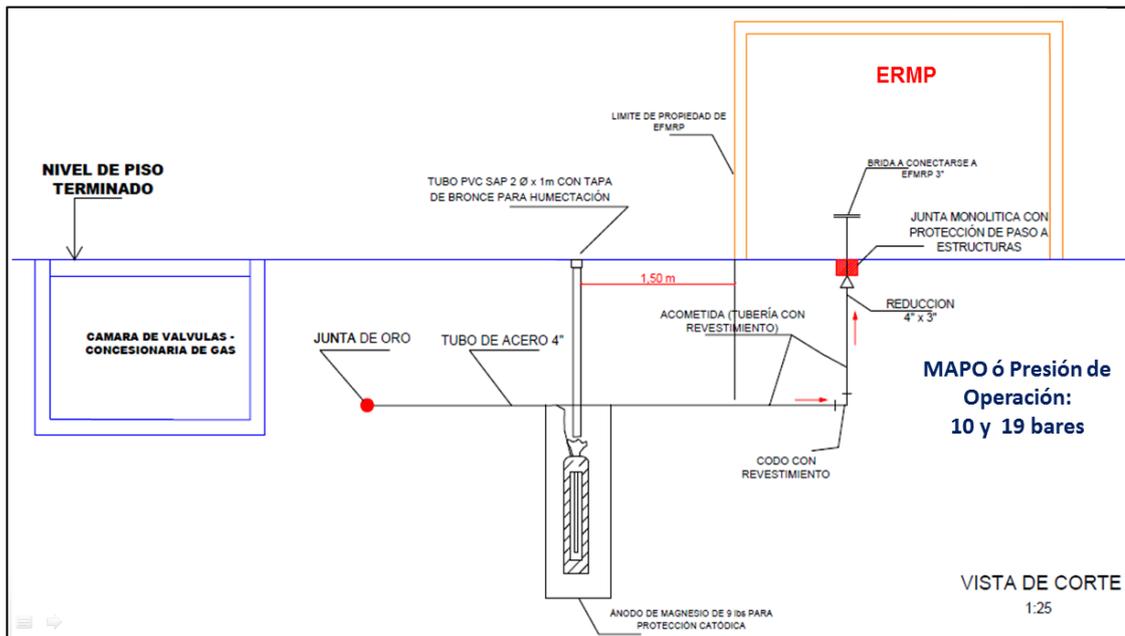
B. Etapas de las Instalaciones receptoras de gas natural

B.1 Accesorio de ingreso a la estación (AIE)

Es el tramo de tubería de conexión comprendido entre la válvula de servicio de la distribuidora hasta la brida de ingreso a la ERMP, puede ser en tubería de polietileno o acero dependiendo la configuración de la válvula de servicio.

Figura 14:

Esquema de AIE en tubería de acero



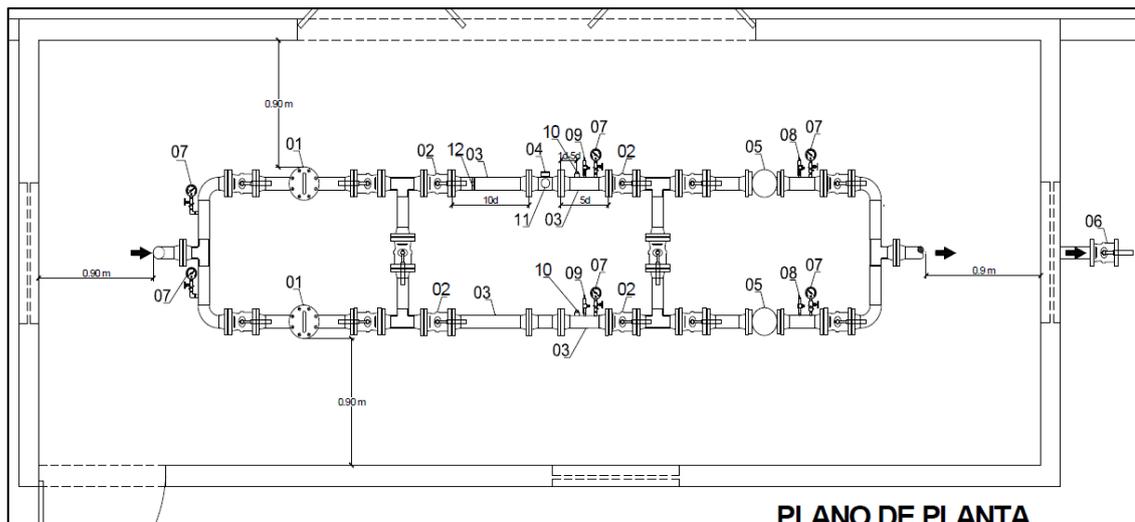
Fuente: Elaboración Propia

B.2 Estación de regulación y medición primaria (ERMP)

Conjunto de elementos instalados con el propósito de reducir y regular automáticamente la presión del fluido aguas abajo del punto de entrega y medir los volúmenes de gas consumidos. Asimismo, asegura que la presión no sobrepase de un límite prefijado ante fallas eventuales (NTP 111.010, Revisión 2014, pág. 8). Para su protección y seguridad el cliente construirá una caseta de tipo mampostería donde estará alojada la ERMP.

Figura 15:

Esquema de componentes de una ERMP



Item	Descripción
01	Filtro Separador de Polvo
02	Válvula de Bola de Paso Completo
03	Tubería con Rugosidad Acorde al AGA 7
04	Medidor Tipo Turbina de Alta Frecuencia
05	Regulador
06	Válvula de Bola Salida de ERMP
07	Manómetro
08	Válvula de Alivio
09	Válvula Blow Down
10	Transmisor de Temperatura
11	Transmisor de Presión

Fuente: Manual de gas natural para la industria – Contugas S.A.C

B.3 Instalación de red interna

Sistema de tuberías internas, que está comprendida entre la salida de la ERMP específicamente después de la válvula de corte general hasta el ingreso de los puntos para la conexión de los equipos de consumo. La red interna está contemplada por un conjunto de tuberías y accesorios requeridos y seleccionados para la conducción del gas natural.

Figura 16:

Instalación de red interna en acero



Fuente: Elaboración Propia

B.4 Estación de regulación secundaria (ERS)

Conjunto de elementos instalados con el propósito de reducir y regular automáticamente la presión del fluido aguas abajo de la Estación de Regulación y Medición Primaria. Su utilización se requiere cuando la presión de trabajo del equipo de consumo difiere de la presión de la ERMP regulada y asignada (NTP 111.010, Revisión 2014, pág. 8).

Seleccionar el regulador tener en cuenta: el caudal del equipo, presión de operación del equipo y la presión de ingreso al regulador.

Figura 17:

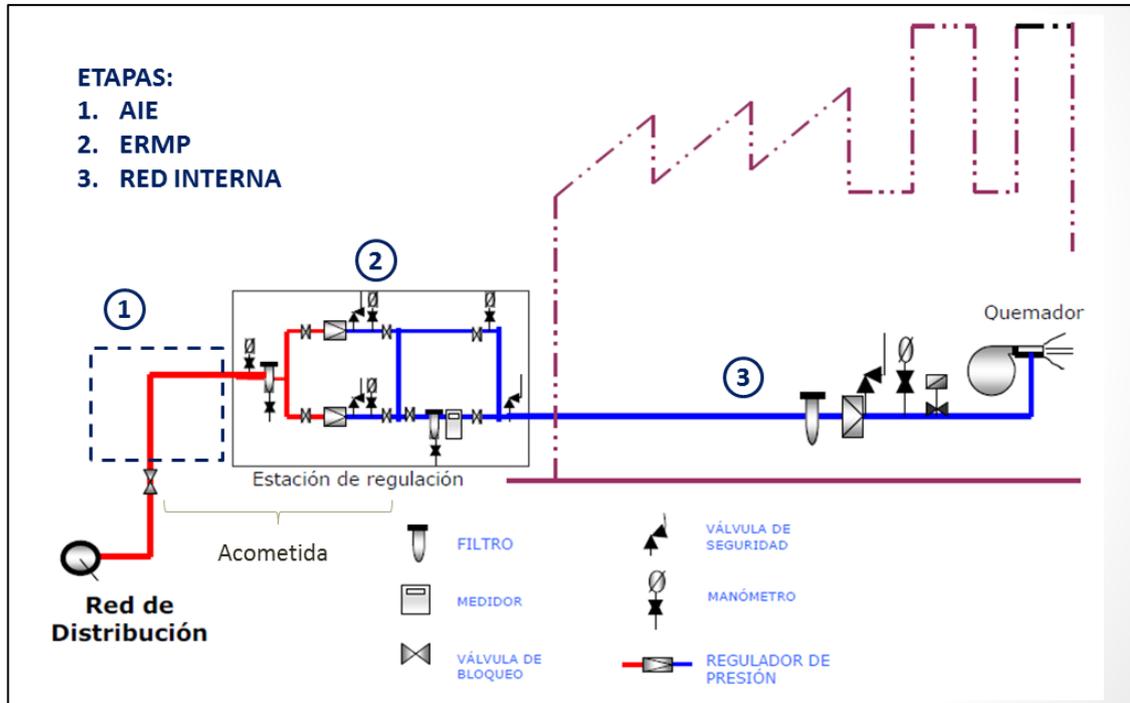
Estación de regulación secundaria



Fuente: Elaboración Propia

Figura 18:

Esquema de una instalación de gas natural en una industria



Fuente: Gas natural en el sector industrial – Dirección general de hidrocarburos – MINEM

C. Las Presiones en diferentes etapas de la instalación

La regulación de presión en las redes de distribución de gas, va permitir el correcto funcionamiento de los quemadores que tienen los equipos, siendo estas presiones de operación finales alrededor de 25 a 35 mbar generalmente. La regulación de presión del gas natural se da de la siguiente forma, teniendo en cuenta que la presión de ingreso a la planta viene de la red de distribución en la ciudad y pasa por la primera etapa del AIE puede ser de 5 a 19 bar en tuberías de acero al carbono y de 1 a 5 bar en tuberías de polietileno de alta

densidad, se tiene en seguida la ERMP como segunda etapa la cual regulara a ≤ 4 bar en la salida de esta, la cual se distribuye en toda la red interna como tercera etapa pero aguas abajo también se reducirá la presión con una ERS la cual tiene como salida presiones ≤ 0.360 bar, esta presión llega a un tren de combustión de gas e ingresa al quemador entre 25 a 35 mbar la cual sería su presión de trabajo.

Figura 19:

Presiones en diferentes etapas de la instalación



Fuente: Elaboración Propia

D. Selección de materiales de tuberías en instalaciones internas

En las instalaciones internas industriales de gas natural se podrán utilizar los siguientes tres materiales: acero, cobre y polietileno (PE).

La selección del material se hará entre otros, en función de:

- El lugar en que se ubicará la tubería
 - La presión
 - El diámetro necesario
 - Los riesgos de corrosión específicos
 - Circunstancias o factores de deterioro específicos.
 - La disponibilidad del material en el mercado local
- Con respecto a su ubicación de la tubería tenemos la siguiente tabla:

Tabla 2:

Materiales de tubería según su ubicación

Tubería subterránea	Tubería de superficie
Acero revestido / PE / Cobre revestido	Acero pintado / Cobre

Fuente: Norma Técnica Peruana 111.010 (2014). Gas Natural Seco. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales [Norma].

- No se podrán usar otros materiales tales como: caucho, policloruro de vinilo (PVC), asbesto-cemento, hierro fundido, plomo, y tuberías de polietileno destinadas a aplicaciones distintas que no cumplan con normas específicas para gas natural (por ejemplo, distribución de agua).

- Las tuberías y los accesorios retirados de una instalación de gas natural seco, o de una instalación que ha transportado gas licuado de petróleo (GLP) pueden ser vueltos a emplear para conducir gas natural seco, siempre que se determine que las tuberías y los accesorios que se van a reutilizar cumplan con las exigencias de la norma técnica peruana 111.010 y las tuberías y los accesorios que van a ser reutilizados hayan sido limpiados, inspeccionados, probados y cumplan con los requerimientos de la norma técnica peruana. Las instalaciones industriales existentes cuyo sistema de tuberías está transportando GLP, pueden ser vueltos a emplear para conducir el gas natural seco, siempre que, las tuberías y accesorios cumplan con las exigencias normativas y consideraciones para los materiales y las pruebas de hermeticidad indicadas en la norma técnica peruana 111.010.
- Las tuberías de acero deberán cumplir con la última edición de las normas: API 5L, ASTM A 53, ASTM A 106 o ANSI/ASME B 36.10 o equivalente. De manera general se evitará, para las tuberías metálicas, el uso de diámetros muy pequeños (inferiores a 12,7 mm o ½") que podrían ser susceptibles de ser involuntariamente dañados o doblados.
- Las tuberías de acero de superficie serán protegidas contra la corrosión con pintura o galvanización, o ambas. Para realizar una correcta protección contra la corrosión de tuberías de acero no galvanizadas se ha de realizar, como mínimo, lo siguiente:

- Limpieza mecánica (arenado o granallado) o manual para desprender el óxido y la suciedad adherida, mediante cepillado y desengrasado de la tubería.
 - Aplicación de una imprimación anticorrosiva adecuada.
 - Aplicación de una pintura de acabado para exteriores (dos capas como mínimo)
- Las tuberías de acero subterráneas deberán ser protegidas contra la corrosión con un revestimiento adecuado y protección catódica. Si este revestimiento es de polietileno, deberá ser conforme a la norma DIN 30670 o equivalente. El uso de citas (Polyguard) o pinturas epoxilicas estarán sujetos a aprobación por la entidad competente.
 - Las tuberías de polietileno deberán cumplir con la última edición de las normas: ISO 4437, UNE 1555-1, UNE 1555-2, UNE 1555-5 y la NTP 111.021, también es aplicable en las instalaciones internas industriales la norma ASTM D 2513. El color de la tubería de polietileno será amarillo o naranja para los diámetros manejados.
 - Los espesores de pared en tuberías de polietileno se presentan en SDR 17 (menor espesor mínimo de pared) y SDR 11 (mayor espesor mínimo de pared)
 - Las tuberías de polietileno vienen en presentaciones en PE100 y PE80 según el mercado comercial.

Tabla 3:

SDR para las presiones de operación descritas

Resina	SDR 17	SDR11
PEMD PE 80	No usar	4 Bar
PEAD PE 100	6 Bar	6 Bar

PEMD: Polietileno de media densidad

PEAD: Polietileno de alta densidad

Fuente: Norma Técnica Peruana 111.010 (2014). Gas Natural Seco. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales [Norma].

E. Condiciones básicas para el calculo

- Toda la instalación deberá estar dimensionada para abastecer el caudal requerido por los equipos en su potencia nominal y las ampliaciones futuras.
- Los elementos componentes de la instalación y los reguladores de presión deberán ser aptos para soportar la presión máxima de suministro acorde a la RSFS (19.00 bar).
- Los elementos a partir de la primera regulación se diseñarán o seleccionarán considerando: la máxima presión a la que pondrán estar sometidos en caso de fallo, la caída de presión permitida entre el punto de suministro y los equipos de consumo, la longitud de la tubería, cantidad de accesorios, la gravedad específica y poder calorífico del gas natural seco.
- En todos los puntos de la instalación la velocidad de circulación del gas deberá ser siempre inferior a 30 m/s, para evitar vibraciones y

ruidos excesivos en el sistema de tuberías. (NTP 111.010, Pág. 28, Rev. 2014).

- El tramo de tubería comprendida entre la válvula de bloqueo de servicio del distribuidor de gas y la entrada a los reguladores de la Estación de Regulación de Presión y Medición Primaria, se calculará con una caída de presión máxima no superior al 10 % de la presión mínima de suministro. (NTP 111.010, Pag 27, Rev. 2014).
- Los tramos de la red interna comprendidos entre dos etapas de regulación se calcularán con una caída máxima del 50 % de la presión regulada al comienzo de esos tramos. El cálculo de estos tramos deberá garantizar las condiciones mínimas de presión y caudal requerido por los equipos de consumo ubicados aguas abajo. (NTP 111.010, Pág. 28 Rev. 2014).

F. Cálculos y fórmulas para la selección de tubería

Para el cálculo del dimensionamiento de las tuberías se utilizarán fórmulas de cálculo reconocidos en las normas y de fluidos, las cuales deben considerar el rango de presión de cálculo. Los datos obtenidos deberán responder por lo menos, a las exigencias o parámetros de diseño:

- Caudal de equipo consumo:

$$Q_n = \frac{P_n}{P.C.S} \quad \dots (1)$$

Dónde:

P_n : Potencia nominal de utilización simultánea.

Q_n : Caudal máximo simultáneo Sm^3/h

PCS : Poder calorífico superior del gas.

Las unidades de P_n y PCS deberán, considerar las distintas unidades en la que los equipos utilizados especifican las potencias de placa en BHP, kW, BTU/h, kcal/hr, etc.

- 1 BHP = 33,471.40 BTU/h = 8,434.65 kcal/h = 9.807 kW
 - 1 kW = 3,413 BTU/h = 860 kcal/h
 - Poder calorífico superior del Gas Natural = 9,500 kcal/m³ = 11,046 kW.hr/m³
 - Densidad relativa del gas natural 0,61
- La fórmula de Poole para presiones hasta un máximo de 5KPa (50mbar).

$$Q = \sqrt{\frac{D^5 \cdot h}{2 \cdot s \cdot l}}$$

... (2)

Dónde:

h : Pérdida de carga en mm de H₂O.

s : Densidad relativa del gas natural seco.

l : Longitud equivalente (m).

Q : Caudal m³/h a condiciones estándar.

D : Diámetro (cm).

- Formula de Renouard cuadrática simplificada para presiones en el rango de 0 bar a 4 bar (0Kpa a 400Kpa); válida para $Q/D < 150$.

$$P_A^2 - P_B^2 = 48.6. s. L. \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}} \quad \dots (3)$$

Dónde:

P_A y P_B : Presión absoluta en ambos extremos del tramo en Kg/cm²

s : Densidad relativa del gas natural seco

L : Longitud equivalente del tramo en (m)

Q : Caudal m³/h a condiciones estándar

D : Diámetro (mm)

- Para el cálculo de la velocidad de circulación del fluido se utilizará la siguiente formula.

$$v = \frac{365,35. Q}{D^2. P} \quad \dots (4)$$

Dónde:

Q : Caudal a condiciones estándar m³/h

P : Presión absoluta de cálculo en bar o Kg/cm²

D : Diámetro interior de la tubería en mm

v : Velocidad lineal en m/s

La velocidad de circulación en las instalaciones debe ser inferior a 30 m/s, esto es para prevenir niveles de ruido excesivo y erosiones en las tuberías.

- Longitud equivalente; para fines de cálculo y simplificación del mismo, se toma la longitud equivalente como el 20% más, de la longitud real del tramo.

$$L_{eq} = 1,2 \times L_{real}$$

... (5)

- Cálculo de resistencia de tubería de acero

Para el cálculo de resistencia de tuberías, nos basaremos en la Norma ASME B 31.8 el cual establece que, para los sistemas de tuberías de gas, el espesor nominal de pared para una presión de diseño dada se deberá determinar mediante la fórmula.

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

... (6)

Dónde:

t = Espesor nominal de Paredes

P = Presión de diseño

D = Diámetro nominal

S = Tensión mínima de fluencia

F = Factor de diseño

E = Factor de junta soldada

T = Factor de disminución de temperatura

G. Instalación de tuberías

Las tuberías de gas deben instalarse, en la medida de lo posible, en líneas rectas, debiéndose evitar los cambios de dirección innecesarios, las tuberías deberán ser instaladas de manera que sean fácilmente accesibles para la inspección y el mantenimiento.

Asimismo, que su operación no presente dificultades ni implique riesgos. Se deberán prever elementos de unión suficientes tales como bridas, uniones dobles, otros, que permitan el cambio de los elementos y/o aparatos que componen la instalación. No deben instalarse tuberías a menos de las distancias mínimas respecto a otras inmediaciones de cables eléctricos, tuberías de calefacción u otras instalaciones que puedan causar daños.

Tabla 4:

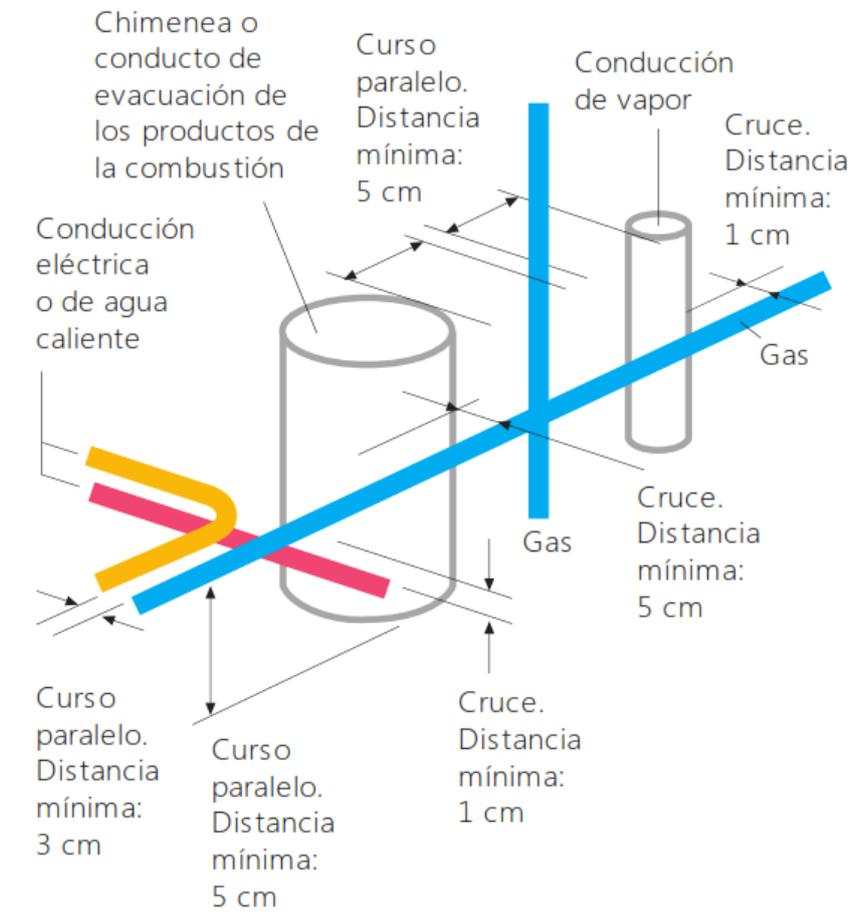
Distancias mínimas entre tuberías que conducen gas instaladas a la vista o embebidas y tubería de otros servicios

Tubería de otros servicios	Curso paralelo	Cruce
Conducción agua caliente	3 cm	1 cm
Conducción eléctrica	3 cm	1 cm
Conducción de vapor	5 cm	5 cm
Chimeneas	5 cm	5 cm

Fuente: Norma Técnica Peruana 111.010 (2014). Gas Natural Seco. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales [Norma].

Figura 20:

Distancias mínimas de separación de una tubería vista con otras inmediaciones



Fuente: Norma Técnica Peruana 111.010 (2014). Gas Natural Seco. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales [Norma].

Todo el trazado deberá cumplir con los siguientes enunciados de la NTP 111.010 (2014).

- Las tuberías de gas deben instalarse, en la medida de lo posible, en líneas rectas, debiéndose evitar los cambios de dirección innecesarios.

- Las tuberías deberán ser instaladas de tal manera de evitar tensiones. Los cambios de dirección en las tuberías metálicas se deberán realizar por medio de accesorios normalizados, no pudiendo en consecuencia efectuarse doblado de tuberías. En el caso de tuberías de polietileno, los cambios de dirección por medio de curvas se podrán efectuar con un mínimo de 25 veces el diámetro nominal de la tubería, siempre en acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes.
- Está prohibido instalar tuberías de gas en el interior de otros conductos o canalizaciones utilizadas para fines distintos como, por ejemplo, las tuberías de ventilación o los conductos para la evacuación de desperdicios, pozos de ascensores, desagües, sistemas de alcantarillado, etc.
- Si las tuberías están instaladas en ductos, estos deberán tener uniones soldadas. Así mismo, deberán contar con ventilaciones inferiores y superiores, y ser accesibles para el mantenimiento y la inspección.
- No se podrán instalar tuberías en pasadizos donde vehículos o personas puedan dañarlas, tropezando, golpeándolas o ejerciendo presión sobre ellas
- El contacto con productos químicos o humedad constante debe evitarse instalando las tuberías como mínimo, a 5 cm por encima del nivel del suelo o piso.

- La tubería de gas deberá estar conectada con la puesta a tierra de la instalación eléctrica.
- Las tuberías deberán contar con soportes intermedios en intervalos regulares, de acuerdo a su peso y diámetro acorde a la tabla 2.6.

Tabla 5:

Distancias mínimas entre tuberías que conducen gas instaladas a la vista o embebidas y tubería de otros servicios

DN de la tubería rígida (pulgadas)	Distancia entre soportes		DN de la tubería flexible (pulgadas)	Distancia entre soportes	
	m	pies		m	pies
1/2	1,85	6	1/2	1,25	4
3/4 o 1	2,45	8	5/8 o 3/4	1,5	6
1 1/4 o mayores (horizontales)	3,0	10	7/8	2,45	8
1 1/4 o mayores (verticales)	Una en cada nivel o piso		---	---	---

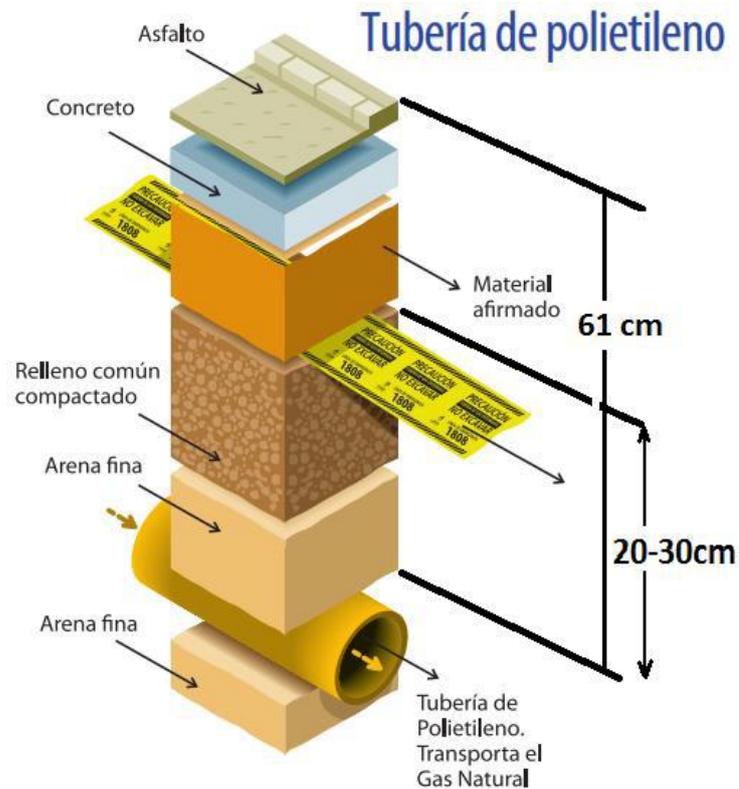
Fuente: Norma Técnica Peruana 111.010 (2014). Gas Natural Seco. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales [Norma].

- Para la instalación de tuberías subterráneas:
 - Los materiales que se pueden utilizar son el acero revestido, el polietileno y el cobre revestido, según especificación de materiales anteriormente definida.
 - Se recomienda uniones soldadas para el acero y el cobre y uniones por fusión para el polietileno en el caso de instalaciones subterráneas.

- La profundidad de enterramiento medida sobre la generatriz superior del tubo será de 60 cm como mínimo en todo su recorrido y deberá estar sobre un lecho de arena.
- Dentro de la zanja, la distancia con respecto a otras tuberías o cables debe ser, como mínimo 20 cm en tramos paralelos y 10 cm en los puntos de cruce.
- No deben instalarse tuberías subterráneas debajo de edificio o construcciones.
- La unión de los tubos de polietileno se realizará por soldadura a tope o por soldadura por electrofusión, utilizando los accesorios adecuados en cada caso.
- Antes de ingresar las tuberías en el recinto industrial, deberá efectuarse la transición de PE a acero/cobre a 1 metro de distancia del muro exterior.
- Se deberán instalar carteles o una señalización adecuada para advertir la ubicación de la tubería enterrada.
- Se colocará una banda de señalización a una distancia de la tubería, por encima, que cubra como mínimo el ancho de la tubería.

Figura 21:

Estratificación de la tapada mínima para tubería de polietileno



Fuente: Guía de PPD Calidda, mayo 2017

- Para la instalación de tuberías de superficie:
 - Las estructuras en las que se fijan las tuberías deben ser sólidas. Las tuberías no deben estar sujetas a ningún tipo de tensión.
 - Las uniones y los accesorios mecánicos deben quedar visibles.
 - Las tuberías que pasen a través de un muro o un suelo, deberán hacerlo instalando una camisa, pasta no endurecible o tubo plástico alrededor de las mismas, se recomienda plásticos con buenas características mecánicas como el PVC o PE.

- Si la tubería se instala en un conducto, deberán cumplirse los siguientes requisitos:

El conducto deberá ser recto. Sus paredes deberán ser ignífugas. La ventilación se efectuará por medio de dos aberturas, la más baja deberá ser de 200 cm² y la superior de 250 cm².
 - Todas las tuberías expuestas deberán pintarse de amarillo canario, a excepción de las tuberías de cobre, en la medida que queda evidente que estas conducen gas.
 - El espesor final de pintura será como mínimo de 254 micrones y se utilizará los colores de la siguiente manera e la ERMP:
 - ✓ Amarillo (RAL 1004) para las tuberías y válvulas.
 - ✓ Color blanco (RAL 9010) para los filtros
 - ✓ Color verde (RAL 6002) para los soportes
 - ✓ Color rojo (RAL 3001) para reguladores, salvo indicación particular en las especificaciones de los equipos.
 - La instalación deberá tener un grado de arenado o granallado SSPC SP 5 de acuerdo a la norma americana, antes de la aplicación de la pintura.
- Distancias de las tuberías a paredes y techos. Para facilitar las operaciones de limpieza, revisión y mantenimiento, es recomendable que las tuberías estén separadas una cierta distancia de paredes y techos, y a continuación se indican cuáles son las distancias mínimas aconsejables en cada caso:

- Distancia a paredes: La distancia de separación entre una tubería de gas y una pared en la que se instale discurriendo paralelamente a la misma será, como mínimo, la equivalente a su radio exterior y en ningún caso inferior a 10 cm.
 - Distancia a techos: La distancia de separación entre una tubería de gas y un techo en el que se instale discurriendo paralelamente al mismo será, como mínimo, de 10 cm.
- Las principales técnicas de uniones que deben utilizarse para las uniones en la construcción de nuevos sistemas de tuberías:

Tabla 6:

Técnicas para las uniones de tuberías

Material de la tubería	Técnica de empalme		
Cobre	Soldadura fuerte (temperatura de fusión > 450°C)		
Polietileno	Unión de tope por termofusion o cuplas de electrofusion		
Acero	Diámetro ≤ 5,08cm (2 pulg)	Diámetro > 5,08 cm (2 pulg)	
Acero negro	Junta roscada o soldada	Soldadura	Bridas
Acero galvanizado	Junta roscada	----	----

Fuente: Norma Técnica Peruana 111.010 (2014). Gas Natural Seco. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales [Norma].

H. Pruebas y ensayos a las instalaciones

- Prueba de Hermeticidad.
- Después la construcción del sistema de tuberías, esta deberá ser probada para verificar su hermeticidad, utilizando como fluidos el aire, nitrógeno o cualquier gas inerte, mas no oxígeno o un gas combustible. El propósito es encontrar y eliminar toda pérdida en la instalación. La prueba deberá efectuarse aumentando la presión gradualmente y tomando las medidas de seguridad que corresponda.
- La prueba de presión de hermeticidad deberá ser de 1,5 veces la presión máxima admisible de operación (MAPO) por un lapso no menor a 2 horas. En el caso de sistemas de tuberías con una MAPO de 60 mbar o menos, la presión de la prueba de hermeticidad deberá ser 100 mbar como mínimo.
- Se elaborará el acta de hermeticidad que deberá incluir como mínimo lo siguiente:
 - ✓ Identificación de la instalación comprobada, con plano correspondiente.
 - ✓ Resultados de las pruebas de comprobación, que incluye presiones antes y después de las pruebas, duración y resultados.
 - ✓ Nombre y fecha de la empresa que efectúa la prueba.
 - ✓ Nombre y fecha del verificador.

- Ensayos no destructivos (END) de las juntas soldadas.
- Los ensayos que se deben realizar para las juntas soldadas en general son:
 - ✓ Radiografía (juntas a tope)
 - ✓ Tintes penetrantes (juntas a socket)
 - ✓ Inspección visual.
- Todas estas pruebas serán avaladas por un inspector con acreditación por una institución reconocida para la realización.
- Inspección radiográfica. La radiografía de las soldaduras estudia la forma de obtener e interpretar la imagen fotográfica producida al incidir rayos X sobre una placa sensible, después de haber atravesado una unión soldada. En esta práctica se utiliza un equipo de rayos X, radiaciones electromagnéticas al igual que la luz visible, pero de longitudes de onda diferentes (de mayor energía).
- Esta técnica permite obtener información de los defectos superficiales o internos presentes en las uniones soldadas; mediante una normativa y en función de la magnitud de cada tipo de imperfección se asigna un nivel de calidad a cada soldadura o producto soldado.

2.1.2. Aspectos Normativos

- D.S 042-99-EM Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos, Decreto Supremo N° 042-99-EM. y sus modificatorias.
- Ley N° 28611 Ley General del Ambiente, el Reglamento para la Protección Ambiental en Actividades de Hidrocarburos, aprobado por Decreto Supremo N° 015-2006-EM, sus normas modificatorias, complementarias y conexas y además disposiciones pertinentes.
- NTP 111.010 GAS NATURAL SECO. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales.
- NTP 111.021 GAS NATURAL SECO. Distribución de gas natural seco por tuberías de polietileno.
- NTP 399.012 Colores de Identificación de Tuberías para Transporte de Fluidos en Estado Gaseoso o Líquido en Instalaciones Terrestres y Envases.
- ASME B 31.8 Gas Transmissions and Distribution Piping Systems.
- EN-1555 Sistemas de tuberías plásticas para suministro de combustibles gaseosos.
- Disposiciones de concesionaria: Manuales de Construcción, procedimientos específicos, instructivos para las instalaciones industriales.

Reglamentación de referencia:

- RNE Reglamento Nacional de Edificaciones vigente a la fecha, en todo lo aplicable.
- CNE Código Nacional de Electricidad - Suministro y utilización, vigente a la fecha, en todo lo aplicable.
- ANSI B16.5 Steel Pipe Flanges and Flanged Fittings.
- API 5L Line Pipe.
- API 6D Pipeline Valves.
- API 1104 Standard for Welding Pipelines and Related Facilities.
- ANSI/BPV Code Boiler and Pressure Vessel Code, section VIII and IX.
- ASTM A 53 Pipe, Steel Black and Hot-Dipped, Zinc Coated Welded and Seamless.
- ASTM A 105 Forging, Carbon Steel, for Piping Components.
- ASTM A 106 Seamless Carbon Steel Pipe for High Temperature Services.
- AGA Gas Measurements Manual Part 2 -Displacement Metering.
- NACE RP-01-69 Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping System
- NFPA 1 Fire Prevention Code.
- ISO 1027-1983 Radiographic Image Quality Indicators for Non-Destructive Testing-Principles and Identification.

2.1.3. Simbología técnica

Figura 22:

Simbología técnica en instalaciones internas industriales

SIMBOLOGIA	
	FILTRO DE POLVO DE 5 MICRAS
	MANOMETRO DE PRESION
	MEDIDOR ROTATIVO DE ALTA FRECUENCIA
	VALVULA REGULADORA
	FILTRO Y
	VALVULA ESFERICA
	TRANSICION AC/PE
	VALVULA DE ALIVIO
	BRIDA CIEGA
	REDUCCION
	COMPUTADOR DE FLUJO

Fuente: Elaboración Propia

2.2. Descripción de las actividades desarrolladas.

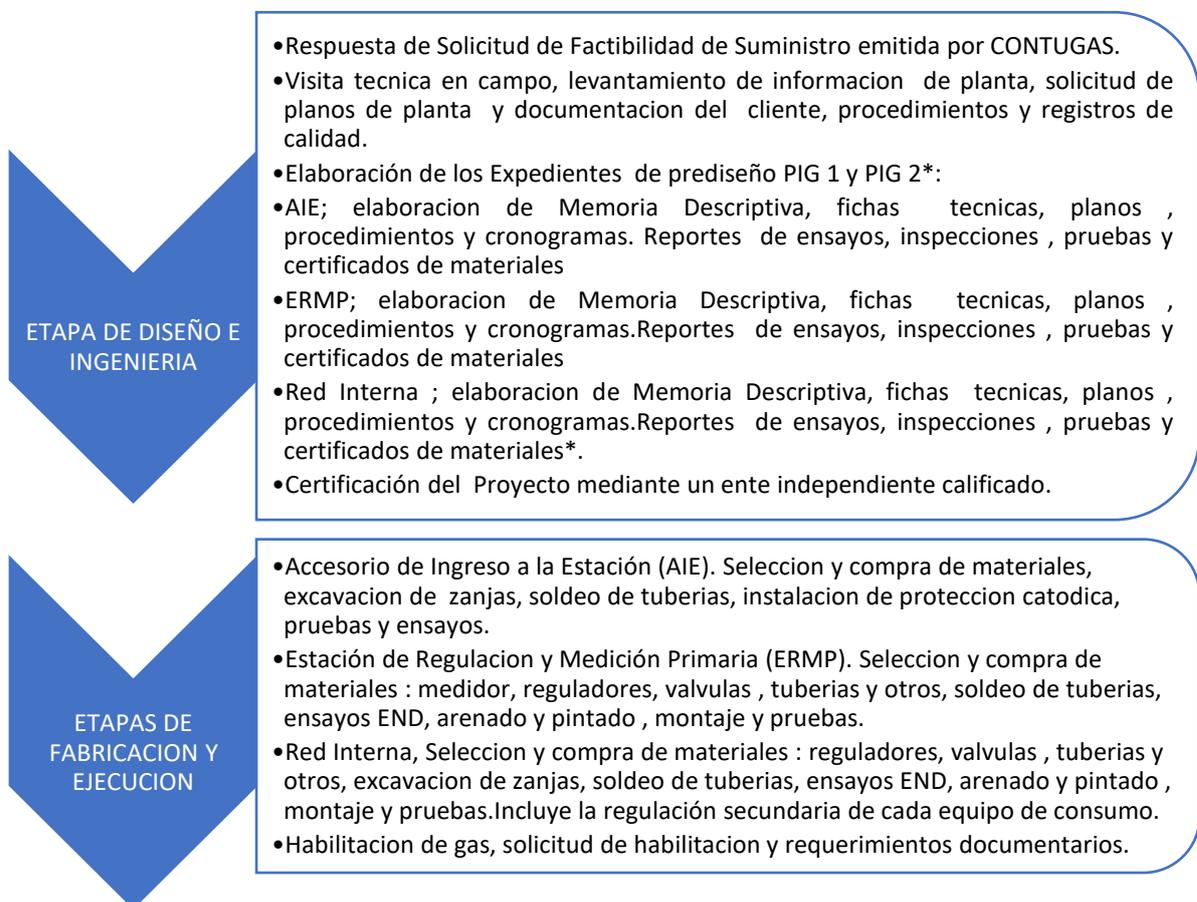
Las actividades desarrolladas para el presente proyecto fueron realizadas mediante las normativas vigentes y las disposiciones de la concesionaria: Manuales de Construcción, procedimientos específicos, instructivos para las instalaciones industriales – IIN-MA-GI-003.

2.2.1. Etapas del Informe

Para el presente proyecto realizado consta de una etapa de diseño e ingeniería según lo solicitado en el check list de la concesionaria (ver anexo N° 1) y tres etapas constructivas.

Figura 23:

Etapas del proyecto de instalación interna industrial de gas natural



Fuente: Elaboración Propia

2.2.2. Diagrama de flujo

Figura 24:

Diagrama de flujo del proceso de elaboración e instalación del proyecto

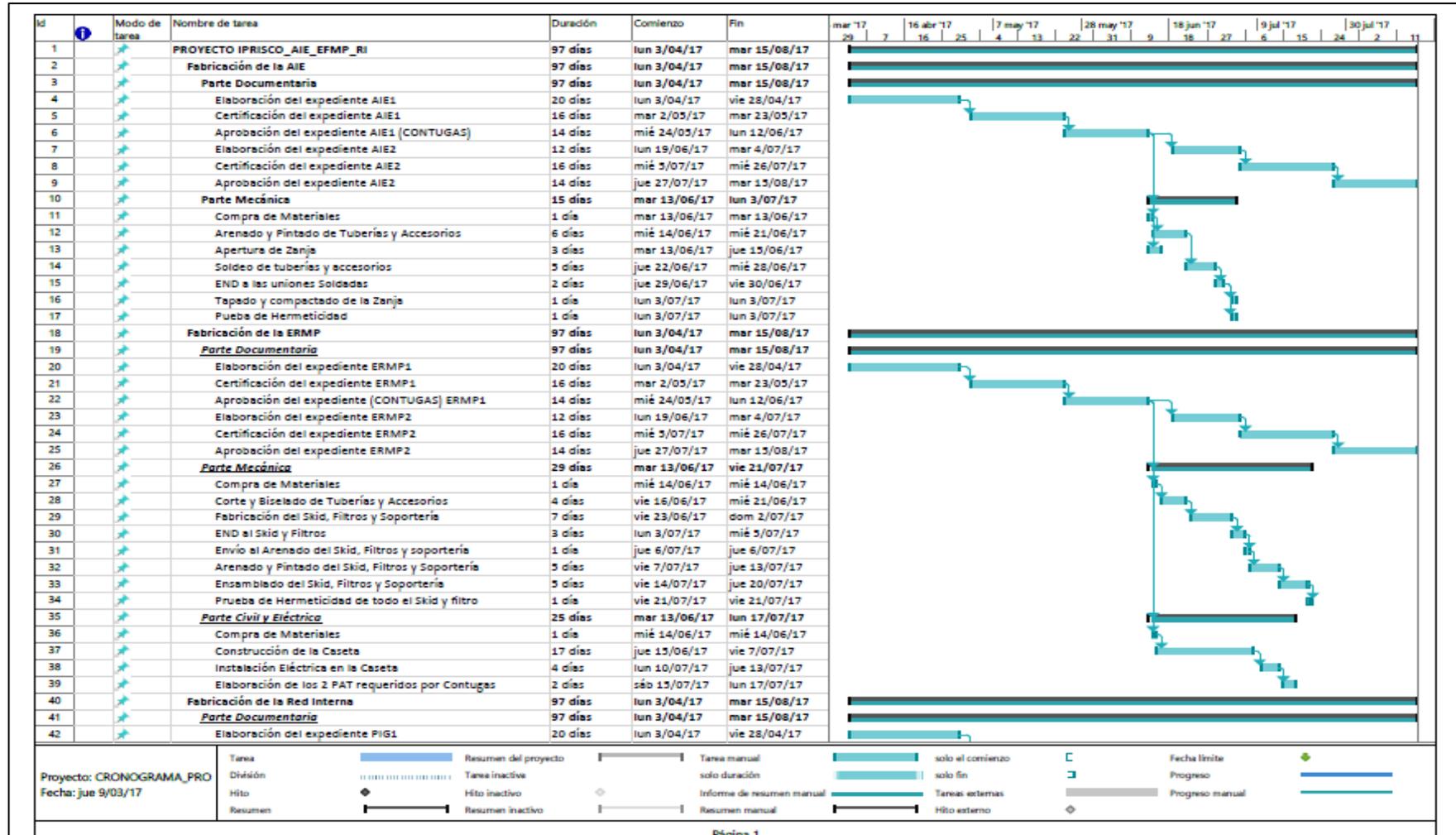


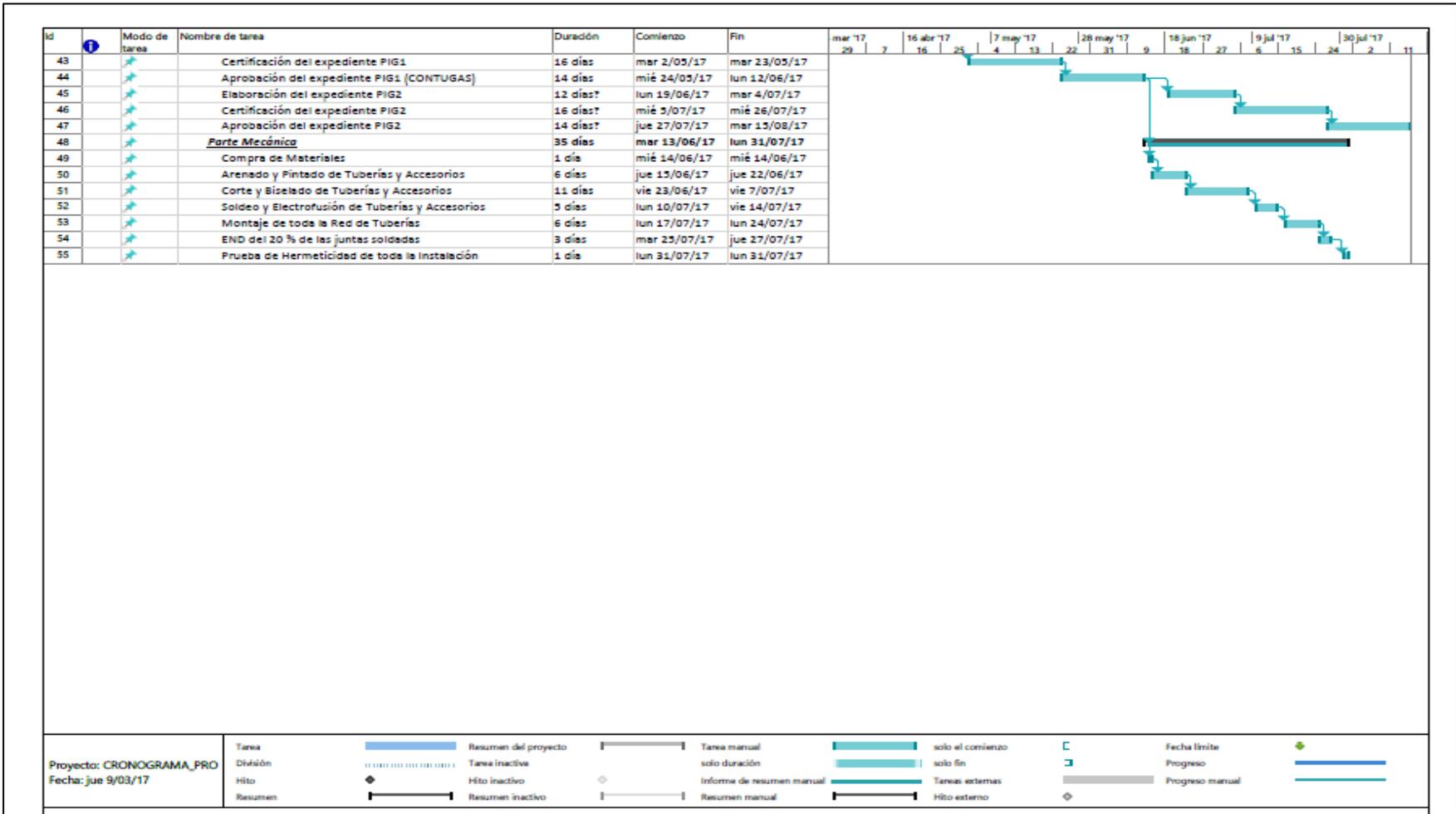
Fuente: Elaboración Propia

2.2.3. Cronograma de actividades

Figura 25:

Cronograma del proyecto IPRISCO





Fuente: Elaboración Propia

III. APORTES REALIZADOS

En las instalaciones de la planta de IPRISCO se realizó los cálculos de consumo de gas natural en (m^3/h) de los equipos de consumo a conectar, según sus placas de fabricación luego y con los parámetros de diseño obtenidos de la Respuesta de Solicitud de Factibilidad de Suministro (RSFS), (ver anexo N° 2), solicitado al cliente que fueron elaborados y emitido por la concesionaria se determinaron los diámetros de tuberías, accesorios y equipos adecuados a seleccionar e instalar.

Aplicando la formula (1) de la página 53, hallamos los caudales correspondientes en (m^3/h) de cada equipo y el caudal total para los cálculos correspondientes.

Tabla 7:

Descripción de equipos de consumo

ITEM	EQUIPOS	CANTIDAD	POTENCIA	CAUDAL EQUIPO (m^3/h)	CAUDAL PARCIAL (m^3/h)
1	CALDERA 1	1	80 BHP	72.21	72.21
2	CALDERA 2	1	150 BHP	135.45	135.45
3	CALDERA 3	1	250 BHP	225.68	225.68
4	SECADOR INDUSTRIAL	1	165000 BTU	4.42	4.42
5	COCINA INDUSTRIAL 4 Q/CU	3	48 KW	4.08	12.24
CAUDAL TOTAL DE CONSUMO (m^3/h)					450.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8:

Parámetros de diseño

PARÀMETROS DE DISEÑO	
Presión de Diseño	19 bar
Presión Máxima de Suministro	19 bar
Presión Mínima de Suministro	5 bar
Presión de operación normal	2.5 bar
Presión de Prueba	3.75 bar
Caudal Máximo Autorizado	450.00 m3/h

Fuente: Elaboración Propia

3.1. Planificación, ejecución y control de las etapas

3.1.1. Cálculo del accesorio de ingreso a la estación - AIE

El accesorio de ingreso a la estación, comienza aguas abajo de la válvula de servicio de la concesionaria, lo cual consta en conectar hasta el ingreso de la estación de regulación y medición primaria.

Este sistema de conexión comprende de un tramo enterrado de tubería del AIE que se encuentra fuera del límite de propiedad debe ser de 11.1 mm como mínimo, tubería de Acero al Carbono sin costura tri - norma A53/ ASTM A106 / API 5L grado B x 6 metros de largo, SCH 160.

- ***Cálculo de resistencia de tubería de acero***

Para el cálculo de resistencia de tuberías, nos basaremos en la Norma ASME B 31.8 el cual establece que, para los sistemas de tuberías de

gas, el espesor nominal de pared para una presión de diseño dada se deberá determinar mediante la fórmula (6) de la página 56.

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

Dónde:

t = Espesor nominal de Paredes

P = Presión de diseño

D = Diámetro nominal

S = Tensión mínima de fluencia

F = Factor de diseño

E = Factor de junta soldada

T = Factor de disminución de temperatura

Para el presente proyecto tenemos los siguientes valores según RSFS y tabla 8 para el cálculo de la resistencia de tuberías:

- P máxima = 19 bar
- D mínimo adoptado = 4" pulg.
- S para tuberías de material ASTM 106 Gr. B = 35,000 Psi
- E según tabla de ASME para materiales ASTM 106 sin costura = 1
- F según clase de localidad asignada = 0.4
- T para temperaturas menores a 250 °F = 1

$$t = \frac{14.7 \times 19 \times 4}{2 \times 35,000 \times 0.4 \times 1 \times 1}$$

$$t = 0.0399 \text{ pulg.}$$

$$t = 1.01346 \text{ mm.}$$

Espesor Calculado Espesor Adoptado

$$t = 1.01346 \text{ mm.}$$

$$t = 3.91 \text{ mm.}$$

- ***Cálculo de velocidades y caídas de presión***

Se toma como base la fórmula (3) de la página 55 de Renouard cuadrática indicada en la NTP 111.010 para el cálculo de las presiones al final de cada tramo.

$$P_A^2 - P_B^2 = 48.6 sL \cdot \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}$$

Para el cálculo de las velocidades de circulación se utilizará la fórmula (4) de la página 55.

$$v = \frac{365,35 \cdot Q}{D^2 \cdot P}$$

Dónde:

PA y PB = Presión absoluta en ambos extremos del tramo, en Kg/cm².

s = Densidad Relativa del gas

L = Longitud del tramo en metros, incluyendo la longitud equivalente de los accesorios que la componen.

Q = Caudal en m³/h (en condiciones estándar).

D = diámetro en mm.

Para el cálculo de la longitud equivalente se utilizará la formula (5) de la página 56; se conoce para fines de cálculo y simplificación se toma la longitud equivalente como el 20% más, de la longitud real del tramo, (ver plano N° 1 – Plano isométrico de AIE).

$$L_{eq1} = 1.2 \times L_{real}$$

$$L_{eq1} = 1.2 \times 5.7 \text{ m}$$

$$L_{eq1} = 6.84 \text{ m}$$

$$L_{eq2} = 1.2 \times L_{real}$$

$$L_{eq2} = 1.2 \times 1.20 \text{ m}$$

$$L_{eq2} = 1.44 \text{ m}$$

Aplicando las fórmulas de cálculo para el diseño, se formula mediante el programa Excel una tabla de planilla de cálculo de velocidades y caídas de presión por cada tramo. Tomando también los parámetros de diseño de la tabla 3.9

Tabla 9:*Cálculo de diámetro y caída de presión en el AIE con máxima presión*

PLANILLA DE CÁLCULO DE VELOCIDADES Y CAÍDAS DE PRESIÓN												
Cálculo de velocidades con presión máxima de diseño												
P máx. = 19 bar												
Tramos	Caudal sm ³ /h	Longitud		Presiones bar		P1 - P2	Adoptado		Velocidad m/s	Tipo de unión	Tipo de instalación	% DP < 50%
		real (m)	equiv. (m)	P1 (bar)	P2 (bar)		adoptado pulg (nominal)	adoptado mm (interno)				
A-B	450.0	5.7	6.84	19.0	19.0	0.0001	4"	87.33	1.06	Soldado	Enterrado	0.00%
B-C	450.0	1.2	1.44	19.0	19.0	0.0002	3"	77.93	1.35	Soldado	Enterrado	0.00%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10:*Cálculo de diámetro y caída de presión en el AIE con mínima presión*

PLANILLA DE CÁLCULO DE VELOCIDADES Y CAÍDAS DE PRESIÓN												
Cálculo de velocidades con presión mínima de diseño												
P min.= 5 bar												
Tramos	Caudal sm ³ /h	Longitud		Presiones bar		P1 - P2	Adoptado		Velocidad m/s	Tipo de unión	Tipo de instalación	% DP < 50%
		real (m)	equiv. (m)	P1 (bar)	P2 (bar)		adoptado pulg (nominal)	adoptado mm (interno)				
A-B	450.0	5.7	6.84	5.0	5.0	0.0005	4"	87.33	3.52	Soldado	Enterrado	0.01%
B-C	450.0	1.2	1.44	5.0	4.9	0.0006	3"	77.93	4.51	Soldado	Enterrado	0.01%

Fuente: Elaboración Propia

Ejecución y control del accesorio de ingreso a la estación - AIE

Esta etapa constructiva del proyecto consta en conectar la válvula de servicio de la concesionaria ubicada en el frontis de la planta de Inversiones Prisco S.A.C hasta el ingreso a la estación de regulación y medición primaria.

- **Tramo Enterrado**

- **Apertura de la Zanja**

En este tramo se realizará una zanja, la cual se efecto teniendo en cuenta que la tapada mínima será de 1.20 m que se medirá desde el nivel rasante hasta la parte superior del tubo a enterrar y a su vez la zanja tendrá un ancho de 40 cm.

- **Cama de apoyo**

El material colocado en el fondo de la zanja tiene por finalidad brindar soporte en forma uniforme al área sobre la que descansa toda la tubería. El relleno para cama de tubería será de un espesor mínimo de 15 cm.

La arena de relleno puede utilizarse para propósitos de preparación de camas de arena y el recubrimiento de las líneas de tubería hasta llegar al nivel superior de la línea tangente, como está indicado en el manual constructivo de la concesionaria.

- **Tendido de tubería de Acero al Carbono**

Luego de aperturar la zanja se tendió la tubería de 4" de Acero al carbono SCH 160 de una longitud de 4.70 metros de largo en posición horizontal luego esta soldada a un Codo de 90° de 4" SCH 160 para que suba en vertical en un tramo de longitud de tubería de 1.00 metro y se soldó enseguida una reducción de 4" x 3" SCH 40 y la junta Monolítica de 3" en la cual se soldó un tramo de 70 cm de tubería de 3" de acero al carbono SCH 40 y finalmente se soldó a un codo de 90° de 3" SCH 40 y a una brida welding neck de 3" que se conectara con la Estación. En este tramo enterrado de tubería de acero está unido por soldadura a tope mediante el proceso GTAW, este tramo termina en la brida que va conectada con el ingreso a la estación.

Todas las juntas soldadas fueron inspeccionadas mediante ensayos no destructivos (END) del tipo radiográficos, luego de estos ensayos se realizará la instalación de la cinta POLIGUARD.

- **Instalación de Cinta POLIGUARD:**

- Se efectuó la limpieza o retiro de grasas y/o cualquier otro material extraño, del área de metal expuesto. De ser necesario se realizará una limpieza con solventes de acuerdo a SSPC – SP1.

- No se permite el uso de aplicar imprimante ni la cinta en superficies que tengan evidencia de humedad. Si se da el caso, se debe calentar la superficie del metal expuesto.
- Se debe agitar bien el envase del imprimante antes de usar.
- No se debe aplicar adhesivo, cuando hay llamas y chispas y se prohíbe soldar y fumar durante su aplicación.
- Se usó una brocha de 2" para la aplicación de imprimante. El tiempo de secado variara dependiente del ambiente y de la temperatura. Estará listo al estar seco al tacto.
- La cinta fue aplicado manualmente.
- Se aplicó el encintado con un mínimo de 50% de traslape.
- Se realizó la inspección visual observando que no haya arrugas en la cinta ni aire atrapado. Y los extremos de las cintas deben estar firmemente adheridos a la superficie de la tubería.

Figura 26:

Encintado de cinta Poliguard a tubería de AIE



Fuente: Elaboración Propia

- **Prueba de Adherencia:**

- La prueba se realizó después de 15 minutos de ser aplicado la cinta Poliguard.
- Se procedió a realizar sobre la generatriz superior, dos cortes, en paralelos y uno transversal de manera de obtener una franja de revestimiento de 25 mm de ancho y 150 mm de largo.
- Los cortes se ejecutaron de manera de asegurarse que el filo de la herramienta utilizada haya alcanzado el sustrato metálico.
- Se removieron manualmente los primeros 50 mm del borde de la tira, utilizando un destornillador, donde se colocó la grampa del dinamómetro utilizado. Tomando el dinamómetro con ambas manos, se empleó una fuerza firme de 5 kg manteniéndola en todo momento en dirección perpendicular a la superficie del tubo.
- La distancia de desprendimiento no deberá superar los 100 mm manteniendo la carga por 30 segundos.
- Si la prueba de adherencia no fuera satisfactoria, se repetirá sobre el mismo tubo en otras zonas a 1 m como mínimo a cada lado de la prueba inicial y se decidirá lo siguiente:
 - ✓ Si el resultado diera negativo, deberá rechazarse el revestimiento del tubo completo.
 - ✓ Si el resultado estuviera dentro de lo permisible, se aprobará el revestimiento del tubo.

- **Prueba con Holiday Detector:**

- Se ejecutó la prueba de detección por chispas Holiday Detector a fin de asegurar la adherencia. La inspección se hizo sobre el 100% sobre la superficie exterior de la tubería que fue recubierta.
- Prueba de holiday se debe realizar según descrito en hoja técnica.
- Si existe un defecto, marcar el orificio con un marcador adecuado, como tiza o crayola, para identificar el área que luego será reparada. Confirmar que la reparación es aceptable utilizando el Holiday Detector.

Figura 27:

Prueba de holiday detector a tubería de AIE



Fuente: Elaboración Propia

- **Instalación de protección catódica:**

- Según condiciones del suelo, longitud de tubería y cercanía al mar se instaló a la tubería del AIE un ánodo de magnesio de 9 Lb el cual fue soldado a la tubería de acero al carbono.
- El ánodo se soldó mediante cables eléctricos a un tramo de la tubería donde se enterró junto con el mismo a una profundidad de 1.20 m bajo el nivel del suelo y a 1.50 m separado de la estación (ver plano N° 2 – Plano distribución de AIE).
- En la parte superior al aire y dentro de la caseta de la estación está instalado la caja de toma de potenciales las cuales están unidas al ánodo y a la tubería del AIE, para el control y mantenimiento del sistema de protección catódica.

Figura 28:

Instalación de protección catódica con ánodo de magnesio al AIE



Fuente: Elaboración Propia

- **Relleno Alrededor de la tubería**

Se rellenará con arena fina de cantera hasta un máximo de 0.45m por encima del tubo. La arena fina estará libre de objetos puntiagudos duros (piedras, gravas, material que ha sido roto, etc.) para evitar dañar la tubería.

- **Compactación del relleno**

El material de relleno colocado en capas no mayores de 0.15m de espesor y humedecido uniformemente, para luego ser compactados mediante equipo mecánico o manualmente con pisón hasta alcanzar una densidad de la sub-base y base no menor al 100% de la determinada por el método proctor modificado en zonas de tránsito pesado y del estándar en zonas de tránsito liviano. Si la arena no tiene menos de 5% de limo pasado por el tamiz #200 su compactación será hidráulica, por inyección de agua hasta un espesor de 0.40m.

Compactación Mecánica: empleando equipos estáticos o dinámicos.

Compactación Manual: empleando pisonos de tamaño y peso adecuados (solamente la inspección de construcción puede autorizar este método a solicitud del instalador).

En la compactación de relleno de zanjas para tuberías sólo podrá emplearse compactación manual dentro de la zona de tubo y

hasta 0.20m por encima de la misma. Por encima de este nivel, podrá emplearse compactación mecánica.

Para el caso de pistas (pavimentadas o no) y vías de acceso, en la parte superior del relleno se colocará una capa de afirmado granular de 0.25 a 0.30m de espesor compactada al 100% de ensayo proctor modificado.

- **Cinta de advertencia**

Antes de completar el relleno final y la recomposición de la zanja donde se instaló el AIE, se suministró e instaló a lo largo del recorrido de la tubería, una cinta de advertencia. Dicha cinta tiene como objeto advertir la tubería de gas y así evitar accidentes y daños ocasionados por excavaciones de terceros.

Las cintas son de polietileno amarillo de ancho de 30 cm y espesor mínimo de 0.2mm. Y son de diseño con el logo de Contugas.

La cinta se colocó antes de la última capa de compactación a una profundidad máxima de 40cm, medido desde la superficie del terreno o pavimento.

- **Tapada.**

Las tapadas mínimas consideradas son de 1.20m prevalecerá lo indicado en el proyecto aprobado.

- **Soldeo y ensayos no destructivos a la junta de oro**
 - El soldeo de la tubería de acero de todo el recorrido del AIE y la junta de oro como ultima costura de soldadura, se realizó mediante soldadura tipo filete, mediante el proceso de soldadura GTAW, según especificación de procedimiento de soldadura WPS (de acuerdo a ASME sección IX:2015). (ver anexo N° 3)
 - Se realizaron los ensayos no destructivos, de tipo placas radiográficas debido al tipo de soldadura empleado.

Figura 29:

Soldadura de junta de Oro – unión de tubería de AIE a la válvula de servicio



Fuente: Elaboración Propia

3.1.2. Cálculo de la estación de regulación y medición primaria – ERMP

Para el Suministro de Gas Natural Inversiones Prisco S.A.C necesitará de una Estación de Regulación y Medición Primaria (ERMP), la cual comprende del Skid de Filtración, medición y regulación a su vez de la construcción civil del recinto o caseta donde se instalará el Skid de ERMP.

Se fabricó un Skid de modelo horizontal de doble ramal con tuberías de 3 pulgadas y dos filtros fabricados de brazos de 3 pulgadas y cuerpo de 8 pulgadas, estos filtros llevarán en su interior un elemento filtrante cada uno y solo trabajará un filtro mientras que el otro se mantendrá como back up. Además de los filtros el Skid contará con sistema de medición y regulación para el gas natural. (ver plano 4 – Plano distribución del recinto de ERMP).

- ***Cálculo de resistencia de tubería de acero***

Para el cálculo de resistencia de tuberías, nos basaremos en la Norma ASME B 31.8 el cual establece que para los sistemas de tuberías de gas, el espesor nominal de pared para una presión de diseño dada se deberá determinar mediante la fórmula (6) de la página 56.

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

Dónde:

t = Espesor nominal de Paredes

P = Presión de diseño

D = Diámetro nominal

S = Tensión mínima de fluencia

F = Factor de diseño

E = Factor de junta soldada

T = Factor de disminución de temperatura

Para el presente proyecto tenemos los siguientes valores según RSFS y tabla 8 para el cálculo de la resistencia de tuberías:

- P máxima = 19 bar
- D mínimo adoptado = 3" pulg.
- S para tuberías de material ASTM 106 Gr. B = 35,000 Psi
- E según tabla de ASME para materiales ASTM 106 sin costura = 1
- F según clase de localidad asignada = 0.4
- T para temperaturas menores a 250 °F = 1

$$t = \frac{14.7 \times 19 \times 3}{2 \times 35,000 \times 0.4 \times 1 \times 1}$$

$$t = 0.029925 \text{ pulg.}$$

$$t = 0.760095 \text{ mm.}$$

Espesor Calculado Espesor Adoptado

t = 0.760095 mm.

t = 3.91 mm.

- **Cálculo de velocidades y caídas de presión**

Se toma como base la fórmula (3) de la página 55 de Renouard cuadrática indicada en la NTP 111.010 para el cálculo de las presiones al final de cada tramo.

$$P_A^2 - P_B^2 = 48.6 sL \cdot \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}$$

Para el cálculo de las velocidades de circulación se utilizará la fórmula (4) de la página 55.

$$v = \frac{365,35 \cdot Q}{D^2 \cdot P}$$

Dónde:

PA y PB = Presión absoluta en ambos extremos del tramo, en Kg/cm².

s = Densidad Relativa del gas

L = Longitud del tramo en metros, incluyendo la longitud equivalente de los accesorios que la componen.

Q = Caudal en m³/h (en condiciones estándar).

D = diámetro en mm.

Para el cálculo de la longitud equivalente se utilizará la fórmula (5) de la página 56; se conoce para fines de cálculo y simplificación se toma la longitud equivalente como el 20% más, de la longitud real del tramo, (ver plano 4 – Plano isométrico de ERMP).

$$L_{eq1} = 1.2 \times L_{real}$$

$$L_{eq1} = 1.2 \times 8.5 \text{ m}$$

$$L_{eq1} = 10.20 \text{ m}$$

$$L_{eq2} = 1.2 \times L_{real}$$

$$L_{eq2} = 1.2 \times 2.65 \text{ m}$$

$$L_{eq2} = 3.18 \text{ m}$$

Aplicando las fórmulas de cálculo para el diseño, se formula mediante el programa Excel una tabla de planilla de cálculo de velocidades y caídas de presión por cada tramo. Tomando los parámetros de diseño de la tabla 8.

Tabla 11:

Cálculo de diámetro y caída de presión para ERMP con máxima presión

PLANILLA DE CÁLCULO DE VELOCIDADES Y CAÍDAS DE PRESIÓN												
Cálculo de Velocidades con Presión Máxima de Diseño												
P máx. = 19 bar												
Tramos	Caudal sm ³ /h	Longitud		Presiones		P1 - P2	Diámetro		Velocidad (m/s) < 30 m/s	Tipo de Unión	Tipo de Instalación	% DP < 50%
		real (m)	equiv. (m)	P1 (bar)	P2 (bar)		Adaptado (Nominal)	Adaptado mm (Interno)				
A - B	450.0	8.5	10.20	19.0	19.0	0.0004	3"AC	77.92	1.33	Soldado	Aérea	0.00%
B - C	450.0	2.6	3.18	2.5	2.49	0.0007	3"AC	77.92	7.59	Soldado	Aérea	0.03%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12:

Cálculo de diámetro y caída de presión para ERMP con mínima presión

PLANILLA DE CÁLCULO DE VELOCIDADES Y CAÍDAS DE PRESIÓN												
Cálculo de Velocidades con Presión Mínima de Diseño												
P min. = 5 bar												
Tramos	Caudal sm ³ /h	Longitud		Presiones		P1 - P2	Diámetro		Velocidad (m/s) < 30 m/s	Tipo de Unión	Tipo de Instalación	% DP < 50%
		real (m)	equiv. (m)	P1 (bar)	P2 (bar)		Adaptado (Nominal)	Adaptado mm (Interno)				
A - B	450.0	8.5	10.20	5.0	4.99	0.0012	3"AC	77.92	4.43	Soldado	Aérea	0.02%
B - C	450.0	2.6	3.18	2.5	2.49	0.0007	3"AC	77.92	7.59	Soldado	Aérea	0.03%

Fuente: Elaboración Propia

- **Cálculo y Selección del medidor**

La selección del medidor se basa en las formulas de Boyle – Gay Lussac o ley de Boyle y Charles, las cuales se muestran a continuación:

$$\frac{Q_{st} * P_{st}}{(T_{st} + 273.15)} = \frac{V_a * (P_{e \text{ mín}} + P_{atm})}{(T + 273.15)}$$

Despejando tendremos:

$$V_a = \frac{(Q_{st} * P_{st}) * (T + 273.15)}{(T_{st} + 273.15) * (P_{e \text{ mín}} + P_{atm})}$$

Dónde:

$P_{e \text{ mín}}$ = Mínima presión manométrica de entrada en el medidor, en bar condiciones de operación

T = Temperatura a las condiciones de operación, °C.

P_{atm} = Presión barométrica del sitio, bar.

T_{st} = Temperatura a las condiciones Estándar, °C.

P_{st} = Presión a las condiciones Estándar, bar.

Q_{st} = Caudal estándar requerido para Instalación, Sm^3/h .

V_a = Caudal Comprimido a presión de operación, m^3/h .

Para el presente proyecto las condiciones serán las siguientes:

- $P_{e\ min}$ = 5.00 bar
- T = 19 °C
- P_{atm} = 1.01325 bar
- T_{st} = 15 °C
- P_{st} = 1.01325 bar
- Q_{st} (AUTORIZADO) = 450 m^3/h .
- V_a = X Sm^3/h .

Reemplazando valores en la fórmula:

$$V_a = \frac{(450 * 1.01) * (19 + 273.15)}{(15 + 273.15) * (5 + 1.01)}$$

$$V_a = 76.6737\ m^3/h$$

Figura 30:

Modelo de medidores rotativos

Volume V (dm ³)	Performance PN25, PN40 & ANSI300					Dimensions PN25, PN40 & ANSI300							Weigth(kg) ALU
	G-value (-)	Qmax (m ³ /h)	Qmin*		Diameter D (mm)	L (mm)	H (mm)	A		B (mm)	C		
			Atm. Air (m ³ /h)	Atm. Air (m ³ /h)				Univ. (mm)	Basic (mm)		Univ. (mm)	Basic (mm)	
1.16028	G40	65	0.4	3.2	50	171/241	202	320	303	92	228	211	11
	G65	100	0.4	5	50	171/241	202	320	303	92	228	211	11
1.45036	G100	160	0.6	3.2	80	241	202	371	354	118	253	236	15
	G160	250	0.6	5	80	241	202	371	354	118	253	236	15
5.15298	G250	400	2.6	20	100	260	288	518	501	218	300	283	51
	G400	650	2.6	32	100	260	288	518	501	218	300	283	51

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la anterior tabla seleccionamos el medidor Rotativo G100 con diámetro DN 80 mm que tiene como flujo máximo comprimido 160 m³/h el cual cubre la capacidad para nuestro flujo obtenido mediante la fórmula Boyle y Gay Lussac ($V_a = 76.67$ m³/h). (ver anexo N° 4)

- **Selección del regulador**

De acuerdo a la información solicitada por la concesionaria el regulador deberá ser seleccionado bajo las siguientes condiciones:

- Presión Máxima de Suministro de Red: 19.00 bar.
- Presión Mínima de Suministro de Red: 5.00 bar.
- Presión Regulada : 2.50 bar
- Caudal máximo : 450.00 Sm³/h

Para el presente Proyecto analizaremos la tabla de selección del DIVAL 600 TR.

Figura 31:

Tabla de selección de regulador DIVAL 600 TR

INPUT DATA		NATURAL GAS	
<i>Fluid</i>			
<i>Flow rate [@ tb, pb]</i>	Q		460 Sm ³ /h
<i>Inlet pressure max.</i>	P _{umax}		19.00 barg
<i>Inlet pressure norm.</i>	P _{unom}		5.00 barg
<i>Inlet pressure min.</i>	P _{umin}		5.00 barg
<i>Outlet pressure max.</i>	P _{omax}		2.500 barg
<i>Outlet pressure min.</i>	P _{omin}		2.500 barg
<i>Gas specific gravity [air = 1]</i>	d		0.61
<i>Required outlet gas temperature</i>	t _d		18.00 °C
<i>Selected regulator model</i>			DIVAL 600 TR
<i>Selected regulator size</i>			2 inch
<i>Incorporated silencer</i>			NO
<i>Incorporated monitor</i>			NO
<i>Incorporated slam-shut</i>			YES
<i>Selected downstream pipe diameter</i>	DN _{pa}		3.00 inch
<i>Selected downstream pipe thickness</i>	th _a		5.49 mm
<i>Required accuracy</i>	AC		10
OUTPUT DATA			
<i>Flow at standard condition</i>	Q _s		460 Sm ³ /h
<i>Mass flow rate</i>	Q _m		344 kg/h
<i>Gas density at operating conditions</i>	ρ _u		3.55 kg/m ³
<i>Minimum required inlet gas temperature</i>	t _u		26.50 °C
<i>Gas velocity at regulator outlet flange</i>	v _d		18.83 m/sec
<i>Mean gas velocity in downstream pipe</i>	v _p		7.80 m/sec
<i>Regulator maximum flow rate</i>	Q _{max}		1,900 Sm ³ /h

Fuente: Ficha técnica de Pietro Fiorentini

Del Cuadro de Selección del Regulador DIVAL 600 TR se desprende lo siguiente:

- Presión de Entrada = 5.00 a 19.00 bar
- Presión Regulada = 2.50 bar
- Caudal = 460 a 1900 m³/h

Teniendo en cuenta que nuestro caudal Autorizado es 450 m³/h, el REGULADOR DIVAL 600 TR de ORIFICIO 50 mm. Será el proyectado para la ERMP. (ver anexo N° 5)

- ***Selección de Válvula de Bloqueo por Sobre Presión***

Según lo especificado por el Concesionario para válvulas de bloquea por sobrepresión hasta 2.5 bar será hasta el 20% por encima de la presión regulada.

Para el presente proyecto, la presión de Bloqueo por sobre presión queda calculada de la siguiente manera:

- Presión Regulada: 2.5 bar
- Presión de Bloqueo por Sobrepresión: 3.0 bar

El REGULADOR DIVAL 600 TR posee protección contra excesos de presión de salida regulada, por medio de un sistema de reset manual. Este sistema es ideal para casos donde no es aconsejable instalar venteo para dar seguridad por alivio. La presión máxima de bloqueo es de bar.

- ***Selección de Válvula de Alivio***

Las válvulas de alivio de presión, también llamadas válvulas de seguridad, están diseñadas para liberar fluido cuando la presión interna supera el umbral establecido. Su misión es evitar una explosión, el fallo en una tubería por un exceso de presión o de un equipo.

Según lo especificado por la concesionaria, la válvula de alivio trabajará bajo la siguiente condición:

- Presión de Apertura: 28% superior a la presión regulada.

Teniendo en cuenta que para el presente proyecto la presión de regulación es 2.5 bar, entonces tendremos que la válvula de alivios será regulada de la siguiente manera:

- Presión de apertura= 3.2 bar

La válvula de alivio proyectada será una Válvula de seguridad por alivio VS/AM 1" x 1" TR roscada NPT, presión de alivio 3.2 bar - Marca FIORENTINI – Italia, la cual tiene el siguiente cuadro de selección:

Figura 32:

Tabla de selección de válvula de alivio para ERMP

**MOLLE DI REGOLAZIONE
ADJUSTMENT SPRINGS RANGE**

VALVOLA DI SFIORO VS/AM 65 / RELIEF VALVE VS/AM 65			
COD.	CAMPO (mbar) / RANGE (mbar)		
	BP	MP	TR
644.70171	15÷25		
644.70172	25÷45		
644.70131	45÷65		
644.70132	65÷100		
644.70133	100÷150		
644.70135		150÷300	
644.70136		300÷500	
644.70135			500÷820
644.70203			820÷2300
644.70165			2300÷5000
644.70309			5000÷7000



VS/AM 65 STANDARD

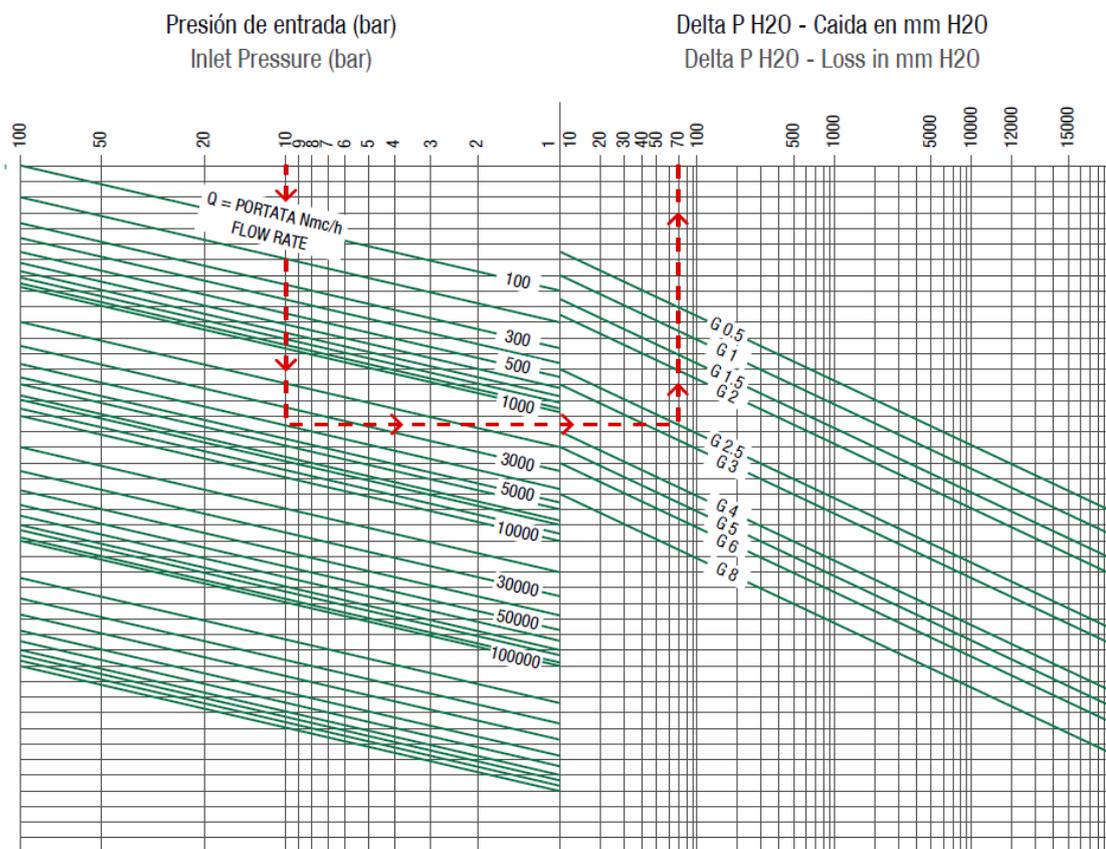
Fuente: Ficha técnica de Pietro Fiorentini

- **Selección del elemento filtrante**

Para seleccionar el elemento filtrante tomaremos las caídas de presiones que ocasiona cada modelo de los elementos filtrantes, las cuales son proporcionadas por el proveedor:

Figura 33:

Diagrama de selección de elemento filtrante

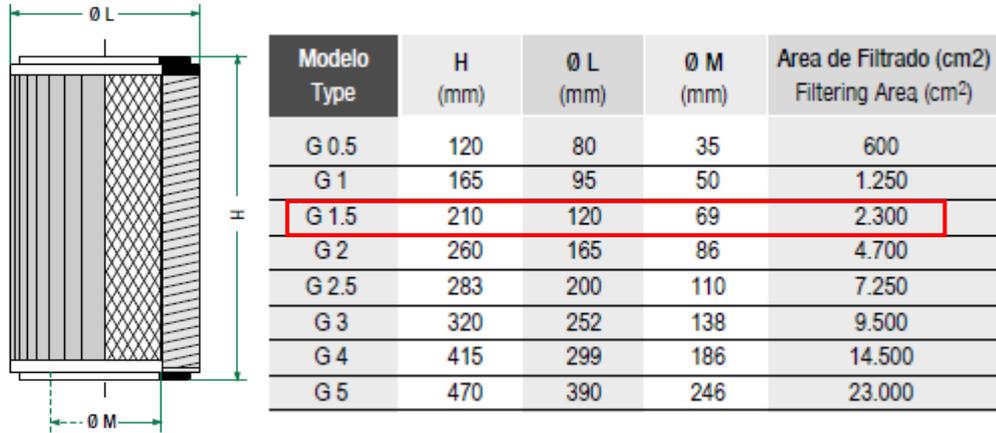


Fuente: Ficha técnica de Pietro Fiorentini

El modelo Seleccionado es el G 1.5 para una presión mínima de ingreso de 5.0 bar (valor inferior más cercano a 1.2 bar) y un caudal máximo de 100 m³/h (valor superior más cercano a 95.2 m³/h) con lo cual tendríamos una caída de presión de 50 mmH₂O

Figura 34:

Modelos de elementos filtrantes



Fuente: Ficha técnica de Pietro Fiorentini

- **Cálculo de la carcasa de filtro de acuerdo a ASME VIII**

Para el cálculo de resistencia de la carcasa de los filtros emplearemos las formulas establecidas en el ASME SECCION VIII División 1.

- Característica del Filtro

- Posición : Vertical
- Presión de Diseño (P): 19 Kg/cm²
- Eficiencia de la Junta (E): 1
- Espesor mínimo de Coraza: mm o pulg
- Radio interno del recipiente (R): mm o pulg

- Descripción de los materiales a emplear.

Tabla 13:

Descripción de los materiales a emplear en el filtro de la ERMP

TIPO	MATERIAL	TENSION	D	ESPESOR	d	R	R0
		Kg/cm ²	mm	mm	mm	mm	mm
Envolvente 8"	ASTM A-53 Gr.B	3802.2	219.08	8.18	202.72	101.36	109.54
Cabezal 8"	ASTM A-53 Gr.B	3802.2	219.08	8.18	202.72	101.36	109.54
Conexión 3"	ASTM A-53 Gr.B	1128.00	88.90	5.40	77.93	38.965	44.365

Fuente: Elaboración Propia

En base a los datos mencionados iniciamos los cálculos

- Cálculo de la Envolvente

- Tensión Longitudinal:

$$t = \frac{PR}{SE - 0.6P} = \frac{19 \times 101.36}{3802.2 \times 1 - 0.6 \times 19} = 0.5080 \text{ mm.}$$

- Tensión Circunferencial:

$$t = \frac{PR}{2SE - 0.4P} = \frac{19 \times 101.36}{2 \times 3802.2 \times 1 - 0.4 \times 19} = 0.2535 \text{ mm.}$$

- Tensión en el cabezal:

$$t = \frac{Pd}{2SE - 0.2P} = \frac{19 \times 202.72}{2 \times 3802.2 \times 1 - 0.2 \times 19} = 0.5067 \text{ mm.}$$

Descripción	Espesor Calculado	Espesor Adoptado
Espesor máximo en la Carcasa	0.5080 mm.	8.18 mm.
Espesor máximo en el cabezal	0.5067 mm.	8.18 mm.

▪ **Cálculo de las Conexiones**

Las aberturas de diámetros nominales menores o iguales a 1", están adecuadamente reforzadas con cuplas serie 3000 lbs.

$$t = \frac{PR}{SE - 0.6P} = \frac{19 \times 38.965}{1128 \times 1 - 0.6 \times 19} = 0.6630 \text{ mm.}$$

Descripción	Espesor Calculado	Espesor Adoptado
Espesor máximo en la Conexión	0.6630 mm.	5.40 mm.

3.1.3. Cálculo de la red interna

Esta etapa del proyecto consta en conectar la estación de regulación y medición primaria con los equipos de consumos, los cuales a la vez tendrán sus estaciones de regulación secundaria.

La Red Interna estará comprendida de dos tramos:

- Tramo enterrado con tubería de polietileno de alta densidad.
- Tramo aéreo con tubería de acero al carbono sin costura tri – norma A53/ ASTM A106 / API 5L grado B x 6 metros de largo, SCH 40, donde se instalarán estaciones de regulación secundaria a la llegada de cada equipo.

• **Cálculo de resistencia de tubería de acero**

Para el cálculo de resistencia de tuberías, nos basaremos en la Norma ASME B 31.8 el cual establece que para los sistemas de tuberías de gas, el espesor nominal de pared para una presión de diseño dada se deberá determinar mediante la fórmula (6) de la página 56.

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

Dónde:

t = Espesor nominal de Paredes

P = Presión de diseño

D = Diámetro nominal

S = Tensión mínima de fluencia

F = Factor de diseño

E = Factor de junta soldada

$T =$ Factor de disminución de temperatura

Para el presente proyecto tenemos los siguientes valores según RSFS y tabla 8, para el cálculo de la resistencia de tuberías:

- P máxima = 19 bar
- D mínimo adoptado = 3" pulg.
- S para tuberías de material ASTM 106 Gr. B = 35,000 Psi
- E según tabla de ASME para materiales ASTM 106 sin costura = 1
- F según clase de localidad asignada = 0.4
- T para temperaturas menores a 250 °F = 1

$$t = \frac{14.7 \times 19 \times 3}{2 \times 35,000 \times 0.4 \times 1 \times 1}$$

$$t = 0.029925 \text{ pulg.}$$

$$t = 0.760095 \text{ mm.}$$

Espesor Calculado	Espesor Adoptado
t = 0.760095 mm.	t = 3.91 mm.

- **Cálculo de velocidades y caídas de presión**

Se toma como base la fórmula (3) de la página 55 de Renouard cuadrática indicada en la NTP 111.010 para el cálculo de las presiones al final de cada tramo.

$$P_A^2 - P_B^2 = 48.6 \cdot s \cdot L \cdot \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}$$

Para el cálculo de las velocidades de circulación se utilizará la fórmula (4) de la página 55.

$$v = \frac{365,35 \cdot Q}{D^2 \cdot P}$$

Dónde:

PA y PB = Presión absoluta en ambos extremos del tramo, en Kg/cm².

s = Densidad Relativa del gas

L = Longitud del tramo en metros, incluyendo la longitud equivalente de los accesorios que la componen.

Q = Caudal en m³/h (en condiciones estándar).

D = diámetro en mm.

Para el cálculo de la longitud equivalente se utilizara la fórmula (5) de la página 56; se conoce para fines de cálculo y simplificación se toma la longitud equivalente como el 20% más, de la longitud real del tramo, (ver plano 5 – Plano isométrico de red interna)

Aplicando las fórmulas de cálculo para el diseño, se formula mediante el programa Excel una tabla de planilla de cálculo de velocidades y caídas de presión por cada tramo. Tomando los parámetros de diseño de la tabla 8.

Tabla 14:

Cálculo de diámetro y caída de presión en la red interna a presión regulada de trabajo

PLANILLA DE CÁLCULO DE VELOCIDADES Y CAÍDAS DE PRESIÓN												
Cálculo de velocidades con presión regulada												
P reg. =	2.5 bar											
Tramos	Caudal sm ³ /h	Longitud		Presiones		P1 - P2	Diámetro		Velocidad (m/s) < 30 m/s	Tipo de Unión	Tipo de Instalación	% DP < 50%
		real (m)	equiva. (m)	P1 (bar)	P2 (bar)		Adaptado (Nominal)	Adaptado mm (Interno)				
A-B	450.0	15.65	18.78	2.500	2.495	0.0051	90mm	73.60	8.50	Electrofusion	Enterrada	0.20%
B-T1	12.24	20.53	24.64	2.495	2.493	0.0065	32mm	26.00	1.86	Electrofusion	Enterrada	0.26%
T1-P1	12.24	54.11	64.93	2.493	2.483	0.0172	3/4"AC	20.96	2.86	Soldado	Aérea	0.69%
B-C	437.7	107.37	128.84	2.483	2.449	0.0507	90mm	73.60	8.31	Electrofusion	Enterrada	2.03%
C-T2	4.42	128.28	153.94	2.449	2.448	0.0521	32mm	26.00	0.68	Electrofusion	Enterrada	2.09%
T2-P2	4.42	27.21	32.65	2.449	2.448	0.0516	3/4"AC	20.96	1.05	Soldado	Aérea	2.06%
C-T3	433.3	128.34	154.01	2.483	2.443	0.0515	90mm	73.60	8.23	Electrofusion	Enterrada	2.06%
T3-D1	433.3	15.65	18.78	2.449	2.446	0.0479	3"AC	77.92	7.41	Soldado	Aérea	1.92%
D1-P3	72.21	7.34	8.81	2.448	2.448	0.0350	3"AC	77.92	1.24	Soldado	Aérea	1.41%
D1-D2	361.1	3.34	4.01	2.448	2.448	0.0521	3"AC	77.92	6.18	Soldado	Aérea	2.13%
D2-P4	135.4	7.26	8.71	2.446	2.445	0.0495	3"AC	77.92	2.32	Soldado	Aérea	2.02%
D2-P5	225.6	10.38	12.46	2.448	2.447	0.0529	3"AC	77.92	3.86	Soldado	Aérea	2.13%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15:

Cálculo de diámetro y caída de presión en la ERS de cocina

PLANILLA DE CÁLCULO DE ERS - COCINA SEMIINDUSTRIAL												
Se consideró la Presión Regulada para los Cálculos												
P reg. = 2.5 bar												
Tramos	Caudal sm ³ /h	Longitud		Presiones bar		P1 - P2	Adoptado		Velocidad m/s < 30 m/s	Tipo de Unión	Tipo de Instalación	% DP < 50%
		real (m)	equiv. (m)	P1 (bar)	P2 (bar)		adapto pulg (nominal)	adapto mm (interno)				
U - V	12.24	1.7	2.04	2.500	2.500	0.0003	3/4"AC	20.96	2.85	Soldado	Aérea	0.01%
W - X	12.24	1.3	1.56	0.034	0.031	0.0034	1/2" AC	15.76	17.08	Soldado	Aérea	0.14%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16:

Cálculo de diámetro y caída de presión en la ERS de secadora

PLANILLA DE CÁLCULO DE ERS - SECADORA												
Se consideró la Presión Regulada para los Cálculos												
P reg. = 2.5 bar												
Tramos	Caudal sm ³ /h	Longitud		Presiones bar		P1 - P2	Adoptado		Velocidad m/s < 30 m/s	Tipo de Unión	Tipo de Instalación	% DP < 50%
		real (m)	equiv. (m)	P1 (bar)	P2 (bar)		adapto pulg (nominal)	adapto mm (interno)				
Q - R	4.42	1.2	1.44	2.500	2.500	0.0000	3/4"AC	20.96	1.03	Soldado	Aérea	0.00%
S - T	4.42	1.6	1.92	0.025	0.025	0.0002	3/4"AC	20.96	3.52	Soldado	Aérea	0.01%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17:

Cálculo de diámetro y caída de presión en la ERS de caldera 80 BHP

PLANILLA DE CÁLCULO DE ERS - CALDERO 80 BHP												
Se consideró la Presión Regulada para los Cálculos												
P reg. = 2.5 bar												
Tramos	Caudal sm ³ /h	Longitud		Presiones bar		P1 - P2	Adoptado		Velocidad m/s < 30 m/s	Tipo de Unión	Tipo de Instalación	% DP < 50%
		real (m)	equiv. (m)	P1 (bar)	P2 (bar)		adapto pulg (nominal)	adapto mm (interno)				
E - F	72.21	2.6	3.12	2.500	2.500	0.0002	2"AC	52.50	2.68	Soldado	Aérea	0.01%
G - H	72.21	1.7	2.04	0.045	0.045	0.0001	2 1/2"AC	62.68	6.30	Soldado	Aérea	0.01%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18:*Cálculo de diámetro y caída de presión en la ERS de caldera 150 BHP*

PLANILLA DE CÁLCULO DE ERS - CALDERO 150 BHP												
Se consideró la Presión Regulada para los Cálculos												
P reg.= 2.5 bar												
Tramos	Caudal sm ³ /h	Longitud		Presiones bar		P1 - P2	Adoptado		Velocidad (m/s) < 30 m/s	Tipo de Unión	Tipo de Instalación	% DP < 50%
		real (m)	equiv. (m)	P1 (bar)	P2 (bar)		adaptado pulg (nominal)	adaptado mm (interno)				
I - J	135.45	1.80	2.16	2.500	2.500	0.0003	2"AC	52.50	5.03	Soldado	Aérea	0.01%
K - L	135.45	2.65	3.18	0.045	0.044	0.0007	2 1/2"AC	62.68	11.82	Soldado	Aérea	0.03%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19:*Cálculo de diámetro y caída de presión en la ERS de caldera 250 BHP*

PLANILLA DE CÁLCULO DE ERS - CALDERO 250 BHP												
Se consideró la Presión Regulada para los Cálculos												
P min = 2.5 bar												
Tramos	Caudal sm ³ /h	Longitud		Presiones bar		P1 - P2	Adoptado		Velocidad (m/s) < 30 m/s	Tipo de Unión	Tipo de Instalación	% DP < 50%
		real (m)	equiv. (m)	P1 (bar)	P2 (bar)		adaptado pulg (nominal)	adaptado mm (interno)				
M - N	225.68	1.25	1.50	2.500	2.500	0.0001	3"AC	77.92	3.81	Soldado	Aérea	0.00%
O - P	225.68	2.00	2.40	0.045	0.045	0.0001	4"AC	102.26	7.40	Soldado	Aérea	0.01%

Fuente: Elaboración Propia

Ejecución y control de la red interna

- **Tramo Enterrado**

- **Apertura de la Zanja**

En este tramo se realizó una zanja, la cual se efectuó teniendo en cuenta que la tapada mínima será de 0.60 m que se medirá desde el nivel rasante hasta la parte superior del tubo a enterrar y a su vez la zanja tendrá un ancho de 40 cm.

Si la excavación es de 1.5 m o más de profundidad deberán tener las paredes entibadas en la zona de trabajo, de no contar las paredes entibadas el instalador debe aprobar por escrito y lo valide él certificador que las paredes de la excavación no requieren de ningún tipo de contención.

- **Cama de apoyo**

El material colocado en el fondo de la zanja tiene por finalidad brindar soporte en forma uniforme al área sobre la que descansa toda la tubería. El relleno para cama de tubería será de un espesor mínimo de 15 cm.

La arena de relleno puede utilizarse para propósitos de preparación de camas de arena y el recubrimiento de las líneas de tubería hasta llegar al nivel superior de la línea tangente, como está indicado en los planos y detalles típicos aprobados para construcción.

- **Tendido de tubería de Polietileno**

Luego de la apertura de la zanja se tendió la tubería de polietileno de alta densidad de 90 mm por 252 metros de largo SDR 11 PE 100 de color amarillo, la cual se fue uniendo mediante electrofusión con uniones o coplas de 90 mm y por ambos extremos se electrofusiono las transiciones de PE/AC (90mm/ 3") y en todo el trayecto enterrado hay 2 derivaciones, que se realizaron una pega de electrofusión de reducción (TAPENG TEE) de 90 mm x 32 mm con la tubería de polietileno de alta densidad de 32 mm por 128.30 metros SDR 11 PE 100 de color amarillo, y otra pega de reducción (TAPENG TEE) de 90 mm x 32 mm con la tubería de polietileno de alta densidad de 32 mm por 20.50 metros SDR 11 PE 100 de color amarillo, en las cuales se electro fusionaron en sus extremos de la salida una transición de PE/AC (32mm / 1"). (ver anexo N°6)

En este tramo enterrado de tuberías de polietileno y accesorios de polietileno las pegas por electrofusión las realizo un fusionista F3 homologado por la concesionaria y certificador.

Figura 35:

Unión de tuberías de 90 mm de polietileno por electrofusión



Fuente: Elaboración Propia

- **Relleno Alrededor de la tubería**

Se rellenó con arena fina de cantera hasta un máximo de 0.45m por encima del tubo La arena fina estará libre de objetos puntiagudos duros (piedras gravas, material que ha sido roto, etc.) para evitar dañar la tubería.

- **Compactación del relleno**

El material de relleno fue colocado en capas no mayores de 0.20m de espesor y humedecido uniformemente, para luego ser compactados mediante equipo mecánico o manualmente con pisón hasta alcanzar una densidad de la sub-base y base no menor al 100% de la determinada por el método proctor modificado en zonas de tránsito pesado y del estándar en zonas de tránsito liviano. Si la arena no tiene menos de 5% de limo

pasado por el tamiz #200 su compactación será hidráulica, por inyección de agua hasta un espesor de 0.40m.

Compactación Mecánica: Empleando equipos estáticos o dinámicos.

Compactación Manual: Empleando pisones de tamaño y peso adecuados (solamente la inspección de Construcción puede autorizar este método a solicitud del Instalador).

En la compactación de relleno de zanjas para tuberías sólo podrá emplearse compactación manual dentro de la zona de tubo y hasta 0.20m por encima de la misma.

Por encima de este nivel, podrá emplearse compactación mecánica.

Para el caso de pistas (pavimentadas o no) y vías de acceso, en la parte superior del relleno se colocará una capa de afirmado granular de 0.25 a 0.30 m de espesor compactada al 100% de ensayo proctor modificado.

- **Cinta de advertencia**

Antes de completar el relleno y la recomposición de la zanja donde se instaló la tubería de polietileno, se suministró e instaló a lo largo del recorrido de las tuberías, una cinta de advertencia. Dicha cinta tiene como objeto advertir la tubería de gas y así evitar accidentes y daños ocasionados por excavaciones de terceros.

Las cintas son de polietileno amarillo de ancho de 20 cm y espesor mínimo de 0.2mm y serán diseño con el logo de Contugas.

La cinta se colocó antes de la última capa de compactación a una profundidad máxima de 40cm, medido desde la superficie del terreno o pavimento.

- **Tapada.**

Las tapadas mínimas consideradas serán de 1.00 m y prevalecerá lo indicado en el proyecto aprobado por la concesionaria de gas.

- **Tramo Aéreo**

El tramo aéreo comienza en la Transición de PE/AC (90mm / 3") Y continua con tuberías de 3 pulgadas de acero al carbono sch 40 con un recorrido total de 44 metros, a su vez las derivaciones hacia la cocina y secadora constará de tramos de tubería de acero al carbono de $\frac{3}{4}$ " con un recorrido de 54 metros de largo para la cocina y el tramo hacia el secador con un recorrido de 28 metros de largo. (ver anexo N° 7)

En el tramo de 90 mm se colocará una válvula de corte principal bridada de 3 pulgadas a la salida de la Estación de Regulación y Medición Primaria y en cada derivación de tramos de acero se colocará válvulas bridadas y roscadas, en las derivaciones para el

consumo de la cocina y secador se colocó válvulas roscadas de $\frac{3}{4}$ " y para las calderas se colocó válvulas bridadas de 3 pulgadas.

Estos tramos de Acero están unidos por soldadura tipo filete y a tope, mediante el proceso de soldadura GTAW, según especificación de procedimiento de soldadura WPS (de acuerdo a ASME sección IX: 2015), hasta las estaciones de regulación secundaria (ERS), las cuales tienen uniones roscadas y soldadas en su fabricación.

Todas las tuberías de acero de la Red Interna fueron arenadas en metal blanco SSP S5 y pintadas con base Epoxica y acabado de Poliuretano de color Amarillo RAL 1004. Y pasaron por ensayos no destructivos de tintes penetrantes a las costuras de soldadura tipo filete o socket Weld. (ver anexo N° 8)

Figura 36:

Instalación de tuberías aéreas de 3" de acero para la red interna



Fuente: Elaboración Propia

Figura 37:

Derivaciones de tuberías aéreas de 3" para calderos



Fuente: Elaboración Propia

Figura 38:

Derivación de tubería aérea de 3/4" para cocinas



Fuente: Elaboración Propia

- **Estaciones de Regulación Secundaria**

Estas estaciones de regulación secundaria (ERS) están compuestas por válvulas esféricas bridadas y roscada al inicio y final, manómetro de alta, filtro en forma de “y”, regulador, manómetro de baja y válvulas de bolas para purgas y alivios. (ver plano 6 – Plano ERS de caldera de 250 BHP)

Se instalaron en total cinco estaciones de regulación secundaria para los equipos de consumo:

- ERS para Caldera de 80 BHP, tiene un regulador modelo DIVAL 500 y tuberías con diámetros de 2” y 2 ½”.
- ERS para Caldera de 150 BHP, tiene un regulador modelo DIVAL 500 y tuberías con diámetros de 2” y 2 ½”.
- ERS para Caldera de 250 BHP, tiene un regulador modelo DIVAL 600 y tuberías con diámetros de 3” y 4”.
- ERS para Secador, tiene un regulador modelo FE 6L y tuberías con diámetros de 3/4”.
- ERS para las Cocinas, tiene un regulador modelo FE 50L y tuberías con diámetros de 3/4”.

Los reguladores de presión proyectados para cada tren de regulación secundario previo a los equipos de consumo se encuentran detallados a continuación:

Figura 39:

Tabla de resultados de reguladores secundarios para ERS

Item	Descripción
1	Válvula reguladora modelo DIVAL 500 de 1" 1/2" ANSI 150. Pe = 2.5 barg; Pr = 24 mbarg; Bloqueo por alta y baja presión. Q = 98 sm ³ /hr. Marca FIorentini - Italia.
2	Válvula reguladora modelo DIVAL 500 de 1" 1/2" ANSI 150. Pe = 2.5 barg; Pr = 24 mbarg; Bloqueo por alta y baja presión. Q = 187 sm ³ /hr. Marca FIorentini - Italia.
3	Válvula reguladora modelo DIVAL 600 de 1" ANSI 150. Pe = 2.5 barg; Pr = 24 mbarg; Bloqueo por alta y baja presión. Q = 306 sm ³ /hr. Marca FIorentini - Italia.
4	Válvula reguladora FE6L 3/4" x 3/4" ROSCADO NPT. Presión de ingreso 2.5 barg. Presión regulada = 25 mbarg. Q = 5 Sm ³ /hr; Bloqueo por alta y baja presión. Marca FIorentini - Italia.
5	Válvula reguladora FE50L 3/4" x 3/4" ROSCADO NPT. Presión de ingreso 2.5 barg. Presión regulada = 340 mbarg. Q = 23 sm ³ /hr; Bloqueo por alta y baja presión. Marca FIorentini - Italia.

Fuente: Elaboración Propia

- **Pruebas de hermeticidad y certificación de la red interna**

La red interna fue probada a una presión de 6 bar con nitrógeno por un periodo de 4 horas, dando la hermeticidad correcta para la certificación del proyecto. (ver anexo N° 9)

Figura 40:

Estación de regulación secundaria de Caldera de 250 BHP



Fuente: Elaboración Propia

3.2. Evaluación técnico-económico

Figura 41:

Presupuesto técnico - económico

ITEM	ELABORACIÓN DE LA INGENIERIA BÁSICA Y DE DETALLE DEL PROYECTO	PRECIO \$
1	Elaboración de Memoria de descriptiva para cada expediente	2,500.00
2	Elaboración de Registros de control de calidad de cada proyecto solicitados por CALIDDA para cada Expediente	
3	Elaboración de Reportes para cada expediente solicitado por CONTUGAS	
4	Elaboración de Planos Mecánicos (Isométricos, Layout, P&ID), Planos Estructurales	
5	Elaboración de los Expedientes de Diseño (AIE1, PIG1, ERMP1) para su aprobación con CONTUGAS	
6	Elaboración de los Expedientes Conforme Obra (AIE2, PIG2, ERMP2) para su aprobación con CONTUGAS	
7	Supervisión de la Construcción de Todo el Proyecto	
8	Copia de los Expedientes de Conforme Obra para el Cliente	

- **FABRICACIÓN Y MONTAJE DEL ACCESORIO DE INGRESO A LA ESTACIÓN (AIE)**

ITEM	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJO EN ACERO	PRECIO \$
1	Compra de Materiales, Accesorios y Consumibles para la fabricación del AIE	4,220.00
2	Corte y Biselado de las tuberías acero	
3	Fabricación del AIE mediante el soldeo de las piezas de tuberías y los accesorios	
4	Arenado y Encintado con la Cinta Polyguard	
5	Instalación de la Protección Catódica mediante ánodos de sacrificio	
6	Trabajos civiles para apertura de zanja y compactación	

ITEM	SERVICIOS A REQUERIR	PRECIO \$
1	Certificación del Proceso Constructivo (Incluye Visitas del Inspector)	1,800.00
2	Ensayos No Destructivos a las soldaduras realizadas	

- **FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LA ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN PRIMARIA (ERMP)**

ITEM	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJO	PRECIO \$
1	Compra de Materiales, Accesorios y Consumibles para la fabricación de la ERMP	11,700.0
2	Corte y Biselado de las tuberías acero	
3	Fabricación de los Spools mediante el soldeo de las piezas de tuberías y los accesorios	
4	Fabricación de los Filtros incluidos los elementos filtrantes	
5	Fabricación de la soportería.	
6	Arenado y Pintado de los Spools, filtros y soportaría	
7	Montaje de los Spools y filtros	
8	Pruebas de Hermeticidad ante Supervisor de CONTUGAS	

ITEM	DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS A INSTALAR	PRECIO \$
1	MEDIDOR ROTATIVO G160 - INCLUYE FILTRO GASKET	9,585.0
2	CORRECTOR DE VOLUMEN	
3	REGULADOR DE PRESION S-150 PR.REGULADA: Según CONTUGAS / VALVULA POR SOBREPRESION INCORPORADA P. BLOQUEO Según Presión Regulada	

ITEM	SERVICIOS A REQUERIR	PRECIO \$
1	Certificación de la instalación	2,500.00
2	Ensayos No Destructivos a las soldaduras realizadas	

ITEM	OBRAS CIVILES Y ELÉCTRICAS	PRECIO \$
1	Construcción del Recinto para la ERMP (Incluye Materiales)	3,000.00
2	Instalación Eléctrica para el Alumbrado de la Caseta para la ERMP	
3	Instalación del sistema Pozo a Tierra para la ERMP (Incluye materiales y Protocolo)	

- **FABRICACION Y MONTAJE DE LA RED INTERNA**

ITEM	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJO EN POLIETILENO	PRECIO \$
1	Compra de Materiales, Accesorios y Consumibles para el tendido de tubería de HDPE de 90mm. y de 20mm SDR 11	11,840.00
2	Excavación de zanjas para tuberías y relleno en tierra 1.2 mts	
3	Corte de asfalto y Reposición con concreto en la zona de pista	
4	Tendido de 280 metros de tubería de HDPE 90mm y 230 metros de 32mm.	
5	Suministro y tendido de arena para cama y recubrimiento de la tubería	

6	Servicio de electrofusión y montaje de Tuberías y Accesorios de HDPE Incluye Equipo y un técnico calificado.
7	Transporte de un Equipo, herramientas, materiales y Personal (2) Ida y Vuelta Lima - PISCO - Lima
8	Pruebas de Hermeticidad ante Supervisor de CONTUGAS

ITEM	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJO EN ACERO	PRECIO \$
1	Compra de Materiales, Accesorios y Consumibles para la fabricación de la RI	15,166.00
2	Corte y Biselado de las tuberías acero	
3	Fabricación de los Spools mediante el soldeo de las piezas de tuberías y los accesorios	
4	Fabricación de la Estación de Regulación Secundaria (ERS)	
5	Fabricación de la soportería.	
6	Arenado y Pintado de los Spools, soportería	
7	Montaje de los Spools	
8	Pruebas de Hermeticidad ante Supervisor de CONTUGAS	

ITEM	EQUIPOS, INSUMOS Y TRANSPORTE	PRECIO \$
1	Equipos y herramientas	4,300.00
2	Insumos y transporte	00

RESUMEN COSTEO		
ETAPAS DEL PROYECTO		COSTO TOTAL (\$)
ELABORACION DE EXPEDIENTES		2,500.00
FABRICACION DEL AIE		6,220.00
FABRICACION DE LA ERMP		26,785.00
FABRICACION DE LA RED INTERNA HDPE		11,840.00
FABRICACION DE LA RED INTERNA AC		15,166.00
INSUMOS Y TRANSPORTE		1,500.00
EQUIPOS Y SERVICIOS		2,800.00
COSTOS DIRECTOS		66,811.00
IMPROVISTOS	3%	2,004.33
COSTOS INDIRECTOS	8%	5,344.88
COSTO TOTAL		74,160.21
MARGEN DE UTILIDADES	25%	18,540.05
PRECIO DE VENTA		92,700.26
PRECIO DE VENTA		92,700.26

Fuente: Elaboración Propia

3.3. Análisis de resultados

En el presente informe de trabajo de suficiencia profesional, cumple con el objetivo general de presentar los lineamientos básicos para realizar el diseño de una instalación interna industrial a gas natural la cual se encontrará dentro de las redes de distribución de la concesionaria de la ciudad de Pisco, garantizando de esta manera el suministro continuo de este combustible a los equipos de consumo dentro de la pesquera, evitando pérdidas económicas por el retraso del abastecimiento del anterior combustible (GLP).

En el desarrollo del diseño de esta instalación se han tomado antecedentes bibliográficos de diseño de las principales instalaciones industriales a gas natural de las primeras pesqueras conectadas, unificándolas en un solo documento que servirá como guía para todo profesional encargado de desarrollar la ingeniería del diseño de instalaciones interna industriales.

Se tiene como resultado un ahorro del 58.19% mensual de costos de energía al usar gas natural, según los siguientes cuadros:

Figura 42:

Detalle de consumos de combustible y retorno de inversión

DETALLE DE CONSUMO DEL COMBUSTIBLE ACTUAL GLP VS GN			
COMBUSTIBLE ACTUAL	CONSUMO MENSUAL	UNIDAD	CONSUMO NOMINAL EQUI. EN GN (m3/mes)
GLP	14,800.00	Gal	41,440.00
DETALLE	PRECIO UNITARIO (S/.)	UNIDAD	CONSUMO MENSUAL (S/.) - GLP
PRECIO DEL COMBUSTIBLE GLP	5.70	Gal	S/ 84,360.00
PRECIO DEL COMBUSTIBLE GN	0.85	m3	S/ 35,272.32

CÁLCULO DEL TIEMPO DE AHORRO DE INVERSIÓN		
INVERSIÓN		
ITEM	DETALLE	IMPORTE S/.
1	PROYECTO DE INSTALACIÓN DE LA RED DE SUMINISTRO (PAGO A ISSA)	307,764.87
2	DERECHO DE CONEXIÓN (PAGO A CONTUGAS)	33,219.17
3	CARGOS POR IHS (PAGO A CONTUGAS)	1,647.44
TOTAL DE LA INVERSIÓN		342,631.48
CÁLCULO DE AHORRO MENSUAL		
ITEM	DETALLE	IMPORTE S/.
1	FACTURACIÓN MENSUAL EN COMBUSTIBLE ACTUAL (GLP)	84,360.00
2	FACTURACIÓN MENSUAL PROYECTADA EN GAS NATURAL	35,272.32
AHORRO MENSUAL		49,087.68
AHORRO ANUAL		589,052.22
% DE AHORRO		58.19
RECUPERACIÓN DE INVERSIÓN (meses)		6.98

Fuente: Elaboración Propia

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

- La información en el presente informe de trabajo de suficiencia profesional, no pretende ser una plantilla para el desarrollo de diseño instalaciones internas de gas natural a las industrias, lo cual está sujeto bajo la NTP 111.010 y el interés de la información presentada es dar los lineamientos básicos que se deben tener en cuenta al momento de realizar el diseño e instalación de una instalación interna de gas natural a una industria.
- El software empleado para el diseño y selección de las tuberías de conducción es el programa EXCEL, nos permite la formulación y operaciones, en cumplimiento de las formulas establecidas por la NTP 111.010.

4.2. Conclusiones

Del presente proyecto realizado se concluye:

- Se calculó el dimensionamiento del sistema de tuberías internas, estación de gas y accesorio de ingreso, según NTP 111.010 -2014, estándares internacionales y procedimientos de la concesionaria Contugas vigentes.
- Se seleccionó el tipo de material adecuado y equipos a utilizar, desde la conexión de la válvula de servicio hasta las estaciones de regulación secundaria, según las condiciones de infraestructura y consumos en planta.
- Se realizó el montaje de las instalaciones y certificaciones para el uso seguro y adecuado de gas natural en los equipos de la planta pesquera, en cada etapa constructiva.
- Se comparó los costos de producción con el anterior recurso energético y se justifica un ahorro del 58.19% con el uso del gas natural.

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar los mantenimientos semestrales y anuales a la acometida de gas natural, accesorio de ingreso a la estación y estación de regulación y medición primaria de manera puntual según programa de mantenimiento por la concesionaria.
- Se recomienda mantener hidratado el ánodo de magnesio, agregando 20 lt de agua cada mes.
- Se recomienda realizar revisiones y mantenimientos preventivos anuales a la red interna de acero.
- Se recomienda realizar la calibración anual a los manómetros de las ERS y ERMP.
- Se recomienda realizar de manera puntual el mantenimiento quinquenal de toda la red interna.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Norma Técnica Peruana 111.010 (2014) GAS SECO: Sistemas de tuberías para instalaciones internas industriales. (Norma) Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana 111.021 (2006) GAS NATURAL SECO. Distribución de gas natural seco por tuberías de polietileno. (Norma) Lima, Perú.
- ASME-B31.8. (1999). "*Gas Transmission and Distribution Piping Systems*".
- D.S.N°042- 99 - EM. (1999). "*Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos, Decreto Supremo N° 042- 99 -EM. y sus modificatorias*". Lima, Lima, Perú.
- IIN-MA-GI-003. (2013). "*Manual del gas natural para la industria*". Contugas, Ica, Perú.
- Ministerio de Energía y Minas – Dirección general de Hidrocarburos (2012). "*Ventajas del uso del gas natural en la industria*". (Folleto) Lima, Perú.
- Osinerming (2014). "*La industria del gas natural en el Perú. A diez años del proyecto Camisea*". (Libro) Lima, Perú.
- Osinerming (2015). "*El gas natural: uso, residencial, comercial e industrial*". (Folleto) Lima, Perú.
- Chávez Ordoñez, R. A. (2017). "*DISEÑO DE LAS INSTALACIONES Y REDES INTERNAS DE GAS NATURAL EN UNA PLANTA INDUSTRIAL DE COCHINILLA EN LA CIUDAD DE AREQUIPA*". Arequipa, Perú.
- Zereceda Novoa, J. M. (2018). "*ESTUDIO DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN PARA GAS NATURAL EN UNA PLANTA TEXTIL EN LA CIUDAD DE AREQUIPA*". Arequipa, Perú.

ANEXOS

ANEXO N°01: CHECK LIST DE INSTALACION INDUSTRIAL CONTUGAS

contugas		REVISIÓN PIG INDUSTRIALES		Cód.: CTG-FO-0-01-019-0	
				Rev.: 00 - 15/03/13	
				Página 1 de 1	
I. DATOS GENERALES					
PROYECTO	EXEQUENTE	INSTALADOR	REV.		
DIRECCION	CERTIFICADOR				
II. LISTA DE VERIFICACION			COMENTARIOS		
Copie de Revisión de Expediente PIG1 Aprobado (*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Copie de Aprobación de factibilidad de suministro de gas emitido por la concesionaria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Datos del Cliente:					
Ficha Registral del Predio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
DNI del Representante Legal y/o Propietario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Partida Registral de Constitución de la Empresa en caso persona jurídica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Partida Registral de Poderes del Representante Legal en caso persona jurídica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Datos del Instalador Empresa - IIG-3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Copie de Carnet del Instalador IIG-3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Copie de Carnet de la Empresa y del Instalador IIG-3 en caso de Personas Jurídicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Copie del Contrato de Suministro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Boletas de habilitación y/o declaración jurada de los profesionales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Memoria Descriptiva y Especificaciones Técnicas (SETT) de cada especialidad:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Memoria Descriptiva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Descripción del proyecto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Cálculo y Selección del Medidor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Cálculo de Resistencia de tuberías	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Selección del Regulador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Selección de Válvula de Bloqueo por Sobres Presión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Selección de Válvula de Alivio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Cálculo de Velocidades y Caudales de Presión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Selección de Elemento Filtrante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Cálculo de Carcasa de Filtro según ASME VIII	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
SETT de cada uno de los equipos, accesorios, tuberías e instrumentación a instalar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Perímetros de Cliente:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Capacidad máxima (PMV) < 0.8 PS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Presión Regulada (barg) = Presión regulada de la RSPS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Planes:					
Plano Civil:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Ubicación y Situación:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
> En escalas IIG-3 (1:500):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
> Cuadro de Coordenadas UTM de todo el lote	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
> Cuadro de Coordenadas UTM de la ERM o EFM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
> Cuadro de Área	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Plano de Distribución indicando distancias de seguridad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Plano de Clonización:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Plano de Tachos y Coberturas:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Plano de Pavimentos:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Plano Mecánico:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Plano de Distribución General:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Muestra todos los roles mecánicos del proyecto:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Cortes de v/o de los tramos para ver las interferencias a otros servicios:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Visualización de todas las tuberías del proyecto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Visualización de la ERM o EFM primarias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Visualización de la ERM o EFM secundarias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Plano Isométrico:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Muestra la ubicación de la estación y Válvula de Cierre Principal:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Muestra válvulas de cierre en el sistema de tuberías:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Indica el tipo de junta (soldado - rosca):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Indice a libro de tuberías (el del IIG-3):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Ubicación de ERS (Estación de Regulación Secundaria):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Planilla de cálculo de velocidades y caudales de presión:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Planilla de Materiales y Equipos: Descripción, Marca, Normas y Pesos de Cliente:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Plano Mecánico de detalle de Medición:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Plano Mecánico de detalle de Regulación:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Plano Mecánico de detalle de Filtración:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Plano Welding MAP de Isométrico (*):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Junta coinciden con Welding Book:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Junta coinciden con Reporte END:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Plano de Procesos:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
P&ID con codificación de la instrumentación acorde a la ISA 5.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Plano Eléctrico:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Plano de Distribución General del proyecto:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Muestra todos los roles eléctricos del proyecto:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Cortes de v/o de los tramos para ver las interferencias a otros servicios:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Ubicación de los Pozos a Tierra (Dinámico y Estático incluido detalles):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Plano de Áreas Clasificadas:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Plano de Protección Catódica:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Plano Diagrama Unifilar:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Plano de Seguridad:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Plano de Ubicación de Equipos Contra Incendios:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Plano de Evacuación:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Procedimientos de Soldadura:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Especificación del Proceso de Soldadura WPS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Registro Certificación del Proceso de Soldadura POR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Homologación de Soldador WPS (*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Registro de Pasaporte de Equipo de Electrodo y Certificado de Fusibilidad (*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Memoria de cálculo de protección anticorrosivos (*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Registro de Pruebas de Hermeticidad firmado por el IIG, el Cliente y Contugas (*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Reporte de Ensayos No Destructivos (*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Certificación del Inspector de END (*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Registro de combinación de equipos (*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Manual de operación de las instalaciones (*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Programa de Mantenimiento (*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Procedimiento de puesta en marcha (*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Check List y Certificado de Materiales y Equipos (*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Estado de Riesgo de las Instalaciones Internas (*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Plan de Contingencias (*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Programa de Obra y Actividades:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Acta de Compromiso del Cliente (*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
CD con todo lo listado en la presente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
III. OBSERVACIONES					
<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO					
IV. COMENTARIOS					
Todos los planos, memorias y especificaciones técnicas deben tener la firma del profesional de cada especialidad y la firma del cliente en la forma de autorización legal de la junta.				RESPONSABLE DE REVISIÓN - CONTUGAS	
Nota: (*) Documentos se presenta en el Expediente Conforme a Obra - El Análisis de Riesgo, Plan de Contingencias y Acta de compromiso se presentarán en un Folio aparte.				Firma:	
LA PRESENTE REVISIÓN SE REALIZA SOBRE LA BASE DE LA DOCUMENTACIÓN PRESENTADA AL CONCESIONARIO Y NO SOBRE AL INSTALADOR DE SU RESPONSABILIDAD COMO DISEÑADOR, CONSTRUCTOR DE LA OBRA Y REALIZADOR DE LOS PROCEDIMIENTOS E INSERCIÓN DE DETALLES.				Nombre:	



REVISIÓN FIG - ACCESORIO DE INGRESO

Cod.: CTG-FO-Q-DT-020-II

Rev.: 00 - 27/03/13

Página 1 de 1

1.- Datos Generales

Fecha:	Expediente:	Rev.:
Cliente:	Instalador:	
Dirección:	Certificadora:	

2.- Lista de Verificación

COMENTARIOS

Solicitud de solicitud del FIG 1 firmado por el Propietario y el Instalador:	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Certificado de expediente/obras de las Instalaciones (*):	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Copla de Revisión de Expediente FIG1 Aprobado (*):	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Copla de Aprobación de factibilidad de suministro de gas emitido por la concesionaria	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Datos del Cliente:	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Ficha Registral del Predio	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
DNI del Representante Legal y/o Propietario	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Partida Registral de Constitución de la Empresa en caso persona jurídica	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Partida Registral de Poderes del Representante Legal en caso persona jurídica	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Datos del Instalador Empresa - IG3:	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Copla de Carnet del Instalador IG-3	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Copla de Carnet de la Empresa y del Instalador IG-3 en caso de Personas Jurídicas	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Copla del Contrato de Suministro	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Boletas de habilitación y/o declaración jurada de los profesionales	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Memoria Descriptiva y Especificaciones Técnicas (EETT):	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Memoria Descriptiva:	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Descripción del proyecto	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Cálculo de Resistencia de tuberías	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Cálculo de Velocidades y Caidas de Presión	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
EETT de cada uno de los accesorios, tuberías e instrumentación a instalar	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Calculo de protección anódica/Catódica	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Parámetros de Diseño:	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Capacidad máxima (m3/h) ≤ Q SFS	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Presión de diseño	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Planos:					
Planos Civiles	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Ubicación y Situación:	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Planos Mecánicos:	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Plano de Distribución General	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Cortes de c/u de los tramos para ver las interferencias a otros servicios:	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Plano Isométrico (donde muestre cada uno de los accesorios):	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Planilla de cálculo de velocidades y caídas de presión:	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Planilla de Materiales: Descripción, Marca, Normas y Presiones de Diseño:	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Plano Welding MAP de Isométrico (*):	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Juntas coinciden con Welding Book:	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Juntas coinciden con Reporte END:	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Planos Eléctricos:	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Plano de Protección Catódica	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Procedimientos de Soldadura:	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Especificación del Proceso de Soldadura WPS	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Registro Calificación del Proceso de Soldadura PQR	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Homologación de Soldador WPQ (*):	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Registro de Parámetros de Equipo de Electro fusión y Certificado de Fusionista (*):	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Memoria de cálculo de protección anódica/catódica conforme a obra (*):	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Registro de Prueba de Hermeticidad firmado por el IG3, el Cliente y Contugas (*):	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Reporte de Ensayos No Destructivos (*):	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Certificación del Inspector de END (*):	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Check List y Certificado de Materiales y Equipos (*):	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Cronograma de Obra y Actividades:	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Acta de Compromiso del Cliente (*):	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
CD con todo lo listado en la presente	SI	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	

3.- Observado

SI No

4.- Comentarios:

<p>Todos los planos, memorías y especificaciones técnicas deben tener la firma del profesional de cada especialidad la firma del IG 3 y la firma del representante legal y/o dueño.</p> <p>Si al momento e Ingresar el presente expediente, estuviera en trámite "Revisión PRF", se puede obviar presentar "Datos del Cliente" para el presente expediente.</p>	<p>Responsable de Revisión - Contugas</p>
<p>Nota:</p> <p>(*) Documentos se presenta en el Expediente Conforme a Obra</p>	<p>Firma:</p> <p>Nombre:</p>
<p>LA PRESENTE REVISIÓN SE REALIZA SOBRE LA BASE DE LA DOCUMENTACIÓN PRESENTADA AL CONCESIONARIO Y NO EXIME AL INSTALADOR DE SU RESPONSABILIDAD COMO DISEÑADOR, CONSTRUCTOR DE LA OBRA Y REALIZADOR DE LOS PROCEDIMIENTOS E INGENIERÍA DE DETALLE.</p>	

ANEXO N°02: RESPUESTA DE SOLICITUD DE FACTIBILIDAD DE SUMINISTRO – RSFS



contugas

Oficina:
Jr. Doménico Morelli 150-Of.801
Torre 2, Piso 8
San Borja

Tel: + 51(1) 6310700
Lima, Perú

GCO-081-2017

Lima, 03 de marzo de 2017

Señores

Inversiones Prisco S.A.C.
Carretera Pisco Paracas Km 16
Pisco

Atención: Sr. Americo Giovanni Solimano Navarro
Apoderado

Referencia: Solicitud de Viabilidad de Suministro No. SVS-1190922-2017 (Paracas)

De nuestra consideración,

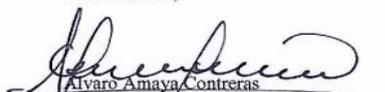
Por medio de la presente queremos saludarlo y agradecerle el interés en contratar nuestro servicio. Su solicitud ha sido evaluada de acuerdo al procedimiento de Viabilidad de Suministro aprobado por Resolución de Consejo Directivo N° 056-2009-OS/CD y sus modificatorias (en adelante "Procedimiento de Viabilidad").

Al respecto, su solicitud ha sido declarada como **Técnica y Económicamente Viable** de acuerdo al lineamiento establecido en el artículo 17° del Procedimiento de Viabilidad. De tal forma, aun cuando el Procedimiento de viabilidad contempla un plazo de conexión de Doce (12) meses, estimamos a partir del mes de agosto del 2017 estamos en condiciones operativas para asegurarle el suministro de Gas Natural, para lo cual deberá tener construida y aprobada su instalación interna y acometida de acuerdo a las especificaciones técnicas y normativa vigentes. Las características técnicas del suministro se especifican en el documento "RESPUESTA DE VIABILIDAD DE SUMINISTRO DE GAS NATURAL – CLIENTE INDUSTRIAL", que se anexa a la presente.

Con el fin de continuar con el proceso, se requiere el correspondiente pago del derecho de conexión¹, para lo cual le anexo la Factura N° 0000470, agradezco el envío del comprobante de pago con el fin de anexarlo a su expediente.

Sin otro particular y agradeciéndoles la atención prestada a la presente, me despido.

Atentamente,


Alvaro Amaya Contreras
Gerente Comercial
CONTUGAS SAC

Adjunto:
1. RESPUESTA DE VIABILIDAD DE SUMINISTRO DE GAS NATURAL – CLIENTE INDUSTRIAL

¹ Según se encuentra definido en el Reglamento de Distribución este pago obliga al Concesionario a efectuar la conexión en plazos previstos y otorga un derecho al Interesado sobre la capacidad de Suministro solicitada desde el Sistema de Distribución, por lo que se les requiere efectuar el pago dentro del plazo indicado a fin de que puedan asegurar dichas atribuciones.



RESPUESTA DE VIABILIDAD DE SUMINISTRO
DE GAS NATURAL - INDUSTRIALES

Cod: SVS-1190922-2017
Rev.: 0
Página: 1 de 1

Fecha: 02/03/2017

1. DATOS DE LA EMPRESA

Razón Social: Inversiones Pisco S.A.C.
RUC: 20517834255

2. USO DEL GAS NATURAL

Generación de Vapor para la industria

3. DATOS DE LOCALIZACIÓN

Dirección de Planta que requiere el servicio: Carretera Pisco Paracas Km 16 - Pisco

4. CLASIFICACIÓN DE SOLICITUD

- a) Incorporado en la Base Tarifaria
b) No incorporado en la Base Tarifaria

X

5. DATOS TÉCNICOS DE SUMINISTRO

Coordenadas ubicación de válvula de derivación (UTM WGS-84) E: 366114
N: 8475507
Caudal máximo horario (m³/h) 450,00
Caudal mínimo horario (m³/h) 0,00
Caudal nominal horario (m³/h) 20,00
Presión Mínima (bar) 5,00
Presión Máxima (bar) 19,00
Consumo diario promedio (m³/d) 633,30
Consumo mensual promedio (m³/m) 19.002,00

NOTA

Corresponden a los Datos suministrados por el Cliente y validados por CONTUGAS. Cualquier modificación deberá ser informada previamente por el Cliente para un nuevo análisis de viabilidad.

7. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

SÍ NO X

8. VIABILIDAD ECONOMICA DEL PROYECTO

DETALLE DE INVERSIÓN	Diámetro(pulg)	Longitud	Costo (US\$)
Instalación tubería de polietileno	N/A	N/A	N/A
TOTAL			0

CALCULO DERECHO DE CONEXIÓN

Consumo mensual promedio (m³/m) 19.002,00
Consumo diario promedio (m³/d) 633,30
Categoría C
Factor Categoría 15,41
Derecho de conexión (Usd) 9.759,15

VIABILIDAD ECONOMICA DEL PROYECTO

SÍ X NO

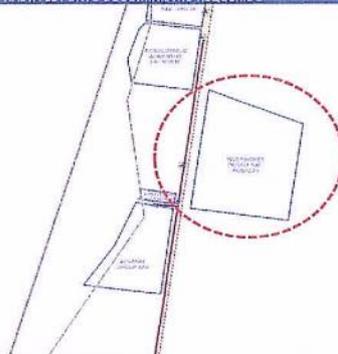
9. APOORTE PARA VIABILIZAR EL PROYECTO

US\$ NO APLICA

10. FECHA PREVISTA PARA CONEXIÓN

dd/mm/año 03/03/2018

11. PLANO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO HASTA EL PUNTO DE SUMINISTRO REQUERIDO

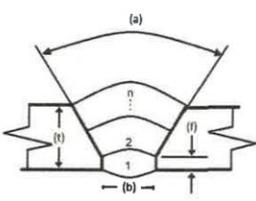


11. OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS

	Responsable de Revisión (Contugas)
	Firma:
	Nombre:

ANEXO N°03: ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

GTAW

	ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS) (De acuerdo a ASME Sección IX:2015)		WPS-ASME01-GTAW16	
			HOJA:	1 de 2
			EMISION:	07/10/2016
			REVISION:	00
Nombre de la compañía: <u>ISA PERÚ S.A.C.</u> Por: <u>Luigi Cuenca Acuña</u>				
Especificación de procedimiento: <u>WPS-ASME01-GTAW16</u> Fecha: <u>07/10/2016</u> PQR de soporte: <u>PQR-ASME01-GTAW16</u>				
Revisión No. <u>00</u> Fecha: <u>07/10/2016</u> Fecha de PQR: <u>07/10/2016</u>				
Proces(os) de soldadura <u>GTAW</u> Tipo: <u>Manual</u>				
JUNTA (QW-402)			Detalles	
Diseño de junta Respaldo: (Si) <u> </u> (No) <u> X </u> Material de respaldo: (Tipo) <input type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> Refractario <input type="checkbox"/> No Metálico <input type="checkbox"/> Otro Esquema, dibujo de fabricación, símbolos de soldadura o descripción escrita debe mostrar el arreglo general de las partes a ser soldadas. Donde sea aplicable, la apertura de raíz y los detalles de la soldadura deben de ser especificadas				
			t: 1.5 mm a 10.32 mm. a: 60° - 70° b: 2.4mm - 4mm f: 0 - 3 mm Pases de Soldadura 1 GTAW-ER70S-6 2 GTAW-ER70S-6 2+n GTAW-ER70S-6	
METAL BASE (QW-403)				
No P: <u>1</u> Grupo N°: <u>1</u> al N° P: <u>1</u> Grupo N°: <u>1</u>				
O Especificación de tipo y grado: <u>ASTM A53 Gr. B / API5L X42 / API5L X52</u>				
Hasta la especificación de tipo y grado: <u>ASTM A53 Gr. B / API5L X42 / API5L X52</u>				
O Análisis químico y propiedades mecánicas: <u>---</u>				
Hasta análisis químico y propiedades mecánicas: <u>---</u>				
Rango de espesores				
Metal base : Ranura: <u>Desde 1.5 mm hasta 10.32 mm</u> Filete: <u>Todos</u>				
Diámetro Externo de Tubo : <u>Desde 25 mm hasta ilimitado</u> Filete: <u>Todos</u>				
Espesor máximo del pase $\leq \frac{1}{4}$ (13 mm) (SI) <u> X </u> (NO) <u> </u>				
Otro : <u> </u>				
* METAL DE APORTE (QW-404)		GTAW	---	---
Especificación N° (SFA)		5.18	---	---
AWS No (clase)		ER 70S-6	---	---
N° F		6	---	---
N° A		1	---	---
Tamaño del metal de aporte		Ø2.4 mm (3/32")	---	---
Forma del metal de aporte		Varilla Sólida	---	---
Metal depositado				
Espesor de metal depositado				
Ranura		Hasta 10.32 mm		
Filete		ilimitado	---	---
Fundente (clase)		---	---	---
Nombre comercial		---	---	---
Inserto consumible		---	---	---
Otros		---	---	---
(*)Cada combinación de metal de aporte debe estar registrado individualmente				
 Ricardo Dobi Caporal Zarate CWI 1405247107-10-16 OCT EXP. 5/1/2017				



**ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA
(WPS)**
(De acuerdo a ASME Sección IX:2015)

WPS-ASME01-GTAW16	
HOJA:	2 de 2
EMISION:	07/10/2016
REVISION:	00

POSICIONES (QW-405)		TRATAMIENTO DE POST-CALENTAMIENTO							
Posición(es) de ranura: Plana, Horizontal, Vertical y Sobrecabeza		Rango de temperatura: N.A.							
Progresión: Asc. (x) Desc. ()		Tiempo: N.A.							
Posición de filete: Plana, Horizontal, Vertical y Sobrecabeza		Otros: ---							
PRECALENTAMIENTO (QW-406)		GAS (QW-408)							
Temp. Pre calentamiento	Mín.: ---	Composición Porcentual							
Temp. Interfase:	Max: ---	Protección	Gas(es)	Mezcla	Flujo				
Mantenimiento pre calentamiento	N.A.	Arrastre	Argón	99.9%	10 - 20 lt/min				
		Respaldo	N.A.	N.A.	N.A.				
CARACTERISTICAS ELECTRICAS (QW-409)									
Corriente AC o DC		DC : Corriente continua		Polaridad EN : Electrodo al negativo					
Rango de amperaje		Ver tabla de parámetros eléctricos		Rango de voltaje Ver tabla de parámetros eléctricos					
Tamaño y tipo de electrodo de tungsteno:		Ø2.4mm (Ø3/32") EWth-2 (Tungsteno puro, 2% toriado, etc.)							
Modo de transferencia en GMAW		N.A. (Arco spray, corto circuito, etc.)							
Velocidad de alimentación de alambre		N.A.							
TÉCNICA (QW-410)									
Pase ancho o angosto		Angosto (primer pase) / Ancho (resto de pases)							
Orificio o tamaño de protección gaseosa		# 4 (6.3 mm) a #8 (12.7 mm)							
Limpieza inicial y entrepasadas (escobillado, esmerilado, etc.)		Escobilla y/o Esmerilado							
Distancia de boquilla a pieza de trabajo		N.A.							
Pase múltiple o simple		Múltiple							
Oscilación		Como sea requerido							
Electrodo no consumible simple o múltiple		Simple							
Velocidad de avance (rango)		Ver Tabla							
Martilleo		N.A.							
Otro		Método de biselado: Maquinado, con corte oxicorte, corte de plasma y/o amolado							
TABLA DE PARAMETROS ELECTRICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA									
Pase N°	Proceso	Metal de aporte		Corriente			Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)	Otros (Progresión)
		Clase AWS	Diámetro Ø	Tipo de corriente	Polaridad	Amperaje (A)			
1	GTAW	ER 70S-6	2.4mm (3/32")	DC	EN	85 - 97	9 - 12	8 - 11	Ascendente
2	GTAW	ER 70S-6	2.4mm (3/32")	DC	EN	115 - 130	11 - 14	10 - 13	Ascendente
2 + n	GTAW	ER 70S-6	2.4mm (3/32")	DC	EN	90 - 105	10 - 13	9 - 12	Ascendente
ELABORADO POR:		REVISADO :			AUTORIZADO :				
Ing. Ricardo D. Carbajal Zarate		Ing. Ricardo D. Carbajal Zarate CWI 14052471			Ing. Edder D. Farfan Carmona IG3- 01652				
FIRMA:		FIRMA:			FIRMA				
 Ricardo Carbajal Zarate SNT-TC-1A LEVEL II VT-PT-ME-117		 Ricardo Dabi Carbajal Zarate CWI 14052471 07.10.16 QC1 EXP. 5/1/2017							

ROTARY METER SERIES FMR



The best way to predict the future *is to create it*

Introduction

The FMG series of rotary gas meters are designed to meet the highest demands of reliable and accurate measurement of gas flow. The meters are MID approved and fully comply with EN12480 and OIML R137. The compact exchangeable aluminum cartridge allows local repair and on-site cleaning. The robust design of the casing and the cartridge make the meter less sensitive to installation stresses caused by the connecting piping. A significant amount of misalignment of the connecting piping/flanges can be tolerated by the meter without affecting the meter performance by jamming the impellers.

The aluminum casing of the FMR (body and front plate) is designed for working pressures up to 20 barg with a safety factor of 4. The square impellers and the improved position of the main bearings and shafts, make the meter less sensitive to overload and pressure shocks. The aluminum index and the protection of the IR pulsers with the associated magnets, make the meter less sensitive for manipulation by externally applied magnets or other external forces. Tampering of meters with strong neodymium magnets is one of the major concerns of utility companies, as this kind of manipulation is very difficult to detect or prove. In order to be prepared for the "smart grid", the index can also be equipped with an intelligent encoder.

The unique proprietary oiling system, where the oil is distributed directly to the timing gears by means of a disc, eliminates oil loss at high rotor speeds and will lubricate the timing gears at very low loads. All plugs and oil sight glasses are in the front of the meter, allowing the meter to be installed in very compact installations.

Principle

The FMG rotary gas meter is a displacement type gas meter. The actual measurement is performed by two figure 8-shaped impellers (rotors) rotating within a measurement chamber. During a full revolution of the rotors a fixed volume is displaced from the inlet to the outlet of the meter. The number of revolutions represents the amount of volume passed. The volume is displayed on a direct read counter type index. Several low and high frequency pulsers can be used for flow computing or control purposes.

Applications

The FMR series of rotary meters is suitable for custody transfer gas measurement of all non-corrosive gases such as natural gas, propane, butane, air, hydrogen, etc. Typical applications are:

- Gas distribution in low, medium or high pressure networks
- Industrial applications
- Master meters for test benches

Special constructions can be supplied for use under extreme conditions like higher temperatures and corrosive gases.

Accuracy

Each FMR rotary meter is tested with atmospheric air to traceable (Dutch NMI) calibrated references. It has been proven – as part of the type approval testing – that the difference between the accuracy at atmospheric air and at high pressure natural gas is negligible.

Typical metrological characteristics

Accuracy Q1 to Qmax: ± 1% or better
 Accuracy Qmin to Q1: ± 2% or better
 Repeatability: better than 0.1%



Pressure Loss

The average pressure loss (see tables pages 6-7) of the FMR rotary meter using atmospheric natural gas with a relative density of 0.6 is measured at one (1) diameter downstream of the meter on straight pipe of the same size as the meter. The pressure loss across the FMR rotary meter for various gases and other operating pressures may be approximated from the pressure loss equation:

$$\Delta P_2 = \Delta P_1 \times \frac{d}{0.6} \times \left(\frac{P}{P_{atm}}\right) \times \left(\frac{Q}{Q_{max}}\right)^2 [Pa]$$

Pressure loss

$$Q = Q_{min} \sqrt{\frac{P_{atm}}{P} \times \frac{1.29}{\rho}} [m^3/h]$$

Measuring range

ΔP = Pressure drop at P and Q_{max}
 ΔP_1 = Pressure drop at Q_{min} (See tables pages 6 and 7)
 P = Operating pressure of the meter in bar absolute
 P_{atm} = Atmospheric pressure in bar absolute (1.01325 bara)
 Q_{min} = Instantaneous flow in m^3/h

Q_{max} = Max. flow rate in m^3/h
 Q_{min} = Min. flow rate at atmospheric pressure in m^3/h
 d = Relative density of the gas (air = 1)
 P = Density of the gas at atmospheric pressure

Main Features

- Flow range 0.2 – 1000 m^3/h
- Diameters DN25 – DN200 (1" – 8")
- Pressure rates PN 10 – 100, ANSI 150 – 600
- MID, EN 12480 and OIML R137 1&2 approved
- MID temperature range -40 to +70°C
- Large rangeability > 1:160
- Cartridge design
- Robust construction
- Multi position
- Square impeller technique
- Compact installation
- Easy local repair
- On-site cleaning
- Tamper proof exchangeable index



Cartridge Design

All FMR meters consist of an aluminum cartridge inserted in a meter body. The cartridge can be removed and inserted with the body remaining installed. This allows local repairs such as replacement of the main bearings and on-site cleaning to be carried out without removing the meter body. Particular owners of older networks, suffering from dirt and/or condensate, will benefit from the ability to remove the cartridge. FMR has a cartridge exchange program to replace older cartridges with new calibrated ones.



Superior Metrological Performance

Starting with the G40, all meters are approved according to both EN12480 and OIML R137/1 for rangeabilities up to 1:160 and as such can, on request, be designated as Class 1.5 meters. In situations where the installation or gas conditions are severe, the risk of rejection is greater when recalibration is done against in-service tolerances. The designation of class 1.5 (instead of 1.0), while still maintaining the class 1.0 accuracy limits, could be of interest since the in-service tolerances of a class 1.5 meter are significantly larger than the class 1.0 tolerances.

Square Impeller Technique

The use of square impellers not only makes the meter very robust and short, but also improves the accuracy and rangeability. The unregistered leakage causing an error at minimum capacity, thus limiting the rangeability, is significantly smaller for square impellers (shorter profile) compared to the traditional long impellers.



Robust Construction

In the new cartridge FMR design, the impellers, timing gears and bearings are fixed and positioned by a synchro-plate. Since this synchroplate is machined in one operation, the tolerances can be controlled and maintained at a very high level. As a consequence, the clearance between the impellers and the meter body is equally divided and as such maximized, making the meters less sensitive to dirt and debris. The short impeller and high strength shaft connecting the timing gear to the impeller overcomes flexing or bending of the impellers, hence the meters are less sensitive to flow and pressure shocks. Severe intermittent on/off applications are typically handled without damage. Temporarily overloading the meter up to 50% of the maximum capacity will not cause any degradation of the metrological quality.

Basic Index (Standard)

The basic index consists of a UV-resistant polycarbonate cover glued to an aluminum frame. The aluminum frame will give strength to the index and as such sufficient protection against mechanical interference (tampering). The index is 100% sealed (IP67) by multiple layers of glue. The index can be rotated over 350° for flow directions right-left, left-right and top-down. The index is equipped with multiple LF switches and normally closed tamper contacts.



Universal Index

The extremely strong double walled, aluminum, index is designed to withstand any external interference. To protect against large forces applied to the index window, an additional glass window is mounted beneath the polycarbonate window. This glass window will break in case excessive force is applied to the index. On request the index can be sealed up to IP67. Four slots in the outer extrusion can be used for various add-ons such as multiple connectors, additional outgoing shafts, marking plates with bar codes, etc. The use of slots makes the index multifunctional and as such "prepared for the future".



Prepared for the future

The FMR series use a fix gear ratio in the index (no adjustment gears in the index). The index is connected to the meter body by means of a special bayonet connection. After removing the main seal (allowed under supervision of the local authorities or accredited laboratory), the index (and as such the functionality of the meter, like number and type of sensors, magnetic protection, smart communication, electronic display, etc.) can be changed in a matter of minutes. This unique feature makes the FMR series of rotary meters future proof.



Instrument Drive / Side reading

The instrument drive plate can be used to mount auxiliary equipment like chart recorders or mechanically driven volume correctors. The rotation of the outgoing shaft is equal to one m3 or CF or (sub) multiple thereof. A single or double counter can be added to the instrument drive. The instrument drive can be rotated over 900°, hence allowing both horizontal and vertical installation. The instrument drive can be equipped with low frequency pulsers, an encoder as well as a reverse flow lock, preventing meters from registering backwards as a result of tampering. On request the index can be supplied as side reading (without instrument drive) allowing the meter to be installed in an extremely high or low position. The rotating direction of the output shaft can be changed on site.



Options for Indexes and Instrument Drive

The index or instrument drive can be equipped with several options making the meter prepared for the future:

Magnetic Field Protection: Tampering of meters with strong neodymium magnets is one of the major concerns of utility companies, as this kind of manipulation is very difficult to detect and / or prove. The LF pulsers and its driving magnet can be shielded to overcome tampering with an externally applied magnetic field. Magnetic fields up to 500 mT will not have an effect on the pulse counting.

Reverse Flow Lock: In order to avoid tampering by reverse flow, the index or instrument drive can be equipped with a Reverse Flow Lock.

Wiegand Pulsers: the index can be equipped with multiple Wiegand pulsers. The Wiegand pulsers have significant advantages over the traditionally used Reed contacts. Wiegand sensors do not face "bouncing" problems and the actual live time is not limited as much as the traditional Reed contacts.

Intelligent Index/Encoder: the index can be equipped with an intelligent encoder. The encoder sends out the total volume with an interval of 400 msec. The encoder uses a standard NAMUR serial data format, and can be modified to special applications on request. The encoder is powered by one AA cell battery guaranteed for 12 years of operation. On request two AA cells can be installed for a guaranteed life time of 20 years. The encoder is equipped with a special Hall sensor to detect and register interferences from external magnets. Several programmable inputs/outputs are available for advanced anti-fraud functions.



High Frequency Pulsers

FMG rotary meters can be equipped with a high frequency sensor. Unique is the fact that the high frequency sensor generates two independent phase shifted signals and as such the flow direction can be monitored.

Tamper Proof

All plugs, sensors and oil sight glasses can be sealed (wire) and as such the meter is not vulnerable to tampering. If, for example, the oil compartment was accessible, the metrological performance could be changed (increasing or decreasing mechanical friction) by changing oil properties. In addition to the mechanical precautions, the index can be equipped with an intelligent encoder, recording time, stamping of all attempts of unauthorized access or manipulation, such as magnetic interference, reverse flows, etc.

Double Integrated Thermowells

FMG rotary meters can be equipped (optional) with two integrated thermo wells. Having two thermowells, the verification of Electronic Volume Conversion Devices (when built on to the meter) can be done on site and online without interruption of the operation. By comparing the reading of EVC temperature sensor with a calibrated temperature sensor or one of known accuracy placed in the second thermowell, the EVC can be verified.



Improved thermowell

Classic thermowell

Installation



Installation of FMG rotary meters can be horizontal or vertical. Since the meter is designed for multi position, consideration need only be given to the arrows showing the flow direction. After the meter is installed, the index can be rotated to the correct position. The index can be sealed to suit various conditions from total flexibility to highly tamper proof.

The FMR DNS50 meters are also available with a length of 150mm to exchange for DNS50 (2") turbine meters.

Maintenance

FMG rotary gas meters have a rotating disc for distributing the oil directly to the timing gears. The mechanism is designed to prevent oil loss at high loads or from pressure variations and maintains sufficient oiling at low flows. Since the oil system operates between 40% and 120% of the maximum flow, sizing of the installation is no longer critical. The oil supplied with the meter is suitable for 10 years of operation under normal conditions.



Cleaning / Easy repair

After removing the front cover of the meter, the entire cartridge can be removed for cleaning. During this cleaning process, the meter body can remain in line. For cleaning purposes the seals of the front cover have to be removed. The construction of the FMG rotary gas meters allows local repair or replacement of all the main bearings without special tools. If the main bearings are to be replaced, the critical timing of the impellers will be maintained. It is recommended that replacement of the main bearings (mounted in the synchro-plate) is performed by a skilled technician in a clean environment. The rear bearings can be replaced with the meter body in situ. In a situation where a meter is locked by dirt, the cartridge can be removed for cleaning.



The use of a cartridge (pre-calibrated) and the accessibility of the front and rear bearings without the need for removing the timing gears, make the FMG series of rotary meter unique in terms of repair. Any repair shop can repair or re-conditions the meters without special skills and tools. When regulation permits, a new, calibrated cartridge can be installed.

EVCD mounting

FMG rotary meters can be equipped (optional) with two thermo wells and two pressure tapping points. Therefore the rotary meters can be supplied with an Electronic Volume Conversion Device (EVCD). FMG offers a large variety in conversion devices so all required data can be provided and the best solution for every project can be assembled. Refer to the special brochure for more information about the Electronic Volume Conversion Devices FMG is able to supply or contact a local supplier.



Technical Specification

Metrological approvals: compliant with the MID 2004/22/EC
compliant with OIML R137
compliant with EN-T2480
sensors compliant with Ex ia IIC T4... T6 Gb (-40°C ≤ Ta +70°C)
encoder compliant with Ex ib IIB T3... T6 Gb (-25°C ≤ Ta +55°C)

ATEX approvals:

Flow rates: 0.2 m³/h up to 1000 m³/h
from DN25 to DN200 mm (1" to 8").

Nominal diameters: horizontally or vertically

Mounting position: compliant with the Pressure Equipment Directive 97/23/EC

Body: ATEX: -25°C to +70°C

Temperature Range: MID: -25°C to +70°C (lower temperatures on request)
PED: -20°C to +70°C (lower temperatures on request)

Materials:

Body:	aluminum	Shafts:	stainless steel
Impellers:	aluminum	Gears:	delfin
Cartridge:	aluminum	Index frame:	aluminum
Timing gears:	steel	Index cover:	polycarbonateECI
Bearings:	stainless steel		

Integrated Bypass (Security of Supply)

Rotary meters are used in a wide variety of industrial applications due to their reliability and accuracy over an extremely large range. Unlike other meter types such as turbine meters and ultrasonic meters, a rotary meter is always accurate unless the rotors become jammed. In reality, the rotary meter is a digital device, it runs and is accurate or it stops. The only drawback of a rotary meter is that when it stops (locks up), the gas flow is interrupted. As such, there is no security of supply unless precautions are taken.



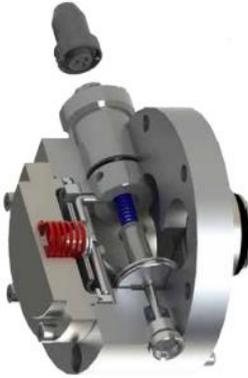
The most convenient and reliable precaution is to have an automatic bypass valve integrated in the meter. This provides security of supply as the bypass opens automatically when the differential pressure over the meter reaches a certain pre-set level (various springs for different set points are available).

The FMG series of rotary meters can be equipped with an automatic bypass (MID approved). The bypass operates as a "reverse" safety shut-off valve, whereby the bypass valve is triggered by an accurate spring loaded diaphragm. When operated, the opened bore allows the full flow of gas to bypass the locked impellers with a significantly lower pressure loss compared to spring loaded bypass systems.

Bypass closed



Bypass open



The mechanism in the bypass works on a high force level (large diaphragm and strong springs) and as such, the bypass is very reliable over its expected life time. With two reed switches (one normally closed, one normally open) the status of the valve can be monitored (e.g. by an EVCD). It occasionally happens that an operator will open the inlet or outlet valves too fast and activate the bypass. In such a case, the bypass can be re-set onsite. A removable plug provides access to the reset mechanism. Note: In some countries local authorities require this plug to be sealed.

Technical Data Bypass

Materials: Pressure containing parts: anodized aluminum
Others: stainless steel
Diaphragm: NBR

Available springs (set point): 150 mbar, 300 mbar and 450 mbar

Available Connectors: Neumueller (other on request)

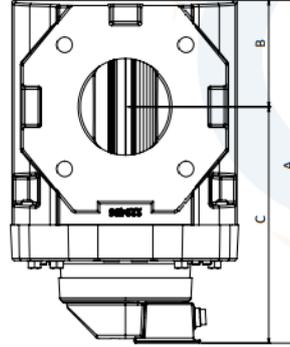
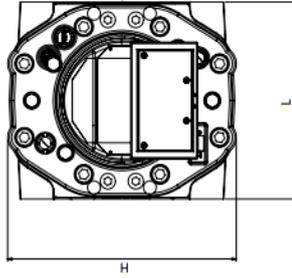


Technical Specification

Dimensions

Volume V (dm³)	G-value (-)	Performance				Dimensions Low Pressure (ALU)						Weight (kg) ALU				
		Qmax (m³/h)	Qmin (m³/h)	Qf (m³/h)	Diameter D (mm)	L (mm)	H (mm)	A (mm)		B (mm)			C (mm)			
			Atm. Air (m³/h)	Atm. Air (m³/h)		Pmax (bar)	Δp* (Pa)	Basic transfor** (rev-m²)	Univ. (mm)	Basic (mm)	Univ. (mm)	Basic (mm)	Univ. (mm)	Basic (mm)	Univ. (mm)	Basic (mm)
0.24973	G6	10	0.25	0.5	Threaded	21	8	4004.325	121/150	163	173	156	33	140	123	5
	G10	16	0.25	0.8	Threaded	21	20	4004.325	121/150	163	173	156	33	140	123	5
	G16	25	0.25	1.25	Threaded	21	48	4004.325	121/150	163	173	156	33	140	123	5
	G25	40	0.25	2	Threaded	21	120	4004.325	121/150	163	173	156	33	140	123	5
	G10	16	0.25	0.8	40 or 50	21	12	2574.268	171	163	257	240	68	189	172	7
0.38846	G16	25	0.25	1.25	40 or 50	21	28	2574.268	171	163	257	240	68	189	172	7
	G25	40	0.25	2	40 or 50	21	72	2574.268	171	163	257	240	68	189	172	7
	G40	65	0.25	3.2	40 or 50	21	190	2574.268	171	163	257	240	68	189	172	7
	G16	25	0.25	1.25	40 or 50	21	25	1638.163	150/171	163	257	240	68	189	172	7.5
	G25	40	0.25	2	40 or 50	21	64	1638.163	150/171	163	257	240	68	189	172	7.5
0.61044	G40	65	0.25	3.2	40 or 50	21	170	1638.163	150/171	163	257	240	68	189	172	7.5
	G65	100	0.25	5	40 or 50	21	400	1638.163	150/171	163	257	240	68	189	172	7.5
	G16	25	0.2	1.25	40 or 50	21	13	1378.968	171	202	268	251	72	196	179	12
	G25	40	0.2	2	40 or 50	21	32	1378.968	171	202	268	251	72	196	179	12
	G40	65	0.2	3.2	40 or 50	21	85	1378.968	171	202	268	251	72	196	179	12
0.72518	G65	100	0.2	5	40 or 50	21	200	1378.968	171	202	268	251	72	196	179	12
	G100	160	0.2	8	50 or 80	12	512	1378.968	171	202	268	251	72	196	179	12
	G40	65	0.4	3.2	50 or 80	21	23	861.8609	171	202	320	303	92	228	211	14
	G65	100	0.4	5	50 or 80	21	74	861.8609	171	202	320	303	92	228	211	14
	G100	160	0.4	8	50 or 80	21	190	861.8609	171	202	320	303	92	228	211	14
1.45036	G160	250	0.65	12.5	50 or 80	12	460	861.8609	171	202	320	303	92	228	211	14
	G65	100	0.6	5	80 or 100	21	94	689.4840	171/241	202	371	354	118	253	236	15
	G100	160	0.6	8	80 or 100	21	240	689.4840	171/241	202	371	354	118	253	236	15
	G160	250	0.6	12.5	80 or 100	21	635	689.4840	171/241	202	371	354	118	253	236	15
	G65	100	0.6	5	80 or 100	21	29	552.8925	171	202	396	379	130	266	249	19
1.80867	G100	160	0.6	8	80 or 100	21	74	552.8925	171	202	396	379	130	266	249	19
	G160	250	0.6	12.5	80 or 100	21	180	552.8925	171	202	396	379	130	266	249	19
	G250	400	1	20	80 or 100	12	460	552.8925	171	202	396	379	130	266	249	19
	G100	160	1	8	80 or 100	21	78	504.5638	241/260	288	334	317	126	208	191	32
	G160	250	1	12.5	80 or 100	21	190	504.5638	241/260	288	334	317	126	208	191	32
3.17106	G250	400	2.5	20	80 or 100	12	460	504.5638	241/260	288	334	317	126	208	191	32
	G160	250	1.6	12.5	80 or 100	21	90	315.3520	241/260	288	403	386	160	243	226	38/41
	G250	400	1.6	20	80 or 100	21	230	315.3520	241/260	288	403	386	160	243	226	38/41
	G400	650	2.5	32	80 or 100	12	607	315.3520	241/260	288	403	386	160	243	226	38/41
	G250	400	2.6	20	100 or 150	21	106	194.0625	241/260	288	518	501	218	300	283	48/51
5.15298	G400	650	2.6	32	100 or 150	21	280	194.0625	241/260	288	518	501	218	300	283	48/51
	G650	1000	6.25	50	100 or 150	12	662	194.0625	241/260	288	518	501	218	300	283	48/51

* Δp is measured under atmospheric conditions with natural gas with relative density of 0.6 (air = 1)
 ** Unless stated, Δp is due to multistage filtration



FMR-Dual Series (pulsation free)

Turbine meters have a limited range and must preferably be calibrated close to the operating conditions (high pressure natural gas). This limitation and the higher costs due to the calibration, make the larger rotary meters more popular as replacement for the turbine meter. To overcome the drawback of conventional rotary meters (pulsations and resonance), pulsation free rotary meters have been developed. These pulsation free rotary meters, using two phase shifted pairs of impellers, fully eliminate the pulsations by countering the characteristic sine wave and its resultant resonance. As a result the pulsation free rotary meters series DUAL are extremely quiet and accurate.



Another advantage is the use of relatively short impellers. Shorter impellers will not deform easily and as such provide reliable long term performance. The weak point of pulsation free meters can be the connection of the two impeller pairs as this mechanical coupling is very sensitive to load differences between the two sets of impellers. The FMR DUAL meter uses a significantly stronger spline and spline shaft to connect the two pairs of impellers.

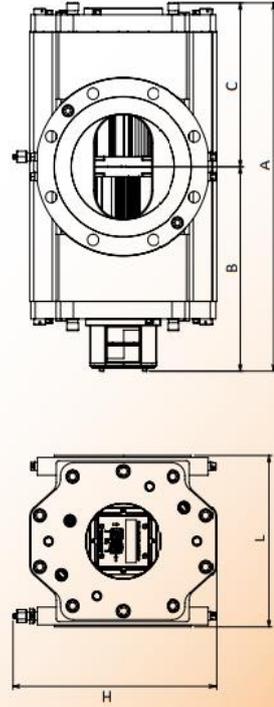
Exchangeable flanges

By using exchangeable flanges, the installation connection of the meter can easily be changed from DIN to ANSI or from DN100 (4") to DN150 (6").



Performance & Dimensions FMR-Dual Series

Volume V (dm³)	Performance				Dimensions Dual						Weight(kg)		
	G-value (-)	Qmax (m³/h)	Qmin (m³/h)	QT (m³/h)	L (mm)	H (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)			
2.41277	0.160	250	1	12.5	80 or 100	241/260	288	446	429	186	260	243	32
3.96382	0.250	400	2.5	20	100 or 150	241/260	288	446	429	186	260	243	32
6.400	0.400	650	4	32	100 or 150	241/260	288	554	537	249	305	288	41
6.650	0.650	1000	4	32	150 or 200	241/260	288	554	537	249	305	288	41
6.34272	0.400	650	4	32	150 or 200	241/260	288	692	625	318	374	357	51
	0.650	1000	6.25	50	150 or 200	241/260	288	692	625	318	374	357	51



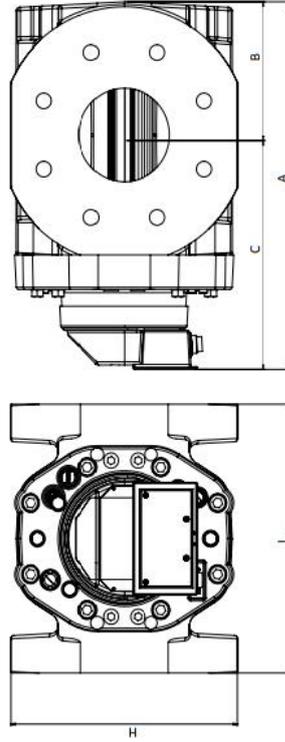
FMR Series for pressures up to 40 bar

The rotary meters are developed with an optimized body construction. Due to the special design and the strength of the aluminum construction the rotary meters can be used with higher pressures. Since this development has been done as an optimization for the standard aluminum bodies there is no need of a steel body for pressures up to 40 bar.



The aluminum bodies are being provided with a special treatment to increase the strength but still maintain their low weight.

Volume V (dm³)	Performance PN25, PN40 & ANSEB00				Dimensions PN25, PN40 & ANSEB00						Weight(kg)		
	G-value (-)	Qmax (m³/h)	Qmin (m³/h)	QT (m³/h)	L (mm)	H (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)			
1.16028	0.40	65	0.4	3.2	50	171/241	202	320	303	92	228	211	11
1.49336	0.60	100	0.6	5	50	171/241	202	320	303	92	228	211	11
6.160	1.60	250	1.6	12.5	80	241	202	371	354	118	253	236	15
6.160	2.50	400	2.5	20	80	241	202	371	354	118	253	236	15
5.15298	0.400	650	4.0	32	100	260	288	518	501	218	300	283	51
6.400	0.650	1000	6.5	50	100	260	288	518	501	218	300	283	51



Volume V (dm³)	Performance				Dimensions Dual						Weight(kg)		
	G-value (-)	Qmax (m³/h)	Qmin (m³/h)	QT (m³/h)	L (mm)	H (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)			
2.41277	0.160	250	1	12.5	80	260	288	446	429	186	260	243	32
6.34272	0.400	650	4	32	100	260	288	692	625	318	374	357	51

FMR-HP Series (for pressures up to 100 bar)

The FMR-HP series of rotary gas meters is designed to meet the highest demands of reliable and accurate measurement of gas flow under high pressure conditions. The meters fully comply with the EN12480 and OIML R1137 and as such can be used for all custody transfer applications.

The actual meter body is made from aluminum and is kept in position by a steel meter housing. This housing holds the meter body, without any stress, in position between the adjacent flanges. Since the meter body is not affected by stress from the flanges or the piping, the clearances between the impellers and the body are optimized. As such the superb metrological performance achieved in the low pressure FMG rotary meter is maintained under high pressure conditions as well.



Due to the large rangeability of 1:100, the FMR-HP rotary meter is very suitable for small city gate stations as the actual load of this type of station varies widely. Square impellers and improved position of the main bearings makes the cartridge very robust and less sensitive to flow and pressure shocks. Unlike other approved flow metering devices, such as turbine meters and ultrasonic meters, a rotary meter can be installed close to regulators and without the need for extended straight pipe or specially prepared inlet sections.

Bypass for Security of Supply

The FMR-HP series can be equipped with a spring loaded bypass valve. If a meter locks, the differential over the bypass valve will increase and the valve will open allowing gas to pass. This security of supply feature makes the FMR-HP suitable for use in critical installations where gas flow cannot be interrupted. The opening of the bypass can be monitored by measuring the differential over the meter.

Exchangeable Cartridge

A compact exchangeable aluminum cartridge allows local repair, on-site cleaning and exchange. A pre-calibrated cartridge can be exchanged without affecting the accuracy. To access the cartridge only a relatively small and light weight cover needs to be removed.

Meter Body Design

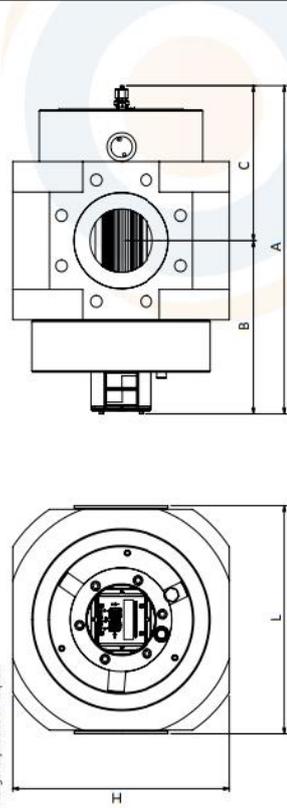
To maintain the high accuracy and large rangeability, it is essential that the displaced volume does not change within the range of operating conditions. By separating the meter body from the actual pipeline and using the same material as the impellers, changes in displaced volume due to installation stresses, operating pressure and thermal expansion are eliminated.



Performance & Dimensions FMR-HP Series

Volume V (dm³)	G-value* (-)	Performance			Diameter D (mm)	L (mm)	H (mm)	Dimensions High Pressure (STEEL)			Weight(kg)		
		Qmax (m³/h)	Qmin (m³/h)	QT (m³/h)				A (mm)	B (mm)	C (mm)	Basic (mm)	ST	
0.38846	0.25	40	0.25	2	40 or 50	240	220	330	300	150	208	178	65
0.61044	0.40	65	0.25	3.2	40 or 50	240	220	330	300	150	208	178	65
0.72518	0.65	100	0.25	5	40 or 50	240	220	330	300	150	208	178	65
1.16028	1.00	160	0.4	8	50 or 80	273	260	404	374	118	286	256	73
1.45036	1.60	250	0.6	12.5	80 or 100	273	260	436	406	134	302	272	85
1.98191	2.50	400	1	20	80 or 100	375	363	424	406	134	302	272	85
3.17106	4.00	600	1.6	30	80 or 100	450	438	500	474	150	335	305	100
5.15298	6.00	800	2.6	40	150	450	438	608	578	273	335	305	107

* Larger capacities on request



About us

FLOW METER GROUP B.V. (FMG)

FMG is an engineering/manufacturing company specializing in the development and production of energy and gas measurement systems. Located in the Netherlands, FMG produces a wide range of rotary and turbine gas meters, volume conversion devices, master meters and calibration benches. Unique product features include self diagnosis and tamper prevention. All products and services are certified by the Dutch NMI and comply with the latest EU and/or OIML directives.

Flow Meters

FMG offers a large variety of flow meters ranging from very small (100 dm³/h) up to very large (40.000 m³/h) flow rates and in pressures from atmospheric to 100 bar (1440 psi). All FMG meters comply with international safety and metrological standards. Meters designated for fiscal use are tested, certified and approved by the Netherlands Metrological Institute NMI.

FMG has added extra features to the meters in terms of increased accuracy, protection from manipulation, increased rangeability and superior performance in order to go beyond the minimum requirements of the existing standards.



Master Meters



Flow Computers



Custody Transfer
Short Length Turbine Meters



Turbine Meter Series FMT-Lx



Test Benches

Contact



Flow Meter Group B.V.
Meniststraat 5c
7091 ZZ Dinxperlo
The Netherlands

Tel: +31 (0)315 651 556

Fax: +31 (0)315 651 448

E-mail: info@flowmetergroup.com



ANEXO N°05: ESPECIFICACION TECNICA DE REGULADOR DIVAL 600

PIETRO FIORENTINI



Dival 600
Regolatori di Pressione

Regolatore di pressione

Dival 600

Il regolatore di pressione DIVAL serie 600 è un regolatore ad azione diretta con comando a membrana ed azione di contrasto a molla, per media e bassa pressione.

Tale regolatore è adatto all'impiego con gas non corrosivi preliminarmente filtrati.

Concezione Modulare

La concezione modulare del regolatore di pressione Dival serie 600 consente di applicare il dispositivo di blocco o il dispositivo per l'impiego come "monitor in linea" sullo stesso corpo del regolatore senza modificarne lo scartamento. Inoltre la realizzazione "top entry" consente la manutenzione periodica senza la necessità di smontare il corpo dalla linea. Le caratteristiche del regolatore Dival serie 600 lo rendono idoneo per qualsiasi applicazione.

Il tempo di risposta rapido lo rende ottimale per applicazioni industriali in cui possono avvenire improvvise variazioni di portata.

L'accuratezza della regolazione in caso di variazione della pressione di entrata rende il regolatore Dival serie 600 un ottimo prodotto anche per impianti di distribuzione del gas per uso civile. Una manutenzione estremamente semplice e un ridotto numero di parti di ricambio sono la base di una operatività a basso costo.

Accessori a richiesta:

- Valvola di blocco incorporata
- Funzione per applicazione monitor in linea
- Silenziatore;
- Valvola di sfioro incorporata.

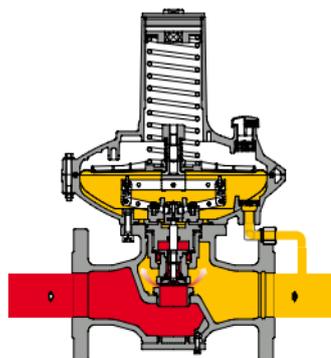


Fig.1

**PROGETTATO
PER OGNI
NECESSITÀ**

- LINEA COMPATTA
- FACILE MANUTENZIONE
- TOP ENTRY
- RAPIDO TEMPO DI RISPOSTA
- ELEVATO RAPPORTO DI TURN DOWN
- ALTA PRECISIONE
- BASSI COSTI DI OPERATIVITÀ
- MOLTEPLICI APPLICAZIONI

VALVOLA DI BLOCCO
Dival 600

È un dispositivo che blocca immediatamente il flusso del gas (SAV) nell'eventualità che la pressione di uscita dovesse aumentare fino a raggiungere il valore prefissato per il suo intervento a causa di un guasto, oppure nel caso venisse azionato manualmente.

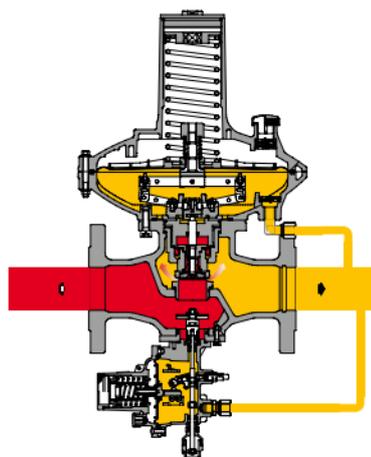
Il regolatore di pressione Dival serie 600 presenta la possibilità di avere la valvola di blocco incorporata (vedi figura 2) sia sul regolatore di servizio, sia su quello con funzione di monitor in linea.

L'installazione della valvola di blocco non produce alcuna riduzione dei coefficienti di Kg o Cg.

La valvola di blocco incorporata può essere applicata in qualsiasi momento sul regolatore precedentemente installato senza modificare il gruppo di riduzione (solo nel modello con corpo a 4 vie). Inoltre, la valvola di blocco può essere posizionata in quattro diverse posizioni (attraverso la rotazione attorno al suo asse), consentendo il posizionamento più appropriato relativamente alla possibile esistenza di ingombri esterni.

Le principali caratteristiche del dispositivo di blocco sono:

- pressione di progetto: 20 bar per tutti i componenti;
- precisione (AG): fino a 5 per aumento di pressione, fino a 15 per diminuzione di pressione;
- by-pass interno;
- intervento per incremento e/o diminuzione di pressione;
- comando manuale a pulsante;
- possibilità di controllo pneumatico o elettromagnetico a distanza;
- dimensioni di ingombro ridotte;
- semplicità di manutenzione;
- possibilità di applicazione di dispositivi di segnalazione di intervento (microinterruttori a contatto o induttivi).

DIVAL 600 + VALVOLA DI BLOCCO LA
Dival 600

Fig. 2

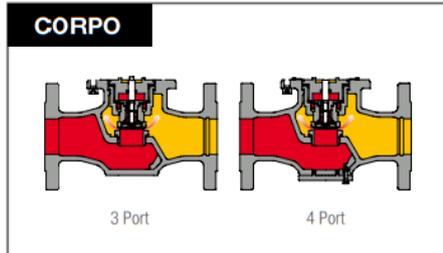
VERSIONI**Dival 600****CORPO**

Fig. 3

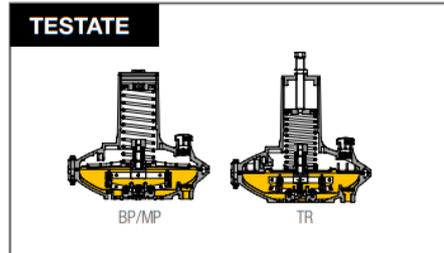
TESTATE

Fig. 4

SILENZIATORE INCORPORATO**Dival 600**

- Il silenziatore consente una notevole diminuzione del rumore causato dalla riduzione del gas, qualora tale condizione venisse richiesta da particolari esigenze ambientali.
- Il regolatore di pressione Dival 600 può prevedere il silenziatore incorporato nella versione standard, in quella con valvola di blocco e in quella monitor in linea.
- L'applicazione del silenziatore incorporato non comporta variazioni dei coefficienti C_g e K_G . Data la concezione modulare del regolatore il silenziatore può essere assemblato su qualsiasi versione di regolatore Dival 600 già installato (base, monitor o con valvola di blocco) senza dover modificare le tubazioni. Il metodo di riduzione e regolazione della pressione è lo stesso del regolatore nella versione base.

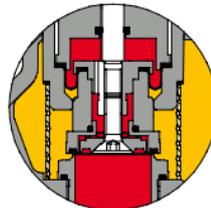
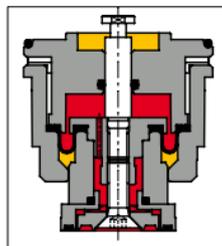


Fig. 5

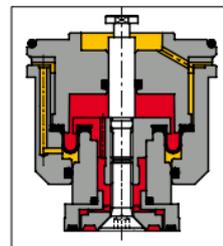
VERSIONE MONITOR**Dival 600**

- Il Dival serie 600 con funzione di monitor in linea è un regolatore con il gruppo di bilanciamento modificato rispetto a quello del regolatore normale. Questa modifica garantisce una maggiore precisione della pressione regolata e quindi un altrettanto preciso valore di intervento senza il pericolo di interferenze con il regolatore principale.



Regolatore standard

Fig. 6



Regolatore monitor

Fig. 7

CARATTERISTICHE PRINCIPALI
Dival 600

- Pressione di progetto PS: fino a 20 bar
- Temperatura di esercizio: -20 °C a +60 °C
- Temperatura ambiente: -20 °C a +60 °C
- Massima pressione di entrata Pu: 20 bar

- Campo di regolazione possibile Wd:
 - DN 25 da 12 a 340 mbar per testate di comando BP/MP
da 300 a 4200 mbar per testate di comando TR
 - DN 40-50 da 12 a 85 mbar per testate di comando BP
da 80 a 340 mbar per testate di comando MP
da 300 a 4200 mbar per testate di comando TR

- Classe di precisione AC: fino a 5
- Classe di pressione di chiusura SG: fino 10
- Grandezze disponibili DN: 1" (25) - 1"1/2 (40) - 2" (50)
- Connessioni Flangiate: PN 16/25 secondo ISO 7005-1, ISO 7005-2; Classe ANSI 150RF secondo ASME B16.5, ASME B16.42; Classe 125 FF secondo ASME B16.1
- Connessioni Filettate: DN 2" Rp ISO 7-1 o DN 2"NPTF ASME B1.20.1 (solo in ghisa sferoidale)

MATERIALI
Dival 600

Corpo	Acciaio ASTM A216 WCB Ghisa sferoidale GS 400-18 ISO 1083
Coperchi Testata	Alluminio pressofuso EN AC-AISI 12 UNI EN 1706
Membrana	Tessuto gommato
Sede Valvola	Ottone
Tenute	Gomma Nitrilica

Le caratteristiche sopraelencate sono relative alla esecuzione di normale produzione. Esecuzioni e materiali particolari possono essere forniti su richiesta per impieghi specifici.

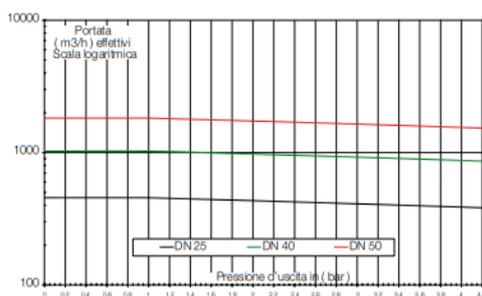
Coefficienti
Dival 600

Diametro nominale (mm)	ø 280 BP/MP			ø280/TR		
	25	40	50	25	40	50
Grandezza (pollici)	1"	1"1/2	2"	1"	1"1/2	2"
Coefficiente Cg	269	652	781	315	692	770
Coefficiente KG	283	685	821	331	727	809
Coefficiente K1	94	94	86	97	95	97

Per la formula di dimensionamento, fare riferimento a www.fiorentini.com/sizing

ATTENZIONE:

Il grafico riporta un riferimento rapido della massima capacità del regolatore raccomandata a seconda della dimensione selezionata. I valori sono espressi in m³/h effettivi di gas naturale (sg 0,6); per avere i dati direttamente in Nm³/h, è necessario moltiplicare il valore per la pressione di valle assoluta in bar.



Pressostati per valvola di blocco

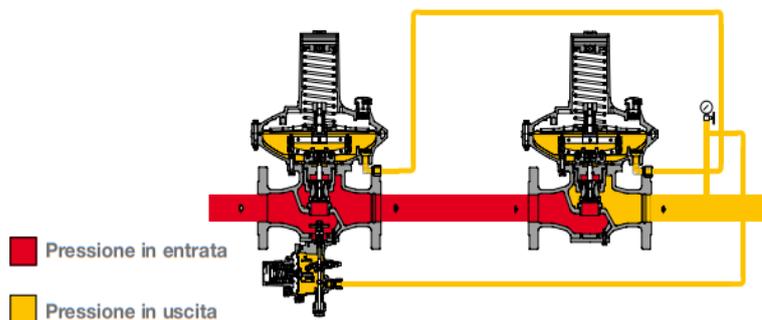
Dival 600

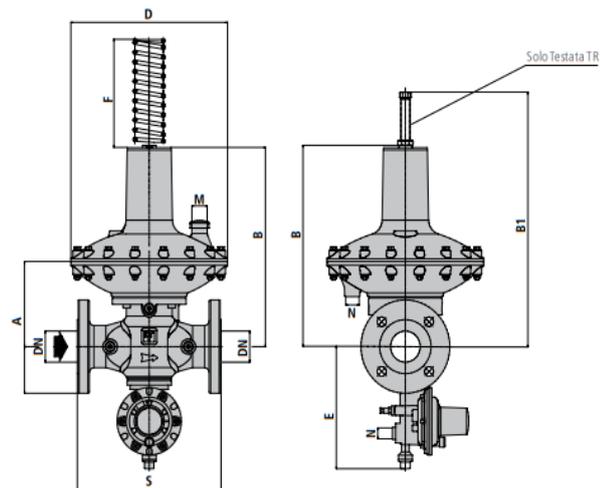
Pressostati	LA/BP	LA/MP	LA/TR
Campo di taratura per aumento di pressione Wdo	0,030 ÷ 0,180	0,140 ÷ 0,450	0,25 ÷ 5,5
Campo di taratura per diminuzione di pressione Wdu	0,006 ÷ 0,060	0,010 ÷ 0,240	0,1 ÷ 3,5

Pressione di lavoro in bar

INSTALLAZIONE TIPICA

Dival 600



DIMENSIONI
Dival 600

Ingombri e dimensioni in mm
Dival 600

Tipo	DN	NPS	S	A	B	B1	D	E	F	M	N
Dival 600	25	1"	183	145	343	433	280	215	200	Rp1/2"	Rp1/4"
Dival 600	40	1 1/2"	223	145	343	433	280	215	200	Rp1/2"	Rp1/4"
Dival 600	50	2"	254	145	343	433	280	215	200	Rp1/2"	Rp1/4"
Dival 600	G 2"	2" NPTF	152,4	145	343	433	280	215	200	Rp1/2"	Rp1/4"

Pesi in KGF
Dival 600

Tipo	DN	NPS	Dival	Dival con blocco LA/...
Dival 600	25	1"	15	16
Dival 600	40	1 1/2"	17	18
Dival 600	50	2"	20	21
Dival 600	G 2"	2" NPTF	18	19

Scartamento S in accordo alle norme IEC 534-3 e EN 334.

Pietro Fiorentini Solutions



Stazioni di riduzione



Misura



Valvole a farfalla



Pietro Fiorentini S.p.A.
via E.Fermi 8/10
I-36057 Arcugnano (VI) Italy

Tel. +39 0444 968.511
Fax. +39 0444 960.468

I dati sono indicativi e non impegnativi. Ci riserviamo di apportare eventuali modifiche senza preavviso.

CT-s 535-I Gennaio12

www.fiorentini.com

ANEXO N°06: FICHA TECNICA DE TUBERIA DE POLIETILENO

TUBERÍAS DE POLIETILENO PARA GAS



Descripción: Tuberías de Polietileno de mediana y alta densidad para Gas
PE80 : Tubería para gas amarilla (yellow) - MDPE
PE100 : Tubería para gas naranja (orange) - HDPE
Redes para distribución de gas

Usos / Aplicaciones: Redes para distribución de gas

Rango de Diámetros: 20-630 mm (diámetro exterior tubería de PE)

Presión de Operación: 4 bar para PE80 / 10 bar para PE100

Normas Utilizadas: ISO 4437, NCh 2296/1

Certificaciones: Csmec - Bureau Veritas, ISO 9001:2008, ISO 14001

Sistemas de Unión:

Soldaduras a Tope
Proceso en el que tuberías y fittings se someten por un tiempo determinado a una temperatura tal, que los materiales entren en fusión, luego las superficies fundidas se unen bajo cierta presión, logrando la interacción molecular. Al enfriar se consigue un cuerpo único, que mantiene las características y propiedades del material original.

Electrofundición
En la técnica de Electrofundición se utilizan fittings especiales, provistos internamente de una resistencia eléctrica que se conecta mediante terminales externos a una fuente de corriente continua. El calor generado hace que la superficie interna del fittings y la externa de la tubería se fundan e interactúen, produciéndose la unión.
Es un sistema práctico, permite realizar ramificaciones, desviaciones, etc., sin necesidad de cortar el fluido principal, posibilitando hacer pruebas en la nueva instalación, antes de ponerla en funcionamiento. Esta técnica es una solución moderna, especialmente bien adaptada a la realización de redes y que se basa en la explotación máxima de las cualidades plásticas propias del PE.

Suministro Estándar

Diámetro	Rollos	Tiras
20 - 40 mm	150 m	
50 - 110 mm	50 / 100 / 150 m	12 m
125 - 630 mm		12 m

Designación y Clasificación

MRS (Minimum Required Strength): Es el nivel de resistencia mínima requerida que se debe considerar en el diseño de las tuberías para el transporte de gas a 20°C por un tiempo de servicio de al menos 50 años.

Designación	MRS MPa
PE 80	8.0
PE 100	10.0

Control de Calidad:

Vinilit fabrica tuberías de polietileno a partir de resinas de excelente calidad pigmentadas en origen, suministradas por proveedores certificados bajo normas de la serie ISO 9000. Los ensayos de control de calidad, tanto de materia prima como de producto terminado, están basados en la Norma Chilena NCh 2296/1 y en la Norma ASTM D 1248. Dentro de los ensayos más importantes se encuentran:

Materia Prima

Características	Métodos de Ensayo
Densidad	ISO 1183 ISO 1872-1
Índice de Fluidéz	ISO 1133

Producto Terminado

Características	Métodos de Ensayo
Densidad	ISO 1183 ISO 1872-1
Tiempo de Inducción a la oxidación, TIO	ISO/TR 10837
Índice de Fluidéz	ISO 1133
Contracción Longitudinal	NCh 1649

Ventajas del PE para conducción de gas

- Es resistente a la corrosión.
- Es liviano, fácil de transportar.
- De fácil manejo e instalación.
- Es dúctil y resistente al impacto, incluso a bajas temperaturas.
- Posee una larga vida útil.
- Las uniones son seguras y fáciles de realizar.
- Es flexible, permitiendo que las tuberías sean enrolladas y producidas en extensas longitudes, minimizando el número de uniones.

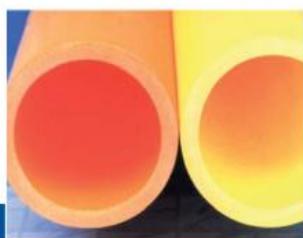


TUBERÍAS DE POLIETILENO PARA GAS
 DIMENSIONES TUBERÍA GAS SDR 11 • NCh 2296/1 - 2002



DIÁMETRO mm			OVALAMIENTO MÁXIMO mm		PE80		PE100		EXCENTRICIDAD MÁXIMA %
NOM.	MIN.	MAX.	ROLLO	TIRA	ESP. MIN. mm	FACTOR Kg/mt	ESP. MIN. mm	FACTOR Kg/mt	
20	20,0	20,3	1,2	1,2	3,0	0,160	3,0	0,162	12%
25	25,0	25,3	1,5	1,2	3,0	0,208	3,0	0,210	12%
32	32,0	32,3	2,0	1,3	3,0	0,274	3,0	0,276	12%
40	40,0	40,4	2,4	1,4	3,7	0,423	3,7	0,427	12%
50	50,0	50,4	3,0	1,4	4,6	0,662	4,6	0,668	12%
63	63,0	63,4	3,8	1,5	5,8	1,037	5,8	1,047	12%
75	75,0	75,5	5,0	1,6	6,8	1,448	6,8	1,462	12%
90	90,0	90,6	5,0	1,8	8,2	2,099	8,2	2,119	12%
110	110,0	110,7	5,0	2,2	10,0	3,113	10,0	3,142	12%
125	125,0	125,8		2,5	11,4	4,038	11,4	4,076	12%
140	140,0	140,9		2,8	12,7	5,033	12,7	5,081	12%
160	160,0	161,0		3,2	14,6	6,606	14,6	6,669	12%
180	180,0	181,1		3,6	16,4	8,349	16,4	8,429	12%
200	200,0	201,2		4,0	18,2	10,296	18,2	10,395	12%
225	225,0	226,4		4,5	20,5	13,033	20,5	13,157	12%
250	250,0	251,1		5,0	22,7	16,014	22,7	16,167	12%
280	280,0	281,7		9,8	25,4	20,094	25,4	20,286	12%
315	315,0	316,9		11,1	28,6	25,436	28,6	25,679	12%
355	355,0	357,2		12,5	32,3	32,375	32,3	32,685	12%
400	400,0	402,4		14,0	36,4	41,089	36,4	41,482	12%
450	450,0	452,7		15,6	40,9	51,909	40,9	52,405	12%
500	500,0	503,0		17,5	45,5	64,103	45,5	64,785	12%
560	560,0	563,4		19,6	50,9	80,376	50,9	81,145	12%
630	630,0	633,8		22,1	57,3	101,819	57,3	102,793	12%

PE 80 : Presión máxima de servicio 4 bar
 PE 100: Presión máxima de servicio 10 bar



ANEXO N°07: FICHA TECNICA DE TUBERIA DE ACERO SCH40



Tubos A53 / A106 API 5L/GR B SCH40/80/160

Tubo de acero negro sin costura, tri-norma A53 / ASTM A106 / API 5L grado B x 6 metros de largo.

Desde 1/4" a 1 1/2" en corte recto, y desde 2" a 24" con extremos biselados.

Esta tubería está destinada a aplicaciones mecánicas y de presión y también es aceptable para usos ordinarios en la conducción de vapor, agua, gas, y las líneas de aire.

Este tipo de tubería es apta para ser soldada y roscada. La vida útil corresponde al uso en condiciones normales para lo que fue fabricada.



TUBERÍA DE ACERO

Tolerancia Dimensional

Espesor mínimo	-12.5% del valor nominal
Peso	+/-10% del valor nominal
Diámetro	1/8" hasta 1 1/2": +/- 1/64"; 2" hasta 24": +/-1% del valor nominal

Propiedades Mecánicas

Resistencia a la Tracción, min	60000 PSI (415 MPa)
Fluencia, min	35000 PSI (240 MPa)

Diámetro Nominal	Dimen. Exterior	SCH-40		SCH-80		SCH-160	
		Espesor Nominal	Peso	Espesor Nominal	Peso	Espesor Nominal	Peso
Pulgadas	mm	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m
1/4	13.7	2.24	0.63	3.02	0.80	-	-
3/8	17.1	2.31	0.84	3.20	1.10	-	-
1/2	21.3	2.77	1.27	3.73	1.62	4.78	1.95
3/4	26.7	2.87	1.69	3.91	2.20	5.56	2.90
1	33.4	3.38	2.50	4.55	3.24	6.35	4.24
1 1/4	42.2	3.56	3.39	4.85	4.47	6.35	5.61
1 1/2	48.3	3.68	4.05	5.08	5.41	7.14	7.25
2	60.3	3.91	5.44	5.54	7.48	8.74	11.11
2 1/2	73.0	5.16	8.63	7.01	11.41	9.53	14.92
3	88.9	5.49	11.29	7.82	15.27	11.13	21.35
4	114.3	6.02	16.07	8.56	22.32	13.49	33.54
5	141.3	6.55	21.77	9.53	30.97	15.88	49.12
6	168.3	7.11	28.26	10.97	42.56	18.26	67.57
8	219.1	8.18	42.55	12.70	64.64	23.01	111.27
10	273.0	9.27	60.29	15.09	95.98	28.58	172.27
12	323.8	10.31	79.71	17.48	132.05	33.32	238.69
14	355.6	11.13	94.55	19.05	158.11	35.71	281.72
16	406.4	12.70	123.31	21.44	203.54	40.49	365.38
18	457	14.27	155.81	23.83	254.57	45.24	459.39
20	508	15.09	183.43	26.19	311.19	50.01	564.85
22	559	-	-	28.58	373.85	53.98	672.30
24	610	17.48	255.43	30.96	442.11	59.54	808.27

* Fotos y datos referenciales. No aceptamos responsabilidad por usos incorrectos o mal interpretaciones de estos datos.

 INDUSTRIAL SERVICE S.A.C. Av. Héroes del Alto Cenepa 891-Comas-Lima Tlf 5368147 - C: 984129801 - Nextel: 408*9811 E-mail: contactenos@ndtindustrialservice.com	REPORTE DE INSPECCIÓN POR TINTES PENETRANTES		Reporte N°: NDT-PT-004/18
			Página: 1 de 3
			Fecha de Inspección: 14/01/2018

1. DATOS GENERALES:

1.1 Cliente: ISSA PERÚ S.A.C.	1.3 Lugar de inspección: KM 16
1.2 Proyecto: IPRISCO	Carretera Pisco - Paracas KM 16

2. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO, COMPONENTE y/o ELEMENTO INSPECCIONADO:

2.1 Nombre del Elemento: RED INTERNA	2.5 Plano N°:
2.2 Zona de Inspección: Soldaduras de Filete en tuberías	2.6 Material Base: ASTM A 36
2.3 Identificación ó Serie: 3T25 - ¼ T25	2.7 Espesor del Material Base: SCH 40
2.4 Dimensiones Generales: Ø:3" - ¾" - 2"	2.8 Proceso de Soldadura: GTAW

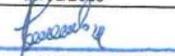
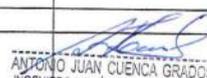
3. CARACTERÍSTICAS DE LA INSPECCION:

3.1 Materiales usados:	Marca Comerc. Codificación	3.7 Medida de Iluminación:	1000 lux
a. Limpiador/ Removedor	Cantesco 629-444 REV B	3.8 Temperatura de Superficie:	19°C
b. Penetrante	Cantesco 629-440 REV A	3.9 Tiempo de Penetración:	10 minutos
c. Revelador	Cantesco 629-442 REV C	3.10 Tiempo Evaporac. Solvente:	5 minutos
3.2 Tipo:	II (Tinte Penetrante Visible)	3.11 Tiempo de Revelado:	10 minutos
3.3 Método:	C (Método E-1220, Removible con Solvente)	3.12 Código de Procedimiento:	ASME SEC. V ART.6 ED.2013
3.4 Preparac. de Superficie:	Aceptada	3.13 Procedimiento PT N°:	NDT-ASME-PR-PT-003
3.5 Tipo de Aplicación:	Rociado	3.14 Criterio de Aceptación:	ASME B31.3 ED. 2012 TABLA-341.3.2
3.6 Tipo de Iluminación:	Natural	3.15 Alcance de Inspección:	100%

4. RESULTADOS DE LA INSPECCION:

Item	Categoría / Zona inspeccionada	Tipos de Indicaciones y su Localización	Forma Indicación (Lineal/ Redondeada)	Tamaño de Indicación	Resultado	Soldador	Notas
1	3T11	---	---	---	A	NGM-17	Ø:3"
2	3T31	---	---	---	A	NGM-17	Ø:3"
3	¾ T21	---	---	---	A	NGM-17	Ø: ¾"
4	¾ T22	---	---	---	A	NGM-17	Ø: ¾"
5	¾ T18	---	---	---	A	NGM-17	Ø: ¾"
6	3T03	---	---	---	A	NGM-17	Ø: 3"
7	¾ T2	---	---	---	A	NGM-17	Ø: ¾"
8	¾ T35	---	---	---	A	NGM-17	Ø: ¾"
9	¾ T43	---	---	---	A	NGM-17	Ø: ¾"
10	¾ T04	---	---	---	A	NGM-17	Ø: ¾"
11	¾ T33	---	---	---	A	NGM-17	Ø: ¾"
12	¾ T20	---	---	---	A	NGM-17	Ø: ¾"
13	¾ T30	---	---	---	A	NGM-17	Ø: ¾"
14	3T28	---	---	---	A	NGM-17	Ø: 3"
15	3T03	---	---	---	A	NGM-17	Ø:3"
Total Cant. de Juntas:	15 de 19	Total Long. Inspeccionada:	Resultado:	A=Aceptado / R=Rechazado		

Tipos de Indicaciones en Soldadura					
FP	Falta de Penetración	PAI	Porosidad Aislada	PT	Fisura Transversal
FF	Falta de Fusión	PAN	Porosidad Anidada	SI	Socavado Interno
EA	Escoria Alargada	FL	Fisura Longitudinal	SE	Socavado Externo
FF	Falta de Fusión	PAN	Porosidad Anidada	SI	Socavado Interno
EA	Escoria Alargada	FL	Fisura Longitudinal	SE	Socavado Externo

Organización:	NDT INDUSTRIAL SERVICE S.A.C.	CLIENTE	SUPERVISION
Nombre:	Fernando Vásquez Rodríguez		
Cargo:	Inspector Nivel II SNT-TC-1A		
Fecha:	15/01/2018		
Firma:			

Formato: NDT- ASME B31.3 PT Rev. 0

IPRISCO
ING ROBERTO FLORES QUINDE
APROBADO

Fernando Vásquez Rodríguez
NIVEL II-SNT-TC-1A-VT
REG NDT-CP-VT-004

DIVISION INDUSTRIAL
ING. JERSON ESPINOZA TAPIE
INSPECTOR
Inspector de Soldadura
Grupo 3

ANTONIO JUAN CUENCA GRADOS
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
Reg. CIP N° 76557
IG3 Reg. Fecha de Diseño: 01-08-2010

 INDUSTRIAL SERVICE S.A.C. Av. Héroes del Alto Cenepa 891-Comas-Lima TF 5368147 - C: 984129801 - Nextel: 408*9811 E-mail: contactenos@ndtindustrialservice.com	REPORTE DE INSPECCIÓN POR TINTES PENETRANTES		Reporte N°: NDT-PT-004/18
			Página: 2 de 3
			Fecha de Inspección: 14/01/2018

1. DATOS GENERALES:

1.1 Cliente: ISSA PERÚ S.A.C.	1.3 Lugar de inspección: KM 16
1.2 Proyecto: IPRISCO	Carretera Pisco - Paracas KM 16

2. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO, COMPONENTE y/o ELEMENTO INSPECCIONADO:

2.1 Nombre del Elemento: RED INTERNA	2.5 Plano N°: ----
2.2 Zona de Inspección: Soldaduras de Filete en tuberías	2.6 Material Base: ASTM A 36
2.3 Identificación ó Serie: 3T31 - ¼ T21 - 2T09	2.7 Espesor del Material Base: SCH 40
2.4 Dimensiones Generales: Ø:3" - ¾" - 2"	2.8 Proceso de Soldadura: GTAW

3. CARACTERÍSTICAS DE LA INSPECCIÓN:

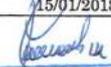
3.1 Materiales usados:	Marca Comerc. Codificación	3.7 Medida de Iluminación: 1000 lux
a. Limpiador/ Removedor	Cantesco 629-444 REV B	3.8 Temperatura de Superficie: 19°C
b. Penetrante	Cantesco 629-440 REV A	3.9 Tiempo de Penetración: 10 minutos
c. Revelador	Cantesco 629-442 REV C	3.10 Tiempo Evaporac. Solvente: 5 minutos
3.2 Tipo: II (Tinte Penetrante Visible)		3.11 Tiempo de Revelado: 10 minutos
3.3 Método: C (Método E-1220, Removible con Solvente)		3.12 Código de Procedimiento: ASME SEC. V ART.6 ED.2013
3.4 Preparac. de Superficie: Aceptada		3.13 Procedimiento PT N°: NDT-ASME-PR-PT-003
3.5 Tipo de Aplicación: Rociado		3.14 Criterio de Aceptación: ASME B31.3 ED. 2012 TABLA-341.3.2
3.6 Tipo de Iluminación: Natural		3.15 Alcance de Inspección: 100%

4. RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN:

Item	Categoría / Zona inspeccionada	Tipos de Indicaciones y su Localización	Forma Indicación (Lineal/Redondeada)	Tamaño de Indicación	Resultado	Soldador	Notas
1	2T09	---	---	---	A	NGM-17	Ø:2"
2	¼ T29	---	---	---	A	NGM-17	Ø: ¾"
3	¼ T25	---	---	---	A	NGM-17	Ø: ¾"
4	3T38	---	---	---	A	NGM-17	Ø:3"
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

Total Cant. de Juntas: 19 de 19 Total Long. Inspeccionada: Resultado: A=Aceptado / R=Rechazado

Tipos de Indicaciones en Soldadura					
FF	Falta de Penetración	PAI	Porosidad Aislada	FT	Fisura Transversal
FF	Falta de Fusión	PAN	Porosidad Anidada	SI	Socavado Interno
EA	Escoria Alargada	FL	Fisura Longitudinal	SE	Socavado Externo
FF	Falta de Fusión	PAN	Porosidad Anidada	SI	Socavado Interno
EA	Escoria Alargada	FL	Fisura Longitudinal	SE	Socavado Externo

Organización:	NDT INDUSTRIAL SERVICE S.A.C.	CLIENTE	SUPERVISION
Nombre:	Fernando Vásquez Rodríguez		
Cargo:	Inspector Nivel II SNT-TC-1A		
Fecha:	15/01/2018		
Firma:			

Formato: NDT-ASME B31.3 PT Rev. 0


ANTONIO JUAN CUENCA GRADOS
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
 Reg. CIP N° 75557
 IG3 Reg. OSINERGMIN N° 02377

Fernando Vásquez Rodríguez
 NIVEL II-SNT-TC-1A-VT
 REG NDT-CP-VT-004

DIVISION INDUSTRIAL
 Ing. JERSON ESPINOZA CAJUELO
 INSPECTOR DE CALIDAD INTERNA
 Inspectorate de Calidad Pisco S.A.S.
 Grupo Pisco Varadero

Fecha de Diseño: 01-08-2010

 INDUSTRIAL SERVICE S.A.C. Av. Héroes del Alto Cepepa 891-Comas-Lima Tlf 5368147 - C: 984129801 - Nextel: 408*9811 E-mail: contactenos@ndtindustrialservice.com	REPORTE DE INSPECCIÓN POR TINTES PENETRANTES	Reporte N°:	NDT-PT-004/18
		Página:	3 de 3
		Fecha de Inspección:	14/01/2018

5. REGISTRO FOTOGRAFICO:



Organización:	NDT INDUSTRIAL SERVICE S.A.C.	CLIENTE	SUPERVISION
Nombre:	Fernando Vásquez Rodríguez		
Cargo:	Inspector Nivel II SNT-TC-1A		
Fecha:	14/01/2018		
Firma:			

Formato NDT: ASME B31.3 PT Rev. 0


ING ROBERTO A. ORES QUINDE
 APODERADO

Fernando Vásquez Rodríguez
 NIVEL II-SNT-TC-1A-VT
 REG NDT-CP-VT-004

DIVISION INDUSTRIAL

ING. JERSON ESPINOZA TAPE
 INSPECTOR DE SAS MATERIAL
 Inspectores: 140601008000
 Grupo: Inspección Material

Fecha de Diseño: 01-08-2010


 ING. JUAN CUENCA GRAJALES
 INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
 Reg. CIP N° 76557
 D.SINERGMIN N° 02377

ANEXO N°09: CERTIFICADO DE OBRA BIEN EJECTADA DE RED INTERNA

 INSPECTORATE	S/T IND. 165580
N° 004567	CERTIFICADO DE INSPECCIÓN N° 64184 CERTIFICADO DE OBRA BIEN EJECUTADA PARA INSTALACIONES INTERNAS INDUSTRIALES DE GAS NATURAL
Callao, 27 de septiembre del 2018	Pág. 1 de 3
1. DATOS GENERALES	
1.1. CLIENTE	: ISSA PERU S.A.C.
1.2. EMPRESA	: INVERSIONES PRISCO S.A.C.
1.3. DIRECCIÓN	: CARRETERA PISCO PARACAS KM. 16, DISTRITO DE PARACAS, PROVINCIA DE PISCO, DEPARTAMENTO DE ICA
1.4. PROPOSITO	: EVALUAR Y DETERMINAR QUE LA INSTALACIÓN INTERNA INDUSTRIAL PARA CONSUMO DE GAS NATURAL, CUMPLA CON LOS REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS EN: <ul style="list-style-type: none">• Norma Técnica Peruana NTP 111.010-2014. Gas Natural Seco. Sistema de Tuberías para Instalaciones Internas Industriales.• Resolución N° 099-2016-OS/CD. Procedimiento para la habilitación de Suministros en Instalaciones Internas de Gas Natural.
2. DATOS DE LA INSTALACIÓN	
Instalación Interna Industrial para consumo de Gas Natural, formada por un Sistema de Tuberías de acero ASTM A-53 Gr. B/A106/API 5L SCH 40 Ø 3/4" y 3" y tubería HDPE SDR 11 PE 100 Ø 32 mm y 90 mm, para el suministro de Gas Natural hacia los siguientes equipos de consumo: <ul style="list-style-type: none">• Caldero 80 BHP.• Caldero 150 BHP.• Caldero 250 BHP.• Secadora.• Cocina.	
3. ALCANCE	
3.1	Supervisión de la prueba de resistencia y hermeticidad de la Instalación Interna Industrial, acorde a lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP 111.010-2014 (ítem 20).
3.2	Revisión documentaria del Dossier de Calidad de la Instalación Interna Industrial para Consumo de Gas Natural.
4. RESULTADOS	
4.1 MATERIALES	<ul style="list-style-type: none">• Registro de Recepción de Materiales y Equipos y Certificados de Materiales y Equipos.
4.2 PLANOS CONFORME A OBRA	<ul style="list-style-type: none">• Plano: "PLANO DE UBICACION Y SITUACION", N° IC-01, firmado por el IG-3 Ing. Antonio Cuenca Grados.• Plano: "PLANO DE DISTRIBUCION DE PLANTA", N° IC-02, firmado por el IG-3 Ing. Antonio Cuenca Grados.
Av. Elmer Faucett N° 444 Callao - Perú / Central: (511) 613-8080 Fax : (511) 628-9016 www.inspectorate.com.pe	



INSPECTORATE

Nº 004568

S/T IND. 165580

**CERTIFICADO DE INSPECCIÓN Nº 64184
CERTIFICADO DE OBRA BIEN EJECUTADA PARA
INSTALACIONES INTERNAS INDUSTRIALES DE GAS NATURAL**

Callao, 27 de septiembre del 2018

Pág. 2 de 3

- Plano: "PLANO DE DISTRIBUCION DE INSTALACION", N° IM-01, firmado por el IG-3 Ing. Antonio Cuenca Grados.
- Plano: "PLANO ISOMETRICO", N° IM-02, firmado por el IG-3 Ing. Antonio Cuenca Grados.
- Plano: "PLANO P&IR DE INSTRUMENTACION", N° IM-04, firmado por el IG-3 Ing. Antonio Cuenca Grados.
- Plano: "PLANO ERS DE CALDERO 80 BHP", N° IM-05, firmado por el IG-3 Ing. Antonio Cuenca Grados.
- Plano: "PLANO ERS DE CALDERO 150 BHP", N° IM-06, firmado por el IG-3 Ing. Antonio Cuenca Grados.
- Plano: "PLANO ERS DE CALDERO 250 BHP", N° IM-07, firmado por el IG-3 Ing. Antonio Cuenca Grados.
- Plano: "PLANO ERS DE SECADORA", N° IM-08, firmado por el IG-3 Ing. Antonio Cuenca Grados.
- Plano: "PLANO ERS DE COCINA", N° IM-09, firmado por el IG-3 Ing. Antonio Cuenca Grados.

4.3 PROCESOS, ENSAYOS Y REGISTROS DE SOLDADURA

- Especificación de procedimiento de soldadura (WPS), N° WPS-ASME01-GTAW16.
- Registro de Calificación Procedimiento (PQR), N° PQR-ASME01-GTAW16.
- Registro de Calificación de Desempeño (WPQ), N° WPQ01-ASME01-GTAW17.
- Welding Book.
- Plano: "PLANO WELDING MAP DE ISOMETRICO", N° IM-03, firmado por el IG-3 Ing. Antonio Cuenca Grados.
- Reporte de Inspección por Líquidos Penetrantes N° NDT-PT-004/18.
- Reporte de Inspección por Radiografía Industrial N° NDT-RT-005/18.
- Certificado de Inspección mediante Líquidos Penetrantes (PT) – Nivel II a nombre del sr. Fernando Velásquez Rodríguez.
- Certificado de Inspección mediante Radiografía Industrial (RT) – Nivel II a nombre del sr. Romel Rodríguez Bayona.

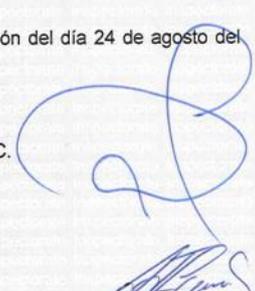

ING. ROBERTO FLORES QUINDE
INSPECTORADO

4.4 REGISTRO DE PRUEBAS RESISTENCIA Y HERMETICIDAD

- Registro de prueba de resistencia N° 64185, con fecha de inspección del día 24 de agosto del 2018, supervisada por INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C.
- Registro de prueba de hermeticidad N° 64186, con fecha de inspección del día 24 de agosto del 2018, supervisada por INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C.

4.5 DOCUMENTOS ADICIONALES

- Memoria Descriptiva Mecánica – Red Interna – Inversiones Prisco S.A.C.
- Especificaciones Técnicas.
- Registro de Comisionado de Equipos.
- Manual de Operaciones de las Instalaciones.
- Programa de Mantenimiento.
- Procedimiento de Puesta en Marcha.



Av. Elmer Faucett N° 444 Callao - Perú / Central: (511) 613-8080 Fax: (511) 628-
www.inspectorate.com.pe

ANTONIO JUAN CUENCA GRADOS
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
Reg. CIP N° 76557
IG3 Reg. OSINERGMIN N° 02377



INSPECTORATE

Nº 004569

S/T IND. 165580

**CERTIFICADO DE INSPECCIÓN Nº 64184
CERTIFICADO DE OBRA BIEN EJECUTADA PARA
INSTALACIONES INTERNAS INDUSTRIALES DE GAS NATURAL**

Callao, 27 de septiembre del 2018

Pág. 3 de 3

5. CONCLUSIÓN

La Instalación Interna Industrial para Gas Natural de la empresa "INVERSIONES PRISCO S.A.C." cumple con los requisitos indicados en el ítem 1.4 y con el alcance indicado en el Ítem 3.

6. CONDICIONES

Este Certificado es válido sólo para lo indicado en el Ítem 1, la Instalación descrita en el Ítem 2 y los resultados indicados en el Ítem 4, no pudiéndose extender la conclusión a otra instalación diferente a la evaluada.

7. VALIDEZ

Este Certificado es válido sólo en su papel original, para la instalación descrita en el Ítem 2 y las condiciones señaladas en el presente documento. La validez del certificado es de 12 meses, siempre y cuando las instalaciones no sean alteradas y/o modificadas.

Prisco
ING. ROBERTO FLORE QUINDE
APODERADO

OCTAVIO RAUL ARCE LEVANO
INGENIERO MECANICO
Reg. CIP Nº 113003
IG3 Reg. OSINERGMIN Nº 00328

Antonio Juan Cuenca Grados
ANTONIO JUAN CUENCA GRADOS
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
Reg. CIP Nº 76557
IG3 Reg. OSINERGMIN Nº 02377



REGISTRO DE PRUEBA DE RESISTENCIA

Código: F-IND- 113

Versión: 02

Fecha: 01/06/2016

S/T IND: 165580

REGISTRO N° 64185

1. DATOS GENERALES

CLIENTE : ISSA PERU S.A.C.

EMPRESA : INVERSIONES PRISCO S.A.C.

LUGAR Y FECHA DE INSPECCIÓN : CARRETERA PISCO PARACAS KM. 16, DISTRITO DE PARACAS, PROVINCIA DE PISCO, DEPARTAMENTO DE ICA. REALIZADA EL DÍA 24 DE AGOSTO DEL 2018.

PRODUCTO ENSAYADO : RED INTERNA DE GAS NATURAL

MATERIAL : ACERO SCH 40 ASTM A-53 Gr. B/A106/API 5L SCH 40 Ø 3/4" y 3"; Y TUBERÍA HDPE SDR 11 PE 100 Ø 32 mm y 90 mm.

ESPECIFICACIONES MÉTODO DE ENSAYO : NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 111.010 – REVISIÓN 2014. SISTEMA DE TUBERÍAS PARA INSTALACIONES INTERNAS INDUSTRIALES (ÍTEM 20)

EQUIPOS UTILIZADOS

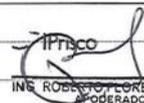
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO / SERIE	N° DE CERTIFICADO	FECHA DE CALIBRACIÓN	RANGO	OBS.
Manómetro	-----	CLP-095-2018	2018-02-23	0 bar a 11 bar	-----
Manómetro	MM-1047	CLP-096-2018	2018-02-23	0 bar a 11 bar	-----
Termómetro	TT-0898	CLT-1544-2018	2018-08-23	0 °C a 150 °C	-----
Termómetro	TT-0899	CLT-1545-2018	2018-08-23	0 °C a 150 °C	-----

2. DATOS DE LA PRUEBA

DURACIÓN DE PRUEBA : 04 horas

MEDIO DE PRUEBA USADO : Nitrógeno

PRESION DE PRUEBA : 6.0 bar / 5.3 bar


ING. ROBERTO FLORES QUINDE
PROFESORADO

3. OBSERVACIONES

La prueba de resistencia se realizó en coordinación con el Ing. Antonio Cuenca Grados, representante de la Empresa "ISSA PERU S.A.C."

Dicha prueba se desarrolló en condiciones normales.


ANTONIO JUAN CUENCA GRADOS
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
Reg. CIE N° 76557

IGS Reg. OSINERGMIN N° 02377

4. RESULTADO

Durante la prueba no se registraron fugas, ni caídas de presión, la prueba de hermeticidad es **CONFORME**

EFFECTUADO POR:
ISSA PERU S.A.C.

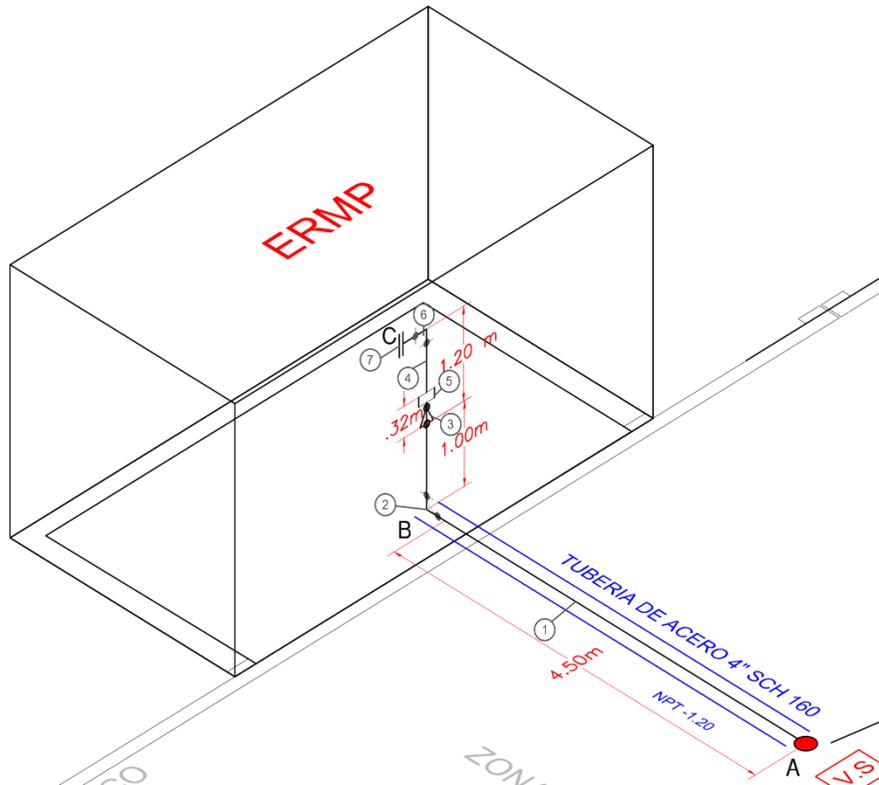
SUPERVISADO POR:
INSPECTORATE SERVICES PERU S.A.C. / ALFREDO SOTIL MORALES

FECHA DE EMISIÓN: 27.09.2018


DIVISIÓN INDUSTRIAL
ING. ALFREDO SOTIL MORALES
INSPECTOR DE GAS NATURAL
Inspector de Servicios Peru S.A.C.
Grupo Bureau Veritas

PLANOS

PLANO N°01: PLANO ISOMETRICO DE AIE



PLANILLA DE CALCULO DE VELOCIDADES Y CAIDAS DE PRESION

Cálculo de Velocidades con Presión máxima de diseño

P max = 19 bar

Tramos	Caudal sm ³ /h	Longitud		presiones barg			adoptado		velocidad m/s	tipo de unión	tipo de instalación	% DP < 50%
		real (m)	equiva. (m)	P1 (bar)	P2 (bar)	P1 - P2	adoptado pulg (nominal)	adoptado mm (interno)				
A-B	450.00	5.70	6.84	19.000	19.000	0.0001	4"	87.33	1.06	Soldado	Enterrado	0.00%
B-C	450.00	1.20	1.44	19.000	19.000	0.0002	3"	77.93	1.35	Soldado	Enterrado	0.00%

PLANILLA DE CALCULO DE VELOCIDADES Y CAIDAS DE PRESION

Cálculo de Velocidades con Presión mínima de diseño

P min = 5 bar

Tramos	Caudal sm ³ /h	Longitud		presiones barg			adoptado		velocidad m/s	tipo de unión	tipo de instalación	% DP < 50%
		real (m)	equiva. (m)	P1 (bar)	P2 (bar)	P1 - P2	adoptado pulg (nominal)	adoptado mm (interno)				
A-B	450.00	5.70	7.41	5.000	4.999	0.0005	4"	87.33	3.52	Soldado	Enterrado	0.01%
B-C	450.00	1.20	1.56	4.999	4.999	0.0007	3"	77.93	4.51	Soldado	Enterrado	0.01%

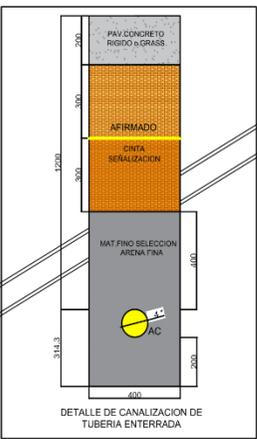
ITEM	CANT	DESCRIPCION	PROVEEDOR / FABRICANTE	ESPECIFICACIONES / NORMAS	PRESION DE DISEÑO
1	5.70 m	TUBO ACERO AL CARBONO SCH40 S/COSTURA Ø 4"	FIORELLA REPRESENTACIONES SAC	ASTM A53 GR. B / A 106/ API 5L	SCH 160
2	1 uni	CODO 90° ACERO AL CARBONO SOLDABLE Ø 4"	FIORELLA REPRESENTACIONES SAC	ANSI/ASME B 16.9 - ASTM A234	SCH 160
3	1 uni	REDUCCION CAMPANA 4"x 3"	FIORELLA REPRESENTACIONES SAC	ANSI/ASME B 16.9 - ASTM A234	SCH 40
4	1.20 m	TUBO ACERO AL CARBONO SCH40 S/COSTURA Ø 3"	FIORELLA REPRESENTACIONES SAC	ASTM A53 GR. B / A 106/ API 5L	SCH 40
5	1 uni	JUNTA MONOLITICA CON PROTECCION PASO A ESTRUCTURA	LEMAFGAS / NUOVA GIUNGAS	API SL GR.B	25 BAR
6	1 uni	CODO 90° ACERO AL CARBONO SOLDABLE Ø 3"	FIORELLA REPRESENTACIONES SAC	ANSI/ASME B 16.9 - ASTM A234	SCH 40
7	1 uni	BRIDA ACERO WELDING NECK 150 LBS Ø 3"	FIORELLA REPRESENTACIONES SAC	ASTM A105 - ASME B16.5	SCH 40

TRICANA DE IPRISCO

ZONA DE GRAS

ZONA DE GRAS

IPRISCO



PROFUNDIDAD DE LA TAPADA (m)	ANCHO DE LA ZANJA, SEGUN DIAMETRO DE TUBERIA DE ACERO							
	1"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	4 1/2"
1.20	30 cm	30 cm	40 cm	40 cm	40 cm	40 cm	40 cm	40 cm

0	AE - PG2	02/02/18	A.O.Z	A.O.Z	A.C.G
REV.	DESCRIPCION	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
LISTA DE REVISIONES				1	

issa
INGENIEROS DE GAS NACIONALES

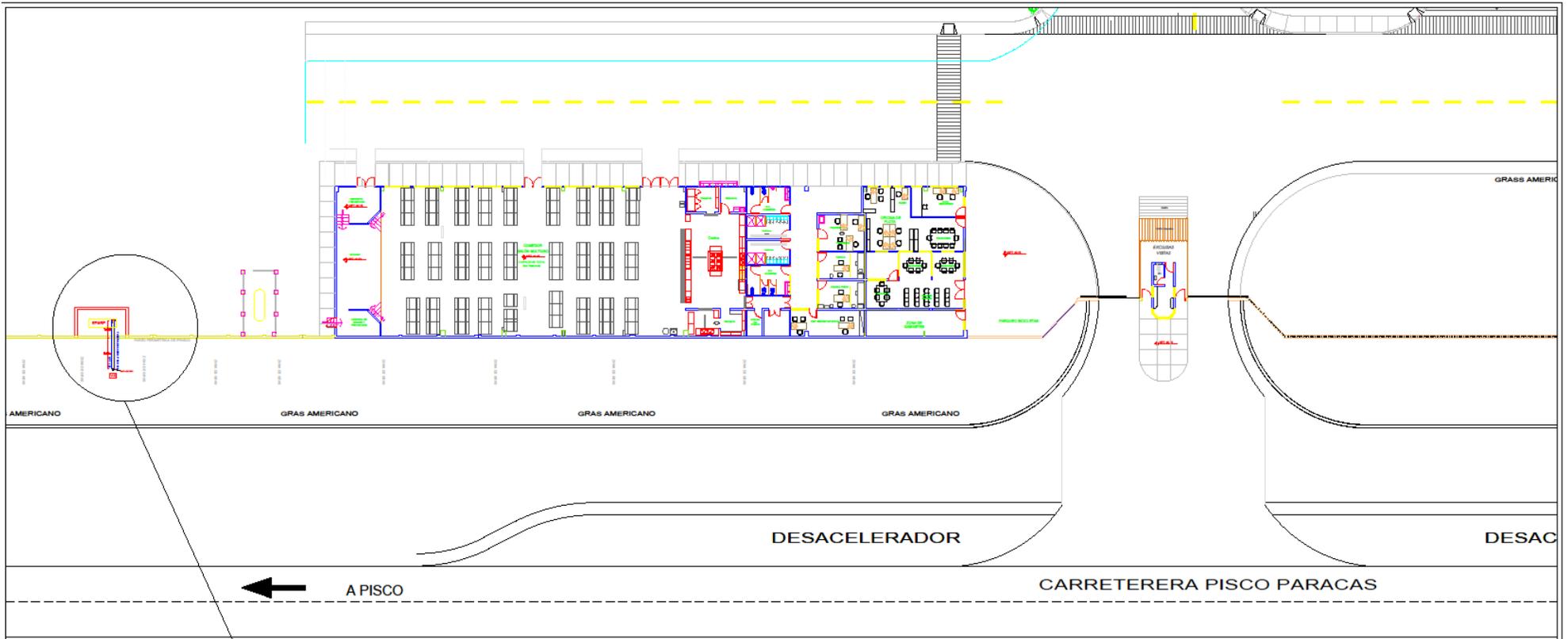
PROYECTO:	RED INDUSTRIAL DE GAS NATURAL	LAMINA:	IM-02
DIRECCION:	CARRETERA PISCO PARACAS KM 16		
PROPIETARIO:	INVERSIONES IPRISCO S.A.C		
PLANO:	PLANO ISOMETRICO - AE		

ING. ANTONIO CUENCA GRADOS
REGISTRO OSINERG 02377 - IG3

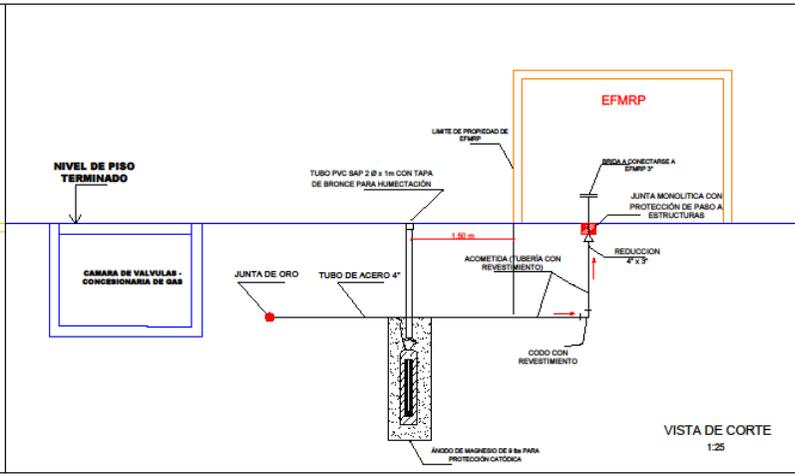
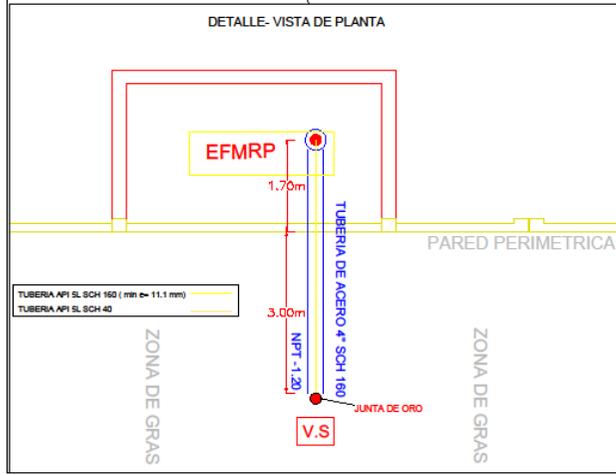
169

FECHA: FEB.2018

PLANO N°02: PLANO DISTRIBUCION DE AIE



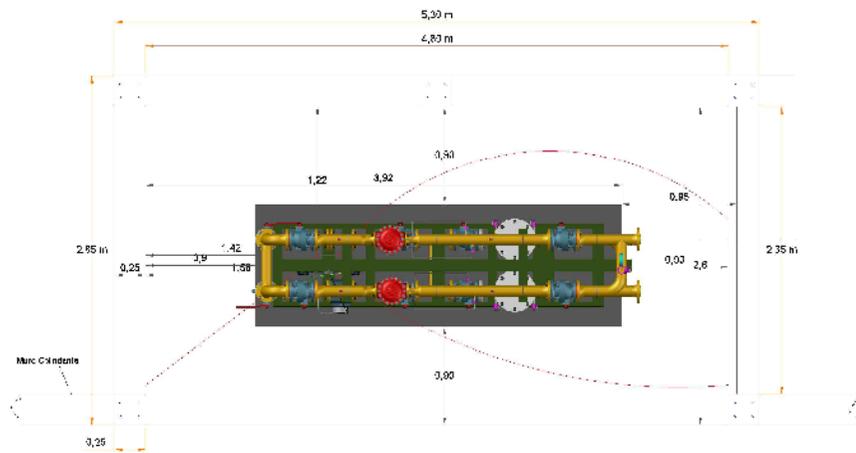
1:50



0	AE - P6 2	01/02/18	ABZ	AD.C	KPXP
REV.	DESCRIPCION	FECHA	ELABORO	REVISO	APPROBO
LISTA DE REVISIONES					
				1	

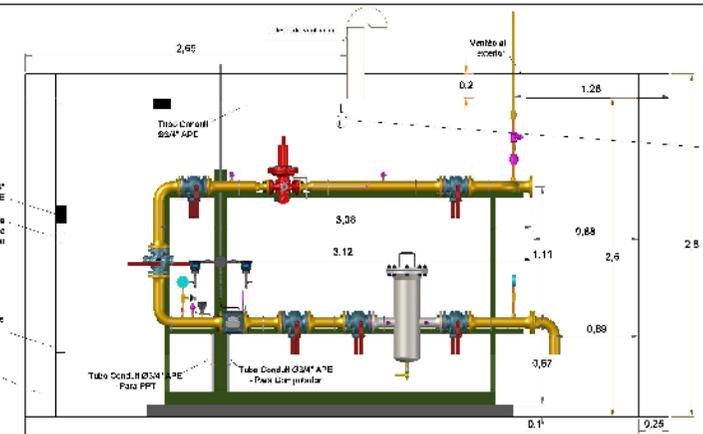
issa <small>INGENIERIA Y SERVICIOS</small>		IM-01
PROYECTO:	REDO INDUSTRIAL DE GAS NATURAL	
DIRECCION:	CARRETERA PISCO PARACAS KM. 15	
PROPIETARIO:	INVERSION PISCO S.A.C	
PLANO:	PLANO DE DISTRIBUCION GENERAL	
PROYECTADO:	JAVIER PAOLA TELARDE ORTIZ	REV. A.O.C
REGISTRO PROFESIONAL:	00291 - 03	REV. A.O.C
		FECHA: 1/30 FEB.2018

PLANO N°03: PLANO DISTRIBUCION DEL RECINTO DE ERMP



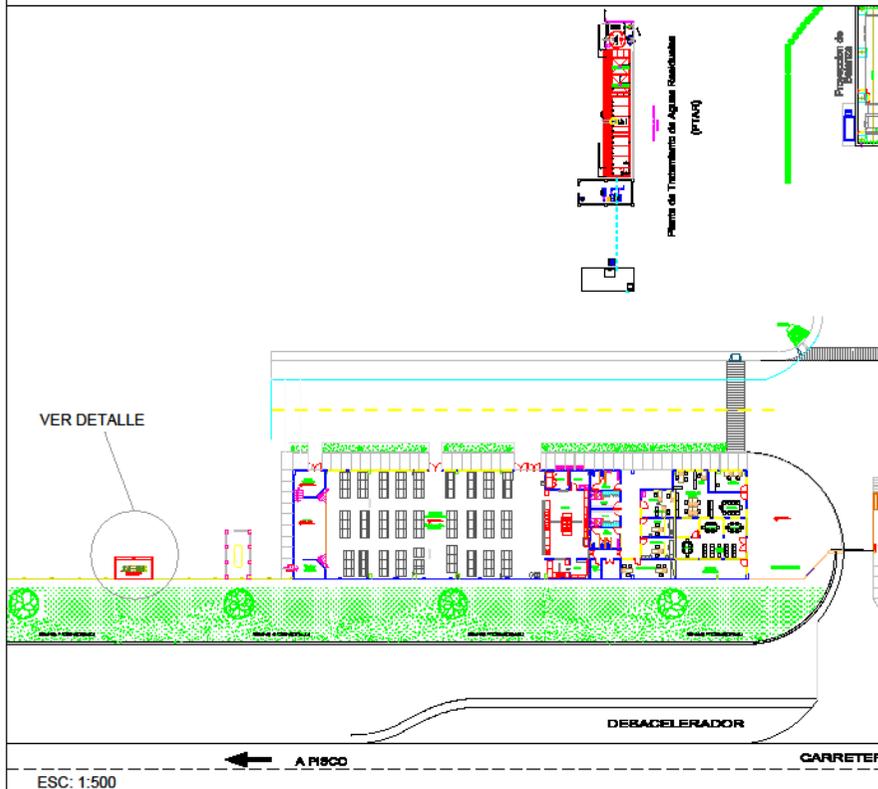
VISTA DE PLANTA

ESC: 1:30

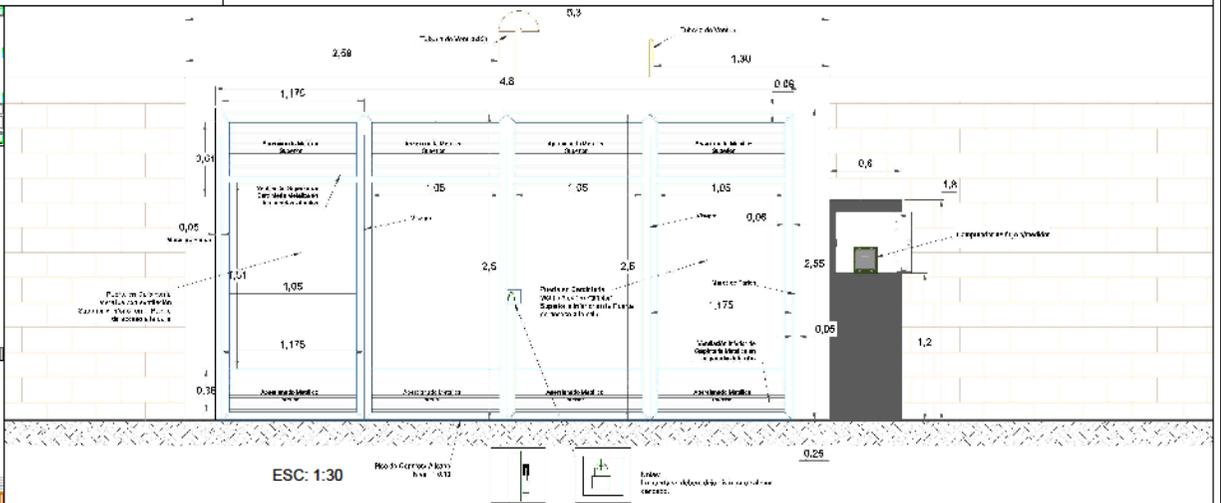


VISTA DE ELEVACION

ESC: 1:30



ESC: 1:500



DETALLE DE EFMRP

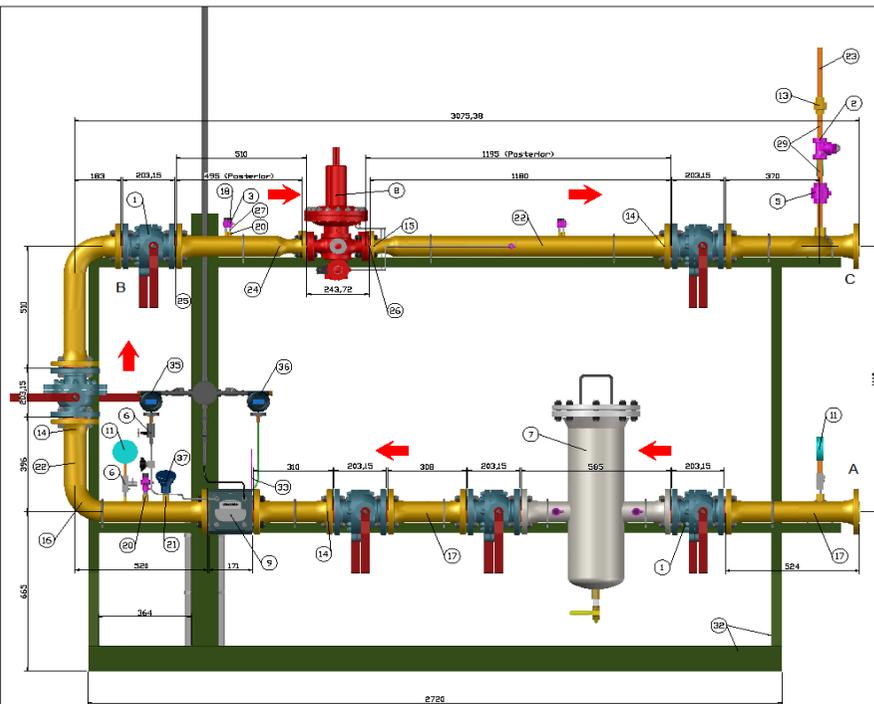
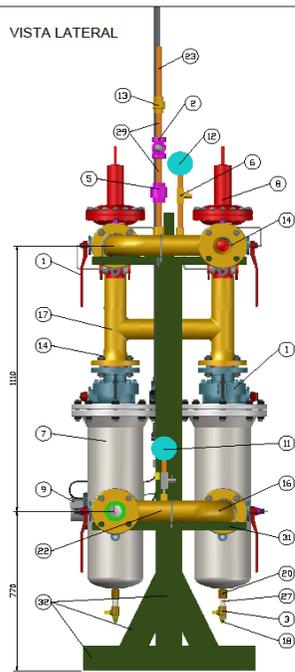
ESC: 1:100

0	EFMRP - PB I	21/02/18	LELL	A.O.2	K.P.W
REV.	DESCRIPCION	FECHA	ELABORO	REVISO	APROBO
LISTA DE REVISIONES					
					
PROYECTO:	RED INDUSTRIAL DE GAS NATURAL	CARRERA:			
DIRECCION:	CARRERA PISCO PARACAS KM. 1.15	CARRERA:			
PROPIETARIO:	INVERSIONES PISCO S.A.C.	CARRERA:			
PLANO:	PLANO DE DISTRIBUCION - EFMRP	CARRERA:			
ELABORADO:	KARLA PAOLA VELARDE ORMEÑO	FECHA:	FEB. 2018		
REGISTRO INGENIERO:	02791 - 001	FECHA:	FEB. 2018		

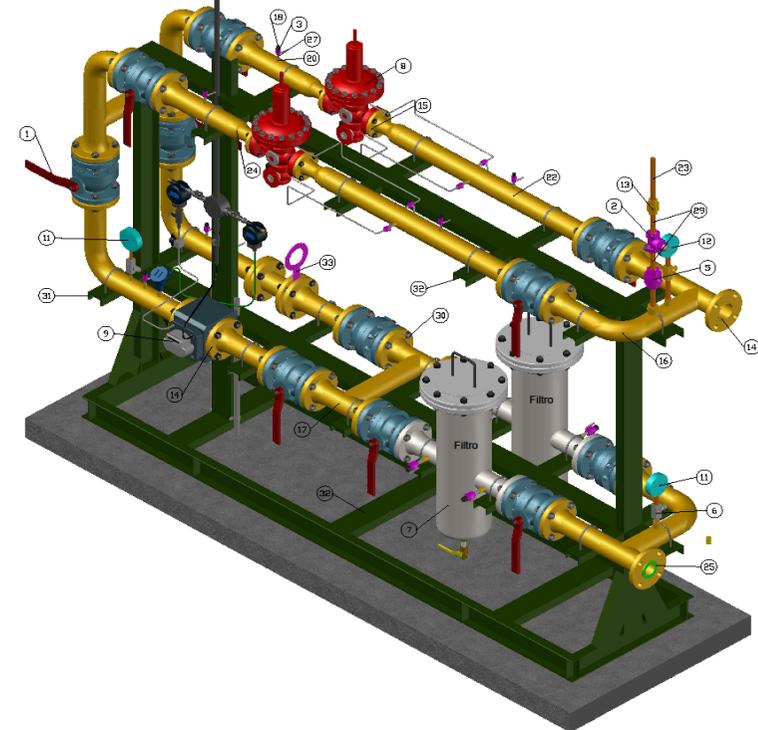
IM - 01

PLANO N°04: PLANO ISOMETRICO DE ERMP

VISTA LATERAL

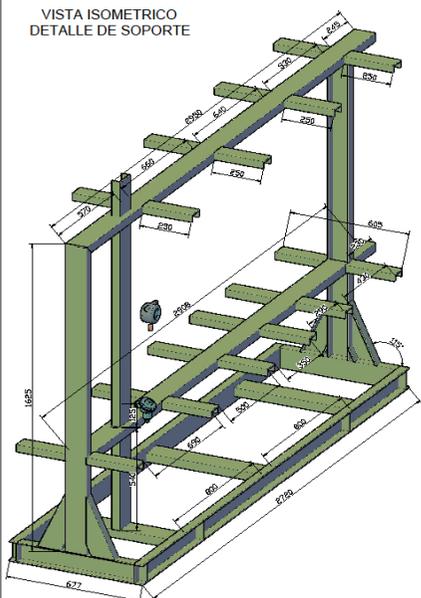


VISTA ISOMETRICO EFMRP



PARAMETROS DE DISEÑO	
Presión de diseño	19 Bar
Presión máxima de suministro	19 Bar
Presión mínima de suministro	5 Bar
Presión Regulada	2.5 Bar
Presión de Prueba	28.5 Bar
Caudal Máximo a Utilizarse	450.00 m ³ /h
100 % de END	
Pintura - Tuberias y valvulas color amarillo - RAL 1004	
- Filtro - Base Epoxi	
- Filtro - Acabado RAL 9010 - Terminación 2 manos de Poliuretano Blanco	
- Soportes color Verde RAL 6002	

VISTA ISOMETRICO DETALLE DE SOPORTE



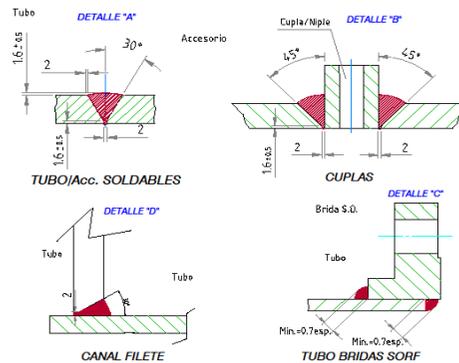
PLANILLA DE CALCULO DE VELOCIDADES Y CAIDAS DE PRESION

Cálculo de Velocidades con Presión Máxima de Diseño												
P max = 19 bar												
Tramos	Caudal sm ³ /h	Longitud real (m)	equiva. (m)	Presiones P1 (bar)	P2 (bar)	P1 - P2 (bar)	Adaptado (Nominal)	Adaptado mm (Interno)	Velocidad(m/s) < 50 m/s	Tipo de Unión	Tipo de Instalación	% DP < 50%
A - B	450.00	8.50	11.48	19.000	19.000	0.0004	3"AC	77.92	1.33	Soldado	Aérea	0.00%
B - C	450.00	2.65	3.58	19.000	18.999	0.0005	3"AC	77.92	1.33	Soldado	Aérea	0.00%

PLANILLA DE CALCULO DE VELOCIDADES Y CAIDAS DE PRESION

Cálculo de Velocidades con Presión Mínima de Diseño												
P min = 5 bar												
Tramos	Caudal sm ³ /h	Longitud real (m)	equiva. (m)	Presiones P1 (bar)	P2 (bar)	P1 - P2 (bar)	Adaptado (Nominal)	Adaptado mm (Interno)	Velocidad(m/s) < 30 m/s	Tipo de Unión	Tipo de Instalación	% DP < 50%
A - B	450.00	8.50	11.48	5.000	4.999	0.0014	3"AC	77.92	4.43	Soldado	Aérea	0.03%
B - C	450.00	2.65	3.58	4.999	4.998	0.0018	3"AC	77.92	4.43	Soldado	Aérea	0.04%

DETALLE DE SOLDADURAS



ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACION	PROCESO DE FABRICACIÓN	NORMAS	PRECIOS
1	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
2	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
3	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
4	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
5	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
6	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
7	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
8	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
9	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
10	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
11	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
12	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
13	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
14	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
15	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
16	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
17	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
18	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
19	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
20	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
21	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
22	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
23	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
24	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
25	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
26	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
27	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
28	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
29	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
30	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
31	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000
32	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	VALVULA 1/2" 19 BAR 19 BAR 19 BAR 19 BAR	ASME B16.34	200.000



NO	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELABORADO	REVISADO	APROBADO
0	DMRP - RD 1	25/05/18	LEJUA	AGD	LFVJD
1	REVISIÓN				

LISTA DE REVISIONES

PROYECTO:	RED INDUSTRIAL DE GAS NATURAL	IM-02
IMPRESIÓN:	DIRECCIÓN: FISSO MANAGUA, P.A.S.	
REVISIÓN:	INGENIEROS: PRIBCO S.A.C.	
PLANO:	PLANO ISOMETRICO DE EFMRP	
FECHA:	25/05/18	
FECHA DE IMPRESIÓN:	25/05/18	
FECHA DE EJECUCIÓN:		
FECHA DE CANCELACIÓN:		
FECHA DE VIGENCIA:		
FECHA DE EXPIRACIÓN:		
FECHA DE REVISIÓN:		
FECHA DE APROBACIÓN:		
FECHA DE CANCELACIÓN:		
FECHA DE VIGENCIA:		
FECHA DE EXPIRACIÓN:		
FECHA DE REVISIÓN:		
FECHA DE APROBACIÓN:		

PLANO N°05: PLANO ISOMETRICO DE RED INTERNA

PLANO N°06: PLANO ERS DE CALDERA DE 250 BHP

