

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“DISEÑO E INSTALACIÓN DE LA RED INTERNA Y  
ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN  
PRIMARIA DE 455 SMCH DE GAS NATURAL.  
PLANTA DE ALIMENTOS MOLITALIA –  
CAJAMARQUILLA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO MECÁNICO**

**FRANK EDWARDS KUZMA SALDAÑA**

**Callao, Abril de 2019**

**PERÚ**



## ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL MODALIDAD: TESIS SIN CICLO DE TESIS

Al VEINTISEIS día del mes de ABRIL del dos mil diecinueve siendo las 10.00am. se procedió a la instalación del Jurado de Sustentación de Tesis en la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, conformado por los siguientes docentes:

- **PRESIDENTE** : Dr. JAIME GREGORIO FLORES SÁNCHEZ
- **SECRETARIO** : Ing. ESTEBAN ANTONIO GUTIERREZ HERVIÁS
- **VOCAL** : Ing. EMILIANO LOAYZA HUAMÁN
- **ASESOR** : Ing. JORGE LUIS ALEJOS ZELAYA

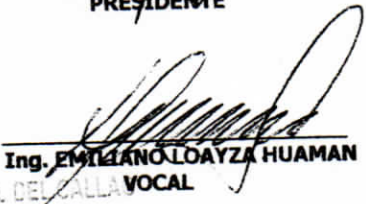
Con el fin de dar inicio a la **SUSTENTACION DE LA TESIS**, presentada por los señor Bach. Ing. Mecánica **KUZMA SALDAÑA, Frank Edwards** quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO**, sustentaran la Tesis titulada: **"DISEÑO E INSTALACIÓN DE LA RED INTERNA Y ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN PRIMARIA DE 455 SMCH DE GAS NATURAL. PLANTA DE ALIMENTOS MOLITALIA - CAJAMARQUILLA"**.

Con el quórum reglamentario de Ley se dio inicio a la Sustentación de Tesis de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente, luego de las preguntas formuladas y efectuadas las deliberaciones pertinentes, se acordó dar por APROBADO con el calificativo de 14 Catorce, al señor Bach. Ing. Mecánica **KUZMA SALDAÑA, Frank Edwards**.

Con lo que se dió por cerrada la sesión a las 11.25 del día 26 de Abril del 2019.

  
Dr. JAIME GREGORIO FLORES SÁNCHEZ  
PRESIDENTE

  
Ing. ESTEBAN ANTONIO GUTIERREZ HERVIÁS  
SECRETARIO

  
Ing. EMILIANO LOAYZA HUAMÁN  
VOCAL

  
Ing. JORGE LUIS ALEJOS ZELAYA  
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
OFICINA DE SECRETARÍA GENERAL  
EL SECRETARIO GENERAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO que suscribe, CERTIFICA: Que la presente es copia fiel del original. Se expide la presente certificación a solicitud del (a) interesado (a) para los fines que juzgue conveniente  
Callao, 11 de AGO 2021 del 20.....

  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
Oficina de Secretaría General  
  
Luis Alfonso Cuadros Cuadros  
Secretario General

**“DISEÑO E INSTALACIÓN DE LA RED INTERNA Y  
ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN  
PRIMARIA DE 455 SMCH DE GAS NATURAL.  
PLANTA DE ALIMENTOS MOLITALIA –  
CAJAMARQUILLA”**

# DEDICATORIA

A mi esposa, Dra. Melissa Pachas Cueto, quien es mi motivación, mi fuente de inspiración y la principal de las razones por las que cada día mi esfuerzo es al máximo. Por ser una persona que siempre me ha apoyado, me ha comprendido y aceptado como soy. Durante todo este tiempo mi corazón ha estado en las metas que tenemos pendientes; te agradezco por la fuerza que me has transmitido y por estar siempre a mi lado. Te amo.

FRANK.

# AGRADECIMIENTO

A Dios, de quien he recibido el más hermoso regalo que existe: Su Gracia, por medio de la fe, y esto no de mí, pues es don de Dios. A Él, quien me ha guiado por sendas de justicia y me rebose de esperanza por el poder de Su Espíritu Santo. Estimo como pérdida todas las cosas en vista del incomparable valor de conocer a Cristo Jesús, mi Señor, a quien le entrego mi vida y mi agradecimiento.

A mi madre, Lila Saldaña Anaya. Gracias por el gran amor y devoción entregados, por vuestro apoyo ilimitado e incondicional y por haberme formado como hombre de bien. Todo este esfuerzo no sólo ha sido mío, sino mucho de ello fue de usted, ayudándome a culminar un peldaño más en la escalera de mi vida... No hay palabras para agradecerle, mamá.

A la Facultad de Ingeniería Mecánica y Energía de la Universidad Nacional del Callao por haberme abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, así como a los docentes que me brindaron su conocimiento y apoyo para mejorar en el estudio y posterior desempeño de la especialidad.

A mi asesor, Ing. Jorge Alejos Zelaya, por la orientación y conocimiento técnico que me brindó para realizar esta tesis, por su apoyo y amistad que me permitieron aprender mucho más que lo mencionado en estas páginas.

A los ingenieros Juan Ponte Morillo y Braulio Temoche Abad por el aporte significativo de información técnica para el desarrollo de esta tesis y por facilitarme su tiempo y experiencia en las ponencias brindadas, y a mi amigo el Ing. Danfer de la Cruz por su aporte en la comprensión y manejo de los códigos ASME.

# INDICE

INDICE DE TABLAS .....	4
INDICE DE FIGURAS.....	6
INDICE DE CUADROS.....	10
RESUMEN .....	11
ABSTRACT .....	12
CAPITULO I .....	13
<b>PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>13</b>
1.1. Identificación del problema .....	13
1.2. Formulación del problema .....	14
1.2.1. Problema general .....	14
1.2.2. Problemas específicos.....	14
1.3. Objetivos de la investigación .....	15
1.3.1. Objetivo general .....	15
1.3.2. Objetivos específicos.....	15
1.4. Justificación.....	16
1.4.1. Justificación social.....	16
1.4.2. Justificación teórica .....	16
1.4.3. Justificación tecnológica.....	17
1.4.4. Justificación económica.....	17
1.5. Importancia .....	17
CAPITULO II .....	19
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
2.1. Antecedentes del estudio .....	19
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	19
2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	21
2.2. Marco conceptual.....	24
2.2.1. Reseña histórica del gas natural.....	24
2.2.2. Propiedades y especificaciones del gas natural.....	25

2.2.3.	Usos del gas natural en la industria .....	27
2.2.4.	Cadena de valor del gas natural.....	29
2.2.5.	El gas natural en el Perú .....	33
2.2.6.	El proyecto Camisea.....	36
2.2.7.	El gas natural llega a Lima y Callao.....	38
2.2.8.	Cluster de distribución de gas natural .....	40
2.3.	<b>Normas técnicas aplicadas para instalaciones de gas natural industrial.....</b>	<b>41</b>
2.3.1.	Normas Internacionales .....	41
2.3.2.	Normas y especificaciones técnicas nacionales .....	41
2.4.	<b>Planta de alimentos para mascotas Molitalia – Cajamarquilla ....</b>	<b>42</b>
2.4.1.	Alimento balanceado.....	43
2.4.2.	Zonas de una planta de alimentos para mascotas .....	44
2.4.3.	Equipos térmicos en la planta de alimentos para mascotas Molitalia – Cajamarquilla.....	49
2.4.4.	Proyecto de conversión a gas natural.....	51
CAPITULO III.....		53
<b>VARIABLES E HIPÓTESIS.....</b>		<b>53</b>
3.1.	<b>Variables de la investigación .....</b>	<b>53</b>
3.1.1.	Variable independiente (X).....	53
3.1.2.	Variable dependiente (Y) .....	53
3.2.	<b>Operacionalización de variables .....</b>	<b>54</b>
3.3.	<b>Hipótesis.....</b>	<b>55</b>
3.3.1.	Hipótesis general .....	55
3.3.2.	Hipótesis específicas.....	55
CAPITULO IV .....		56
<b>METODOLOGÍA .....</b>		<b>56</b>
4.1.	<b>Tipo de investigación.....</b>	<b>56</b>
4.2.	<b>Diseño de la investigación .....</b>	<b>57</b>
4.2.1.	Parámetros básicos de investigación .....	57
4.2.2.	Etapas de la investigación .....	58
4.2.3.	Detalles de la investigación .....	61



4.3. Población y muestra .....	163
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	164
4.5. Procedimiento de recolección de datos .....	164
4.6. Procesamiento estadístico y análisis de datos.....	165
CAPITULO V.....	166
<b>RESULTADOS</b> .....	166
5.1. Resultados de diseño.....	166
CAPITULO VI.....	170
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	170
6.1. Contrastación de hipótesis con los resultados .....	170
6.2. Contrastación de resultados con estudios similares .....	172
CAPITULO VII .....	175
<b>CONCLUSIONES</b> .....	175
CAPITULO VIII .....	177
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	177
CAPITULO IX.....	179
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	179

# INDICE DE TABLAS

Tabla N°2.1: Composición del gas natural .....	23
Tabla N°2.2: Planilla de equipos de consumo .....	49
Tabla N°4.1: Datos de entrada de diseño.....	64
Tabla N°4.2: Planilla de cálculo de tuberías - presión 5 BARG .....	69
Tabla N°4.3: Caudales para medidores tipo G .....	73
Tabla N°4.4: Capacidades del regulador de presión .....	74
Tabla N°4.5: Selección de válvula de alivio.....	76
Tabla N°4.6: Selección del elemento filtrante .....	78
Tabla N°4.7: Planilla de equipos de consumo .....	80
Tabla N°4.8: Planilla de cálculo de velocidades y caída de presión - Red Interna de Gas Natural .....	94
Tabla N°4.9: Planilla de cálculo de velocidades y caída de presión para caudal futuro - Red Interna de Gas Natural .....	95
Tabla N°4.10: Distancias mínimas entre tuberías de gas natural con tuberías de otros servicios .....	122
Tabla N°4.11: Distancias entre soportes de tuberías.....	122

Tabla N° 5.1: Resultados de diseño ERMP - Presión de 5 barg.....	166
Tabla N° 5.2: Resultados de diseño para caudal aprobado - Red Interna de Gas Natural.....	167
Tabla N° 5.3: Resultados de diseño para caudal futuro - Red Interna de Gas Natural.....	168

# INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Aplicaciones energéticas del gas natural.....	28
Figura 2.2: Cadena de valor del gas natural .....	30
Figura 2.3: Extracción del gas natural .....	31
Figura 2.4: Aplicaciones energéticas del gas natural.....	32
Figura 2.5: Proceso del gas natural de Aguaytía.....	35
Figura 2.6: Lote 88.....	36
Figura 2.7: Diseño del proyecto Camisea.....	39
Figura 2.8: Interior del almacén de insumos - Planta Molitalia / Cajamarquilla.....	45
Figura 2.9: Zona de Molienda - Planta Molitalia / Cajamarquilla.....	46
Figura 2.10: Extrusor línea 1 - Planta Molitalia / Cajamarquilla .....	47
Figura 2.11: Envasado - Planta Molitalia / Cajamarquilla.....	48
Figura 2.12: Secador - Planta Molitalia / Cajamarquilla .....	50
Figura 2.13: Quemador de gas Johnson.....	51
Figura 4.1: Tramos de diseño de Estación Primaria .....	63

Figura 4.2: Diseño típico de Estación Primaria.....	70
Figura 4.3: Comprobación en Excel de la ecuación de la velocidad .....	85
Figura 4.4: Excavación de zanja .....	106
Figura 4.5: Zanja para tubería de HDPE.....	107
Figura 4.6: Raspado y biselado de caras de tuberías de HDPE .....	108
Figura 4.7: Conexión a la fuente de poder y seteo de parámetros .....	109
Figura 4.8: Electro fusión de tubería y accesorio de unión.....	110
Figura 4.9: Detalle típico de zanja para tubería enterrada.....	111
Figura 4.10: Relleno y compactado de zanja.....	112
Figura 4.11: Transición de PE/Acero.....	113
Figura 4.12: Murete de protección de transición de PE/Acero.....	114
Figura 4.13: Spools granallados de estación primaria .....	115
Figura 4.14: Medición del espesor de pintura en tuberías .....	116
Figura 4.15: Empaquetado de spools de Estación Primaria.....	117
Figura 4.16: Protección de bisel previo a la soldadura.....	119
Figura 4.17: Pase de raíz y retiro de punto de fijación .....	119
Figura 4.18: Pipe rack dentro de planta.....	121

Figura 4.19: Soldeo de varillones exteriores .....	123
Figura 4.20: Rack de tuberías eje 10 y hacia caldera.....	124
Figura 4.21: Estación de regulación secundaria de caldera.....	127
Figura 4.22: Estación de regulación secundaria - secador.....	127
Figura 4.23: Estación de regulación secundaria - calentadores .....	128
Figura 4.24: Estación de regulación secundaria - cocina.....	128
Figura 4.25: Soldadura de spools de estación primaria .....	129
Figura 4.26: Soporte de Skid de estación primaria .....	130
Figura 4.27: Despiece de skid de estación primaria .....	131
Figura 4.28: Estación de regulación y medición primaria.....	134
Figura 4.29: Accesorio de ingreso a la estación (AIE).....	135
Figura 4.30: Construcción de pozo a tierra para estación primaria.....	138
Figuras 4.31: Conexión de pozo a tierra de estación primaria.....	138
Figura 4.32: Diseño típico de pozo a tierra .....	139
Figura 4.33: Medición de condiciones ambientales - Uso de psicrómetro .....	141
Figura 4.34: Cinta testigo - Press O Film.....	142
Figura 4.35: Reloj comparador de velocidad.....	143

Figura 4.36: Medidor de película seca .....	145
Figura 4.37: Alineamiento de tuberías.....	146
Figura 4.38: Revisión de bisel .....	147
Figura 4.39: Proceso de soldadura GTAW.....	148
Figura 4.40: Aplicación de tintes penetrantes .....	151
Figuras 4.41: Prueba de hermeticidad - Red interna .....	158
Figuras 4.42: Prueba de hermeticidad - Estación Primaria .....	158
Figura 4.43: Medición de puesta a tierra - Estación Primaria.....	160
Figura 4.44: Habilitación de suministro de gas natural.....	162

# INDICE DE CUADROS

Cuadro N°3.1: Operacionalización de variables .....	54
Cuadro N°4.1: Condiciones aprobadas de trabajo para red interna.....	75
Cuadro N°4.2: Datos de diseño .....	77
Cuadro N°4.3: Técnicas e Instrumentos .....	163



# RESUMEN

Este informe de tesis describe el diseño e instalación de la red interna y estación de regulación y medición primaria para el abastecimiento de 455 SMCH de gas natural, para los equipos térmicos existentes en la Planta de procesamiento de alimentos balanceados para mascotas, Molitalia – Cajamarquilla.

La realización del proyecto se dio en cuatro etapas, la **primera etapa** con el **diseño de la red interna y estación primaria** que es donde se definen los diámetros de tuberías y el equipamiento de regulación y medición a utilizar; para la **segunda etapa** se tiene el **suministro de equipos y materiales** donde los principales factores de incidencia, son el cumplimiento de los detalles técnicos de ingeniería, el stock de los mismos y el plazo de entrega a la obra; como **tercera etapa** se encuentran los **procedimientos de instalación** del proyecto que consiste en llevar a cabo el montaje de tuberías y accesorios, la instalación de equipos, componentes de regulación y medición acorde a las normas nacionales e internacionales vigentes; por último la **cuarta etapa** de **pruebas, ensayos y certificación** de la instalación realizada con la entrega del dossier de calidad a Cálidda y posterior aprobación del mismo.

Las palabras claves son diseño, instalación, diámetro de tubería, longitud de tubería, regulación y medición.

# ABSTRACT

This thesis report describes the design and installation of the internal network and regulation and primary measurement station for the supply of 455 SMCH natural gas, for the thermal equipment existing in the Processing Plant of balanced feed for pets, Molitalia - Cajamarquilla.

The realization of the project occurred in four stages, the first stage with the design of the internal network and primary station which is where the diameters of pipes and the regulation and measurement equipment to be used are defined; for the second stage there is the supply of equipment and materials where the main factors of incidence are the fulfillment of the engineering technical details, the stock of them and the delivery time to the work; as the third stage are the assembly of pipes and fittings, the installation of equipment, regulation and measurement components in accordance with current national and international standards; Finally, the fourth stage of testing, testing and certification of the installation carried out with the delivery of the quality dossier to Cálidda and subsequent approval thereof.

Keywords are design, installation, pipe diameter, pipe length, regulation and measurement.

# **CAPITULO I**

## **PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Identificación del problema**

Molitalia S.A. es una empresa orientada a la fabricación y comercialización de alimentos de consumo masivo. Parte de su plan de crecimiento es ingresar al mercado nuevos productos, es por eso que con una inversión de US\$ 24 millones, Molitalia S.A. construyó su nueva planta de alimentos para mascotas en el distrito de Cajamarquilla, en Chosica, con una capacidad anual que supera las 70 mil toneladas.

Ante tal panorama, el problema se centra en proponer un sistema adecuado de suministro de gas natural, que permita lograr la energía requerida para el funcionamiento de sus equipos térmicos, con un caudal a consumir a condiciones estándar de 455 smch en una primera etapa, y donde también se han considerado las tomas para la instalación a futuro, en una segunda etapa. Para tal motivo es que se realizó el diseño e instalación de la red interna y estación de regulación y medición primaria de gas natural, utilizando la fórmula general de los gases y la fórmula de Renouard simplificada para media presión, además de cumplir con lo exigido en la Norma Técnica Peruana NTP 111.010-2003. Rev.2014, para Sistemas de tuberías en instalaciones internas industriales, y así lograr la aprobación para el abastecimiento del combustible requerido.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿En qué medida el diseño y la instalación de la red interna y estación de regulación y medición primaria de 455 smch de gas natural, permitirá satisfacer la demanda de combustible requerido por los equipos térmicos de la planta de alimentos Molitalia - Cajamarquilla?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿En qué medida el cálculo y diseño del sistema de tuberías para la red interna y equipamiento de la estación de regulación y medición primaria (ERMP), garantizará el suministro de gas natural a los puntos de consumo?
- ¿En qué medida el suministro de materiales y equipos para la estación primaria y estaciones de regulación secundarias de la red interna de gas natural guardan relación técnica con el dimensionamiento de la instalación industrial?
- ¿Cómo establecer procedimientos de instalación basados en las normativas nacionales e internacionales que aseguren una correcta construcción de la red interna y estación primaria de gas natural?
- ¿En qué medida la realización de las pruebas y ensayos no destructivos exigidos por la empresa distribuidora de gas natural, garantizará la certificación de la instalación?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

Los objetivos planteados en la presente tesis de grado son los siguientes:

#### **1.3.1. Objetivo general**

Diseñar e instalar la red interna y estación de regulación y medición primaria de 455 smch de gas natural para satisfacer la demanda de combustible requerido por los equipos térmicos de la planta de alimentos Molitalia – Cajamarquilla.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Calcular y diseñar el sistema de tuberías para el transporte de gas natural y seleccionar el correcto equipamiento de regulación, medición y filtrado de la estación primaria, para garantizar el suministro de combustible a los puntos de consumo.
- Suministrar los materiales y equipos para la estación primaria y estaciones secundarias de la red interna, que guarden relación técnica con el dimensionamiento dado por la ingeniería del proyecto.
- Ejecutar los procedimientos de instalación mecánicos elaborados de acuerdo a la norma NTP 111.010-2003. Rev.2014, los códigos ASME B31.8, ASME B31.3 y la Resolución DS-063-2005 de OSINERGMIN, que aseguren una correcta construcción del sistema de tuberías.
- Cumplir con las pruebas y ensayos no destructivos que exige la empresa distribuidora de gas natural, para obtener la certificación de la instalación industrial.

## **1.4. Justificación**

### **1.4.1. Justificación social**

Con la implementación del sistema de combustible de gas natural en la planta de alimentos, se generaron empleos directos para personal técnico calificado y empleos indirectos en lo que respecta a empresas contratistas relacionadas con el mantenimiento autorizado de este tipo de instalaciones. Adicionalmente el uso del gas natural en esta planta industrial ayuda a la preservación del medio ambiente pues disminuye las emisiones de gases contaminantes comparado con otros combustibles fósiles.

### **1.4.2. Justificación teórica**

Gracias al continuo desarrollo del campo de Camisea y a los nuevos descubrimientos en la selva central y norte, así como en la plataforma marítima, el Perú profundiza ampliamente su desarrollo del gas natural por lo que es de vital importancia comprender el manejo de la normativa vigente para su aplicación en este tipo de proyectos de instalaciones de gas natural seco.

Debido a que el rubro industrial consume grandes cantidades de combustible para sus procesos productivos, es necesario que se diseñen redes de gas natural, que satisfagan las necesidades propias de la empresa, donde se entreguen la presión de gas necesaria y el caudal requerido de sus puntos de consumo.

#### **1.4.3. Justificación tecnológica**

Mediante el diseño e instalación mecánica de este proyecto de red industrial interna de gas natural, la planta Molitalia – Cajamarquilla se abasteció del combustible necesario para el funcionamiento de la Caldera, Secador, Cocinas y Calentadores. Además, de acuerdo con los objetivos de investigación, los resultados del presente trabajo permitieron contribuir con los datos técnicos necesarios para las ampliaciones futuras y con una serie de recomendaciones para cuando se ejecuten.

#### **1.4.4. Justificación económica**

Los cambios económicos, políticos y sociales se incrementan cada vez más, por lo que la búsqueda de fuentes energéticas baratas y con menor efecto en el medio ambiente, es lo que buscan las empresas para ser competitivas. El gas natural presenta estas oportunidades en términos económicos, permitiendo generar más ingresos por el hecho de evitar el costo de transporte y almacenamiento ya conocido por los sistemas convencionales, además de disminuir los costos de mantenimiento.

#### **1.5. Importancia**

La importancia de este proyecto radicó en los beneficios que se obtienen con el uso de gas natural como combustible, ya que esto permite un mejor cocimiento y secado de los alimentos, permitiendo que la empresa sea más productiva y competitiva en el mercado.

Además de los beneficios en el producto final, el gas natural es un combustible siempre disponible al llegar a la Planta vía redes de tuberías externas, lo que permite gestionar mejor los procesos productivos. De igual forma los equipos y quemadores tienen un mantenimiento más sencillo porque se conservan mejor durante más tiempo, además de lo que implica el beneficio al medio ambiente por ser el gas natural el combustible fósil con menor impacto de todos los utilizados.



# CAPITULO II

## MARCO TEÓRICO

Este capítulo contempla las bases teóricas relacionadas con el tema de estudio, con lo que se proporciona un previo conocimiento del contexto teórico, y así lograr un mejor entendimiento del trabajo, para lo cual es necesario hacer referencia a diferentes teorías y conceptos.

### 2.1. Antecedentes del estudio

Después de haber realizado una revisión bibliográfica en las redes de internet y en algunas bibliotecas, podemos mencionar seis antecedentes que, por su aplicación, se ven relacionados con el trabajo de investigación propuesto:

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

- RAMÍREZ ESPEJEL, Erick Fernando. **Diseño y análisis de la red interna de conducción y distribución de gas natural hacia los centros de consumo de la planta metal-mecánica, bajo normas de uso y manejo de gas natural.** Tesis para el Título Profesional de Ingeniero Mecánico. México D.F. Instituto Politécnico Nacional. 2013.

**Resumen:** La ingeniería es una ciencia en constante desarrollo. A medida que la investigación y la experiencia amplían nuestros conocimientos, se requieren cambios en el uso de los energéticos y

materiales en medida de la aplicación de estas en obra y procesos industriales. En este trabajo se ha esforzado por asegurar la calidad en los sistemas de consumo de gas natural.

**Conclusión:** Se redujeron a un 65% el costo de hidrocarburos, se aseguró la acreditación de la red ante la Comisión Reguladora de Energía (CRE) para su operación y funcionamiento, y por último se redujeron emisiones contaminantes al medio ambiente.

- SÁNCHEZ JARAMILLO, Claudia; PALACIO GALLEGO, Orlando y ÁLVAREZ ÁLVAREZ, Mauricio. **Diseño de la red de gas natural para el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid con énfasis en la acometida hacia la Planta de Etanol.** Investigación técnica. Medellín - Colombia. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. 2006.

**Resumen:** El grupo de investigación en gases desarrolló un modelo, que reúne el procedimiento de diseño y cálculo de redes internas de gas del tipo residencial e industrial, en el cual se presentan las etapas del proceso necesarias para la elaboración del Diseño de la Red de Gas de la Planta de Etanol.

**Conclusión:** Se diseñó la red de gas natural de acuerdo con las Normas Técnicas Colombianas (NTC) y según la Guía de las Empresas Públicas de Medellín. Además, el modelo para el diseño de la Red de Gas Natural puede ser utilizado como base para redes de características similares.

## 2.1.2. Antecedentes Nacionales

- CHÁVEZ ÑAHUINRIPA, Ángel. **Proyecto de conversión industrial al consumo de gas natural en una planta textil.** Tesis para el Título Profesional de Ingeniero Mecánico-Electricista. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería. 2005.

**Resumen:** Esta tesis analizó los aspectos técnicos y económicos para la ejecución de la conversión de sus equipos térmicos a gas natural, donde se esperó que el proyecto sirva como referencia para motivar a las empresas industriales al consumo masivo de gas natural, lo cual permita reestructurar una nueva matriz energética en el Perú.

**Conclusión:** El uso del gas natural permitió a la planta ser más competitivo y productivo no sólo por el ahorro de combustible, sino también por la flexibilidad de su uso y la alta eficiencia en su combustión, es por eso que da la importancia de ser consiente que el gas natural es un combustible seguro, siempre y cuando se manipule adecuadamente.

- ÁLVAREZ CALLE, Roberto. **Diseño de un sistema de recolección y transporte de Gas Natural.** Tesis para el Título Profesional de Ingeniero de Petróleo. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería. 2012.

**Resumen:** En esta tesis se plantea el diseño y construcción de instalaciones de recolección y transporte de gas natural para su

eficiente explotación, aprovechando la energía aportada por los yacimientos de gas. La tesis enfoca al diseño conceptual de las líneas de recolección y producción, locaciones de los pozos y las facilidades de producción, para la incorporación del gas y el aceite ligero de estos campos hacia las instalaciones de la planta de tratamiento.

**Conclusión:** En general las caídas de presión en los distintos tramos de tuberías de recolección y producción, varían de acuerdo a la longitud total que tiene el gaseoducto. Cuando se construyen los modelos, no siempre resultarán medidas extremadamente cercanas a la realidad, en términos de error, comparando con datos reales de campo, esto se debe muchas veces a que hay sectores donde se dan pérdidas de presión que no han sido contabilizadas como es el caso de Tés, codos, uniones, válvulas, etc.

- MELÉNDEZ GÓMEZ, Sixto Antonio. **Conversión a gas natural seco de una caldera pirotubular con potencia de 500 BHP que trabaja a diésel-2.** Tesis para el Título Profesional de Ingeniero de Petróleo. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería. 2006.

**Resumen:** Se hizo un análisis comparativo sobre las ventajas en la sustitución del combustible Diesel-2 por el Gas Natural Seco, para luego convertirlo. La idea del proyecto fue usar el gas natural seco que se encuentra distribuida por Lima y Callao para poder obtener beneficios económicos y ambientales

**Conclusión:** El gas permite operar a temperaturas de salida de gases de combustión un poco más bajas, lo cual se traduce en un mayor potencial de recuperación de calor que con Diesel-2, sin embargo, esto podría ser significativo al requerir mayor cantidad de vapor la instalación, por lo que debe hacerse una buena elección del kit de válvulas tomando en cuenta los planes industriales a futuro del usuario.

- PEZO ALTAMIRANO, Yolanda. **Diseño, instalación y puesta en marcha de la red externa para el abastecimiento de 18609mch de gas natural a baja presión. Refinería La Pampilla – Lima.** Tesis para el Título Profesional de Ingeniero Mecánico. Callao. Universidad Nacional del Callao. 2014.

**Resumen:** En esta tesis se describió el diseño, la instalación y puesta en marcha del tendido de tubería para lograr el abastecimiento del gas natural como combustible para la Refinería La Pampilla, en base a normas nacionales e internacionales y procedimientos constructivos. Concluida la construcción de la Red Externa se realiza la gasificación de la línea, el gas natural circula por toda la tubería y llega a las instalaciones de la Refinería.

**Conclusión:** Se elaboraron los procedimientos para el tendido de tubería según las normas ASME B31.8 y API 1104 que se indica en el marco normativo, para luego realizarse la instalación del tendido de tubería que puede suministrar un caudal de 18 609 mch.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Reseña histórica del gas natural**

Si bien es cierto los primeros yacimientos de gas natural fueron hechos en Irán entre los años 6000 y 2000 A.C., el uso de este fue en China hacia el 900 A.C. y recién para el 211 antes de nuestra era se reporta la perforación del primer pozo conocido de 150 metros de profundidad. Los chinos quemaban el gas para secar las rocas de sal que encontraban entre las capas de caliza.

El gas natural se descubre en Europa en 1659 pero empezó a comercializarse recién en 1970. En Fredonia, Estados Unidos, William Hart, considerado como el “padre del gas natural”, excavó el primer pozo norteamericano de gas natural.

A lo largo del siglo 19, el uso del gas natural permaneció localizado porque no había forma de transportar grandes cantidades de gas a través de largas distancias, razón por la que el gas natural se mantuvo desplazado del desarrollo industrial por el carbón y el petróleo <sup>1</sup>

Recién en los años veinte del siglo pasado, el transporte del gas natural a grandes distancias se hizo posible gracias a las mejoras tecnológicas aplicadas en los gasoductos, los cuales se desarrollaron rápidamente después de la segunda guerra mundial.

---

<sup>1</sup> [https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios\\_gerenciales/article/view/110/html](https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios_gerenciales/article/view/110/html)

A principios de la séptima década del siglo veinte tuvo su origen en Rusia la cañería de gas más larga. La red de Northern Lights de 5470 kilómetros de longitud. Otra red de gas, más corta, pero de gran dificultad de ingeniería, es la que se extiende desde Argelia, a través del Mar Mediterráneo hasta Sicilia, el mar tiene más de 600 metros de profundidad en algunos tramos de la ruta.

Luego de las crisis petroleras de los setentas, se convirtió en una fuente importante de energía en el mundo entero, ya que en sus inicios era considerado como un subproducto en el momento de la perforación de pozos petroleros.

### **2.2.2. Propiedades y especificaciones del gas natural**

El gas natural se formó hace millones de años cuando las plantas y los pequeños animales de mar fueron enterrados por arena y roca, hasta que la acumulación de estas hizo que la presión y el calor de la tierra los convirtieron en gas natural que genera calor cuando las moléculas de hidrocarburos se queman en el aire.

Se le puede encontrar en yacimientos de petróleo o cerca de ellos, a este gas que se extrae junto con el petróleo crudo se le llama gas asociado, y contiene grandes cantidades de hidrocarburos como etano, propano, butano y naftas. El gas no asociado o libre (como el gas de Camisea) es el que se encuentra en depósitos que contienen únicamente gas natural. A nivel mundial entre el 72% y 77% son reservas de gas no asociado.

A diferencia de otros combustibles fósiles, el gas natural es de combustión limpia y emite niveles más bajos de subproductos potencialmente dañinos en el aire. La composición del gas natural puede variar ampliamente, pero a continuación se muestra una tabla que resume su composición típica antes de pasar por un proceso de refinación.

La composición del gas natural incluye variedad de combustibles gaseosos, con predominio del metano, por sobre el 90% y varía según el yacimiento. A continuación, se muestra una tabla con los porcentajes volumétricos de la composición en estado natural del gas natural no asociado.

TABLA N°2.1  
COMPOSICIÓN DEL GAS NATURAL

COMPONENTE / HIDROCARBURO	FÓRMULA QUÍMICA	COMPOSICIÓN VOLUMÉTRICA (%)	FASE
Metano	CH <sub>4</sub>	95.08	Gas
Etano	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	2.14	Gas
Propano	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0.29	Gas licuable
Butano	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0.11	Gas licuable
Pentano	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0.04	Líquido
Hexano	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0.01	Líquido
Nitrógeno	N <sub>2</sub>	1.94	Gas
Gas carbónico	CO <sub>2</sub>	0.39	Gas

Fuente: Elaboración propia

Para poder comprimir y transportar grandes distancias es conveniente separar los componentes más pesados, como el hexano, pentano, butanos y propanos, en las plantas de procesamiento de gas para producir gas natural de calidad.



El gas natural se mide en metros cúbicos o pies cúbicos (misma presión y temperatura). La cantidad de energía producida por la combustión de un volumen de gas natural se mide en unidades térmicas británicas (BTU). El potencial de energía del gas natural es variable y depende de su composición, cuanto mayor sea la cantidad de gases no combustibles que contenga, menor será el valor BTU.

En su forma más pura, como el gas natural que se entrega en las casas, es casi metano puro o “seco”, cuando estén presentes otros hidrocarburos, se le conoce como gas natural “húmedo”. El olor distintivo que se suele asociar con el gas natural es en realidad un odorante llamado mercaptano que se añade al gas antes de que se entregue al usuario final, contiene sulfuro y es por eso que huele mal.

### **2.2.3. Usos del gas natural en la industria**

El gas natural se utiliza de dos maneras: como fuente de energía (energético) y como materia prima (no energético).

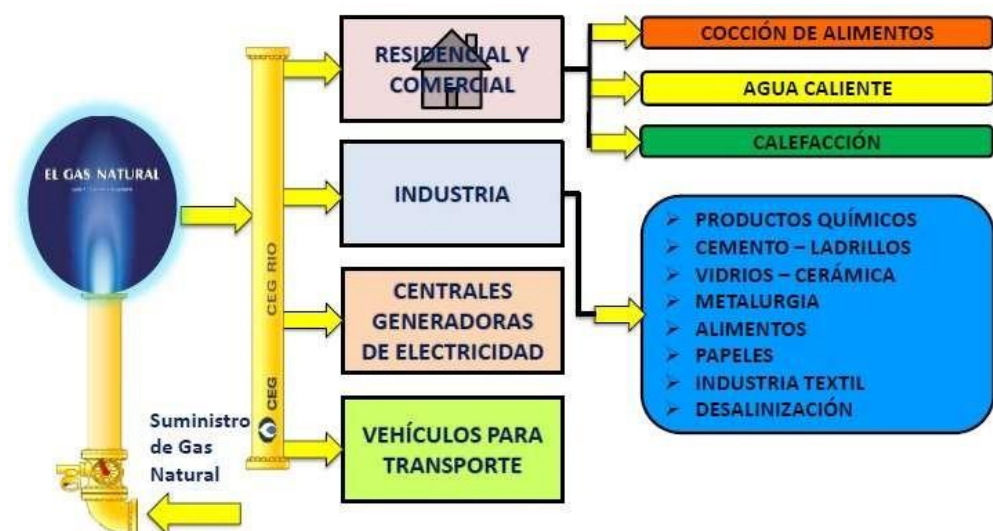
#### ➤ **Uso energético**

Es una fuente de energía muy limpia y respetuosa con el medio ambiente, ya que contiene menos dióxido de carbono y produce menores emisiones a la atmósfera. Por sus características reemplaza ventajosamente a otros combustibles como el Diesel, Residuales, GLP, Carbón y Leña.

Se puede utilizar en la **industria del vidrio**, ya que brinda una llama más luminosidad y radiación necesarias para conseguir una óptima transmisión de la energía calórica en la masa del cristal consiguiendo un producto final limpio; en la **industria de alimentos**, para los procesos de cocimiento y secado; permite el calentamiento directo por convección en la **industria textil**, en sustitución del sistema de calentamiento mediante fluidos intermedios; en la **industria de las cerámicas**, al igual que con el vidrio, los productos acabados de esta industria requieren de mucha limpieza y con el gas natural se consigue esta exigencia; los hornos en la **industria del cemento** que utilizan gas natural son más eficientes y tienen mayor vida útil y; en la **industria de los metales**, sus características lo hacen apto para todos los procesos de calentamiento de metales.

FIGURA N°2.1

APLICACIONES ENERGÉTICAS DEL GAS NATURAL



Fuente: Osinergmin

➤ **Uso no energético**

El metano (principalmente componente del GN) y el etano constituyen la materia base en procesos fundamentales de la petroquímica (producción de hidrógeno, metanol, amoníaco, acetileno, ácido cianhídrico, etc.), con los cuales finalmente, se obtienen una amplia gama de productos comerciales.

#### **2.2.4. Cadena de valor del gas natural**

Por su utilización, en los últimos años el gas natural ha pasado de ser un combustible local a un elemento que hoy se cree será un producto básico global.

Desde las formaciones naturales donde se encuentran las reservas hasta los clientes finales, el gas natural pasa por un conjunto complejo de procesos y actividades, que varían según la distancia y los recursos de transporte.

Junto a los locales de consumo, el gas natural se distribuye a través de una compleja red de miles de kilómetros de tubería que cubre las principales áreas de consumo, incluidos los clientes industriales y residenciales.

FIGURA N°2.2

CADENA DE VALOR DEL GAS NATURAL



Fuente: Osinergmin

➤ Exploración

La exploración es la primera actividad de hidrocarburos, se realizan estudios geológicos especializados, donde se utilizan técnicas además de equipamiento muy sofisticado para ubicar los yacimientos ya sea de petróleo o de gas natural.

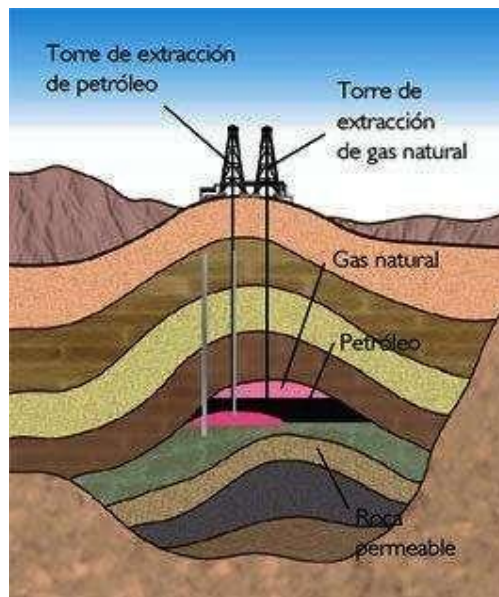
Una vez determinada la ubicación, si se encuentran indicios de hidrocarburos en los estudios realizados, se procede a perforar un primer pozo exploratorio con la finalidad comprobar la existencia del petróleo o del gas natural. Posteriormente, comprobada la presencia de hidrocarburos, se perforan varios pozos confirmatorios, con la finalidad de definir las dimensiones del yacimiento y estimar el volumen de hidrocarburos que puede ser explotado en el futuro (reservas). El hidrocarburo obtenido dependiendo de sus

características, puede ser liviano, mediano o pesado, o también puede ser gas natural y líquidos de gas natural (entre ellos el GLP).<sup>2</sup>

➤ Extracción

Una vez que un depósito potencial de gas natural ha sido localizado, corresponde excavar profundamente en la corteza terrestre para encontrar estos depósitos por más que parezca desalentador. Los avances en la tecnología han contribuido en gran medida el aumento de la eficiencia y la tasa de éxito para la perforación de pozos de gas natural.

FIGURA N°2.3  
EXTRACCIÓN DEL GAS NATURAL



Fuente: <http://laotraopinion.net/recursos-naturales/futuro-del-gas-natural/>

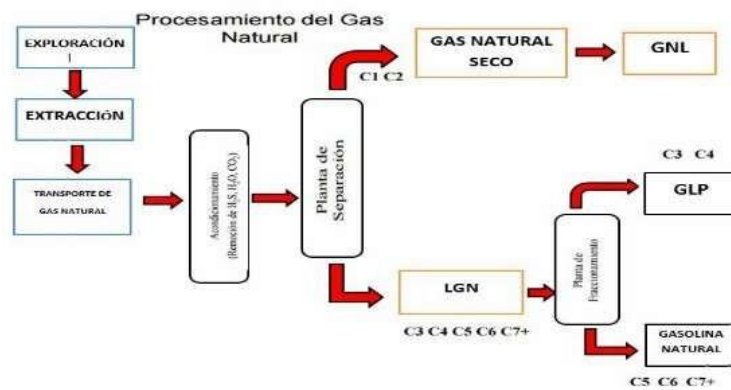
<sup>2</sup> <http://www.osinergmin.gob.pe/empresas/hidrocarburos/exploracion-explotacion>

Después de que se ubica el sitio de perforación depende de muchos factores como por ejemplo las características de la geología del subsuelo, la profundidad y el tamaño del depósito de destino, luego es necesario que se aseguren todas las medidas necesarias para que en el marco de la ley se pueda perforar en esa zona.

➤ Procesamiento

Aunque el procesamiento del gas natural en muchos aspectos es menos complicado que el procesamiento y refinación del petróleo crudo, es igualmente necesario que el gas natural que se encuentra en boca de pozo, a pesar de que está compuesto principalmente de metano, pase por un proceso de refinación. El procesamiento del gas natural consiste en separar todos los diferentes tipos de hidrocarburos y líquidos del gas natural puro, para producir lo que se conoce como gas natural seco “calidad gasoducto”

FIGURA N°2.4  
 APLICACIONES ENERGÉTICAS DEL GAS NATURAL



Fuente: <https://prezi.com/5uaf6raglkhs/procesamiento-del-gas-natural/>

➤ Transporte del gas natural

Esta actividad permite que la cadena productiva se complete, es decir, que llegue de los pozos de extracción hasta los consumidores finales. El transporte es una facilidad esencial que tradicionalmente ha sido realizada por medio de gasoductos, como gas licuefactado (GNL) en buques metaneros y camiones criogénicos, asimismo se puede transportar en cilindros de alta presión (GNC). En el Perú, al sistema de transporte terrestre del GNC y GNL se le llama sistema de transporte virtual o gas virtual.

Las diferentes tecnologías disponibles para el transporte obligan a considerar una serie de factores antes de elegir una forma de transporte. Destacan tanto el volumen como la distancia entre el punto de origen y destino.

### **2.2.5. El gas natural en el Perú**

Hasta el año 1973 el gas producido era visto como un subproducto de la producción petrolera y se le utilizaba en las operaciones productivas, como gas lift o gas de inyección para aligerar el petróleo y poder extraerlo. En 1974, se instaló un complejo industrial que utilizaba gas natural como materia prima para fabricar fertilizantes.

- **Yacimiento de Aguaytía**

Antes de la ejecución y operación del proyecto Camisea, la industria del gas natural en el Perú presentaba un limitado desarrollo. Se concentraba en la explotación de dos yacimientos gasíferos: Aguaytía a 75 km de Pucallpa, departamento de Ucayali, fue descubierto por la empresa Mobil Oil Co. en 1961 con el pozo AG-1X, la cual se vendió en 1994 a The Maple Gas Corporation del Perú y Perupetro S.A. construyó una planta de separación de líquidos de gas y una planta de fraccionamiento, localizados en la Costa y el zócalo norte del Perú. Aguaytía entró en operación comercial en julio de 1998, tras una inversión de US\$ 300 millones.

A la fecha, Aguaytía Energy del Perú S.R.L. cuenta con nueve pozos perforados, de los cuales dos están abandonados (entre ellos el pozo inicial AG-1X), dos son productores de gas, cuatro inyectores de gas y uno es para agua. Sin embargo, el pozo AG-2X, considerado como pozo inyector de gas, también actúa como productor cuando se requiere.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> [http://gasnatural.osinerg.gob.pe/contenidos/ciudadania/alcance\\_labores-actividad\\_exploracion\\_explotacion\\_lote31.html](http://gasnatural.osinerg.gob.pe/contenidos/ciudadania/alcance_labores-actividad_exploracion_explotacion_lote31.html)



FIGURA N°2.5

PROCESO DEL GAS NATURAL DE AGUAYTÍA



Fuente: Grupo energético Aguaytía

- **Yacimientos de la Costa y el zócalo Norte**

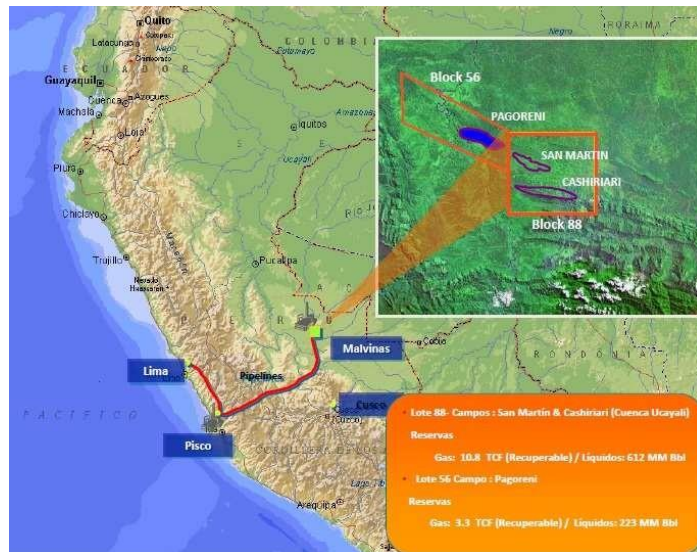
Estos yacimientos se encuentran en la cuenca petrolera de los departamentos de Piura y Tumbes. El zócalo norte continental es una parte del fondo submarino, se extiende entre la playa Sobata con 200m de profundidad. Frente a Piura el zócalo es estrecho, sin embargo, allí se encuentran 539 pozos en producción. El gas natural se presenta en la mayoría de reservorios en explotación asociado a la producción de petróleo. En los últimos años se instaló una estación de compresión de gas natural en el Lote II, que ha empezado a suministrar gas natural para abastecimiento a diversas industrias como refinerías, plantas de procesamiento y áreas urbanas, también a establecimientos de venta de GNV al público ubicados en Piura, Lambayeque y alrededores.

### 2.2.6. El proyecto Camisea

En 1981 la compañía petrolera Shell perforó 5 pozos exploratorios descubriendo gas y condensados en los lotes 38 y 42 en la selva sur (San Martín, Cashiriari y Mipaya). Luego de esto el proyecto Camisea requirió de una evaluación donde se involucraron especialistas para decidir las opciones de inversión viables al potencial mercado, respecto a otras opciones igualmente factibles. Es por eso que, en 1994, Shell desarrolla un estudio de factibilidad sobre el mercado del gas natural en el Perú. En 1998 el consorcio Shell – Mobil perforó 03 pozos de evaluación anunciando la existencia de una reserva probable de gas natural en Pagoreni (lotes 88A y 88B). En el año 2000 se adjudicó la etapa de producción del proyecto Camisea al consorcio “Pluspetrol – Hunt – SK – Tecpetrol”

FIGURA N°2.6

LOTE 88



Fuente: Osinergmin

La industria nacional de gas natural tuvo un escaso desarrollo antes del inicio de la explotación de los yacimientos de Camisea, y gracias a un marco regulatorio promotor de la industria del gas natural, Camisea cambió la matriz energética primaria del país, promoviendo y consolidando la industria peruana del gas natural y definiendo su horizonte futuro.

Además, en el mundo se perfeccionaron tecnologías para explotar gas y petróleo no convencional y de difícil acceso, que permitieron expandir de modo exponencial la oferta mundial de hidrocarburos. El uso de gas natural en diferentes sectores económicos posibilitó la obtención de ingresos fiscales por parte del Gobierno Central y los gobiernos locales. Todo esto ha implicado una mejora en la calidad de vida de los peruanos y acceso a una fuente energética eficiente, económica y limpia.

“La sustitución en la matriz energética ocurrida en nuestro país, que favorece el consumo del gas natural frente a otros tipos de combustibles, significa un progreso importante tanto en el aspecto económico como en el ambiental. En el futuro, nuestro país deberá continuar dicha senda y promover tecnologías más eficientes y limpias. En el camino, el Gasoducto Sur Peruano constituye una obra decisiva para el desarrollo del sur del país: permitirá aprovechar una de las áreas más ricas en recursos mineros del mundo, además de consolidar el desarrollo agrícola e industrial de la región. Esta obra es comparable a proyectos que han tenido trascendencia

histórica, como el Ferrocarril Mollendo-Arequipa-Puno-Cusco y la Central Hidroeléctrica de Machu Picchu”.<sup>4</sup>

### **2.2.7. El gas natural llega a Lima y Callao**

La Comisión de Promoción de la Inversión Privada (COPRI) decide promocionar el proyecto Camisea a cargo del Comité Especial del Proyecto Camisea (CECAM). Para ello, se establece que debía basarse en un esquema segmentado, con dos líneas independientes de negocios: (i) explotación, y (ii) transporte y distribución.

La fase de distribución de gas natural en Lima y Callao fue cedida a la compañía franco-belga Tractebel en mayo de 2002, que creó la empresa GN de Lima y Callao S.A. (GNLC), a la fecha denominada Cálidda. Tractebel debía realizar una inversión que se estimó en US\$ 200 millones.

El 6 de agosto de 2004 se inauguró el City Gate de Lurín, en lo que constituyó el inicio del sistema de distribución y operación comercial de la red de gas natural en Lima y Callao.

---

<sup>4</sup> OSINERGMIN. TAMAYO PACHECO, Jesús. **La industria del gas natural en el Perú. A diez años del Proyecto Camisea**. Segunda Edición: página 57. 2014

FIGURA N°2.7

DISEÑO DEL PROYECTO CAMISEA



Fuente: Perupetro y Osinergmin

Actualmente Cálidda – Gas Natural de Lima y Callao S.A. – es una empresa peruana que tiene la concesión del Estado por un plazo de 33 años prorrogables para diseñar, construir y operar el sistema de distribución de gas natural en el departamento de Lima y la Provincia Constitucional del Callao en el Perú. Su principal accionista es el Grupo Energía de Bogotá, líder empresarial del sector energético con presencia en Colombia, Perú y Guatemala.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> <https://www.calidda.com.pe/Paginas/Sobre-Nosotros.aspx#seccion>

### **2.2.8. Cluster de distribución de gas natural**

Cálidda ha instalado redes de tubería de gas natural a baja presión a través de los principales centros de consumo de Lima y Callao, los cuales son llamados “cluster”

Un “cluster” es un sistema al que pertenecen empresas de diversos sectores y ramas industriales que establecen vínculos de interdependencia funcional para el desarrollo de sus procesos productivos, formando un sistema interactivo en el que, pueden mejorar su competitividad.

Cálidda Gas Natural del Perú invirtió entre cinco y siete millones de dólares en la construcción del cluster de distribución de gas natural en Huachipa, con el fin de abastecer a las industrias ubicadas en la zona. Inicialmente el cluster permitió abastecer con gas natural a diez grandes industrias de distintos rubros, entre las cuales figuran la planta de productos lácteos de Gloria y la empresa textil Creditex, las cerveceras Ambev Perú y Ajeper. Inicialmente el cluster tendría aproximadamente un ducto de 16 kilómetros de extensión, sin embargo, luego de evaluar las justificaciones técnicas y económicas, así como el mínimo de consumo de gas que haga viable el proyecto, es que el ducto se extendió hasta el distrito de Lurigancho Chosica y Chaclacayo.

## **2.3. Normas técnicas aplicadas para instalaciones de gas natural industrial**

En el desarrollo de este proyecto se tomaron en cuenta las siguientes normas y reglamentos, los cuales estaban en vigencia en el momento de la ejecución de este proyecto:

### **2.3.1. Normas Internacionales**

- **ASME B31.8-2012 (Gas transmission and distribution piping systems)**

Este código internacional cubre el diseño, fabricación, inspección y pruebas de instalaciones de ductos usados para el transporte de gas. Este Código también abarca los aspectos de seguridad de la operación y mantenimiento de dichas instalaciones.<sup>6</sup>

### **2.3.2. Normas y especificaciones técnicas nacionales**

La normativa nacional aplicada a este proyecto fue:

- **NTP 111.010 2003 (revisada el 2014)**

Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos que debe cumplir el sistema de tuberías para el suministro de gas natural seco en las instalaciones internas industriales en referencia a la especificación de los materiales, el diseño y dimensionamiento, la

---

<sup>6</sup> ASME B31.8-2012. Alcance. Ítem 802.1: página 1.

construcción y las exigencias mínimas de seguridad para una operación confiable.

Esta Norma Técnica Peruana incluye consideraciones generales y referencias normativas internacionales para los equipos de regulación de presión y medición, así como los requerimientos de seguridad para los sistemas de combustión de los equipos de consumo.<sup>7</sup>

➤ **Especificación técnica ET-70801. Diseño, construcción e instalación de una acometida (construcción del accesorio de ingreso a la ERM)**

El objeto del presente documento es el de establecer las pautas y condiciones generales para la ejecución de las obras civiles y electromecánicas necesarias para la construcción del Accesorio de Ingreso a la Estación (AIE), ejecutadas por un instalador interno registrado de categoría IG-3, contratado por un futuro cliente.<sup>8</sup>

#### **2.4. Planta de alimentos para mascotas Molitalia – Cajamarquilla**

El desarrollo de un proyecto para la construcción de una fábrica, involucra la realización de estudios, tales como: impacto ambiental, estudio de suelos, diseño de equipos, definir la ubicación de los mismos, así como los almacenes o bodegas de materias primas, producto terminado e insumos,

---

<sup>7</sup> NTP 111.010-2003 Rev.2014. Ítem 1, Objeto, página 09

<sup>8</sup> ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ET-70801. **Diseño, construcción e instalación de una acometida.** Anexo 7. Ítem 1. Objetivo: página 1



los servicios industriales y servicios administrativos, laboratorios y talleres de mantenimiento en áreas y espacios requeridos para tal fin.

Ante todo, debe primar el desarrollo de un proceso previamente diseñado para la obtención de productos de calidad a costos razonables.

En los servicios industriales se incluye, si se deben tener, los equipos generadores de servicios, como plantas de tratamiento de agua potable, planta de aguas servidas, generadores eléctricos, compresores, equipos de refrigeración, calderas y equipos térmicos; es en estos dos últimos que centramos nuestro estudio y en el combustible que hará que funcionen.

#### **2.4.1. Alimento balanceado**

El alimento balanceado para mascotas (perros, gatos y otros) se orienta en proporcionar el equilibrio de nutrientes que necesita el animal durante las diferentes etapas de su desarrollo.

Los productores de alimento balanceado para mascotas, son empresas que en su mayoría se dedican a la comercialización, siendo un reto producir un producto de alta calidad y bajo costo debido a la competitividad que existe por acaparar el mercado, objetivo de estas empresas.

Una forma de reducir estos costos es optimizando sus recursos en el proceso productivo, donde influye mucho el combustible que utilizan y la forma como lo aprovechan, es ahí donde el gas natural gana frente a otras opciones.

El alimento balanceado puede producirse en harina, peletizado o extruido. En el caso de alimentos para mascotas, se conoce que la forma el producto tiene incidencia sobre el sabor en la boca del animal, razón por la cual se tiene preferencia por los productos extruidos.

#### **2.4.2. Zonas de una planta de alimentos para mascotas**

A continuación, se indican las partes de una planta de alimento balanceado (peletizado / extrusión)

##### **➤ Zona de almacenamiento de insumos**

Cuando el cliente importa sus insumos, es imprescindible contar con un adecuado sistema de almacenaje, ya que se compra en lotes grandes, el diseño de las áreas de almacenamiento debe permitir que las materias primas y productos terminados se mantengan a la temperatura y humedad adecuadas, para conservar la integridad de los productos.

FIGURA 2.8

INTERIOR DEL ALMACÉN DE INSUMOS - PLANTA DE  
ALIMENTOS PARA MASCOTAS - MOLITALIA / CAJAMARQUILLA



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

➤ **Zona de molienda**

El área de molienda es donde los ingredientes serán fraccionados al tamaño adecuado, dependiendo del tipo de alimento que se desee hacer, de las materias primas y del tipo de molino.

FIGURA 2.9

ZONA DE MOLIENDA - PLANTA DE ALIMENTOS PARA  
MASCOTAS - MOLITALIA / CAJAMARQUILLA



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

➤ **Zona de extrusión**

El alimento de trabajo fluye dentro del alimentador y es ingresado uniformemente al acondicionador, para la adición controlada de vapor (el cual es enviado desde la caldera que trabaja con gas natural), ingresando luego a la prensa extrusora saliendo los pelets al enfriador, se zarandea el producto, aplicándose posteriormente grasa en un aplicador y finalmente el producto terminado va a las tolvas.

FIGURA 2.10

**EXTRUSOR LINEA 1 - PLANTA DE ALIMENTOS PARA  
MASCOTAS - MOLITALIA / CAJAMARQUILLA**



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

➤ **Zona de producto terminado**

El alimento terminado (croqueta), dependiendo de cómo se distribuirá podrá pasar a ser ensacado o pasará a tolvas.

FIGURA 2.11

ZONA DE ENVASADO - PLANTA DE ALIMENTOS PARA  
MASCOTAS - MOLITALIA / CAJAMARQUILLA



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

### **2.4.3. Equipos térmicos en la planta de alimentos para mascotas**

#### **Molitalia – Cajamarquilla**

##### ➤ **Caldera acuotubular**

En estas calderas, por el interior de los tubos pasa agua o vapor y los gases calientes se encuentran en contacto con las caras exteriores de ellos. Son de pequeño volumen de agua. Las calderas acuotubulares son las empleadas casi exclusivamente cuando interesa obtener elevadas presiones y rendimiento, debido a que los esfuerzos desarrollados en los tubos por las altas presiones se traducen en esfuerzos de tracción en toda su extensión.<sup>9</sup>

##### ➤ **Secador**

El secador es un equipo rectangular que tiene una faja metálica internamente que transporta el producto a través de una corriente a contraflujo de aire caliente, el cual al entrar en contacto con el producto absorbe la humedad (secado) elevando también su temperatura, cuenta con uno o varios quemadores a gas natural los cuales aportan el calor para calentar el aire que circula con ayuda de ventiladores.

---

<sup>9</sup> <http://www.absorsistem.com/tecnologia/calderas/acuotubular>

FIGURA 2.12  
SECADOR - PLANTA DE ALIMENTOS PARA MASCOTAS  
MOLITALIA / CAJAMARQUILLA



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

Ambos equipos térmicos mencionados usan quemadores de gas natural para cumplir su función. A continuación, describiremos al quemador de gas:

➤ **Quemador de gas natural**

Los quemadores de gas natural son aparatos diseñados para realizar la mezcla del combustible con el comburente y permitir la combustión controlada del gas. Se diseñan de forma que cumplan los siguientes requisitos, en todo el rango de potencias de utilización.

- Deben producir una llama estable
- Deben mezclar homogéneamente el gas y el aire, y la proporción debe encontrarse dentro de los límites de inflamabilidad



- La cantidad de gas quemado ha de ser la adecuada a la potencia que se desea alcanzar
- La combustión del gas debe ser completa

FIGURA 2.13

QUEMADOR DE GAS JOHNSON - CALDERA



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

#### 2.4.4. Proyecto de conversión a gas natural

El cálculo del consumo de gas natural de cada uno de los equipos térmicos está dado por la capacidad nominal de los equipos, o por el consumo máximo horario del combustible que usará. Las cargas térmicas de los equipos y sus respectivos consumos de gas natural se muestran a continuación:

TABLA N°2.2  
PLANILLA DE EQUIPOS DE CONSUMO

<b>LISTADO DE APLICACIONES</b>				
Aplicación	Descripción	Potencia	Consumo de GN	Para Cálculos
		kBTU/h	Sm3/h	Sm3/h
1	Secador - Línea 1	12000.00	315.42	350.00
2	Secador - Línea 2	6000.00	157.71	175.00
3	Secador - Línea 3	12000.00	315.42	350.00
4	Secador - Línea 4	12000.00	315.42	350.00
5	Secador - Línea 5	6000.00	157.71	175.00
6	Caldera 1	8164.00	214.59	240.00
7	Caldera 2	8164.00	214.59	240.00
8	Cocina	500.00	13.14	15.00
9	Calentador de Agua 1	210.00	5.52	6.50
10	Calentador de Agua 2	210.00	5.52	6.50
11	Calentador de Agua 3	210.00	5.52	6.50
12	Calentador de Agua 4	210.00	5.52	6.50
13	Calentador de Agua 5	210.00	5.52	6.50
14	Calentador de Agua 6	210.00	5.52	6.50
	<b>Total</b>	<b>65248.00</b>	<b>1737.15</b>	<b>1936.00</b>

Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

# **CAPITULO III**

## **VARIABLES E HIPÓTESIS**

### **3.1. Variables de la investigación**

El proyecto de tesis titulado: “Diseño e instalación de la red interna y estación de regulación y medición primaria de 455 smch de gas natural. Planta de alimentos Molitalia - Cajamarquilla”, tiene las siguientes variables:

#### **3.1.1. Variable independiente (X):**

X: Diseño e instalación de la red interna y estación de regulación y medición primaria de gas natural.

- Cálculo matemático y dimensionamiento de las diferentes partes constitutivas de la red y estación primaria de gas natural, comprende la selección de instrumentación. De igual forma, abarca la aplicación y cumplimiento de normativa nacional e internacional para la instalación mecánica que garantice la acreditación del sistema.

#### **3.1.2. Variable dependiente (Y):**

Y: Requerimiento de 455 smch de gas natural para la Planta de Alimentos Molitalia – Cajamarquilla.

- Consiste en el suministro de 455 smch de gas natural que requieren los equipos térmicos de la Planta de Alimentos para la emisión de vapor en la caldera, aire caliente en el secador de alimentos, agua caliente en los calentadores y llama en la cocina.

### 3.2. Operacionalización de variables

CUADRO N°3.1

#### OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIONES	DIMENSIÓN	INDICADORES
<b>Variable Independiente (X):</b> Diseño e instalación de la red interna y estación de regulación y medición primaria de gas natural.	* Cálculo matemático y dimensionamiento de las diferentes partes constitutivas de la red y estación primaria, comprende la selección de instrumentos de medición y regulación. De igual forma, abarca la aplicación y cumplimiento de normativa nacional e internacional para la instalación mecánica que garantice la acreditación del sistema.	* Diseño e instalación de la red interna y estación de regulación y medición primaria de gas natural	* Plano Lay Out de la planta * Ubicación de la ERMP * Longitud de tuberías * Tipo de tuberías * Presión de la red interna * Diámetro de las tuberías
		* Equipos y materiales que cumplan con el diseño y cálculo de la red interna y estación primaria	* Válvulas reguladoras * Medidores de gas * Filtros * Tuberías de acero y HDPE * Stock y plazos de entrega de suministros
		* Procedimientos de instalación de tuberías que cumplan con la NTP 111.010 Rev.2014 y el código internacional ASME B31.8	* Preparación superficial de tuberías * Montaje de tuberías * Instalación de equipos
		* Pruebas y ensayos que garanticen la aprobación del Dossier de calidad y certificación de la instalación de gas natural.	* Ensayos no destructivos * Pruebas de hermeticidad * Certificación de la red interna y ERMP
<b>Variable Dependiente (Y):</b> Requerimiento de 455 smch de gas natural para la planta de alimentos Molitalia – Cajamarquilla.	* Suministro de 455 smch que requieren los equipos térmicos de la Planta de Alimentos para la emisión de vapor en la caldera, aire caliente en el secador de alimentos, agua caliente en los calentadores y llama en la cocina.	* Potencia y caudal del generador de vapor, de los quemadores del secador de alimentos, de la cocina y los calentadores de agua * Ubicación de los puntos de consumo * Longitud y diámetros de los tramos de tuberías	* Quemadores * Medidores de gas * Skid de válvulas

Fuente: Elaboración propia

### **3.3. Hipótesis**

#### **3.3.1. Hipótesis general**

Si se diseña e instala la red interna de gas natural y estación de regulación y medición primaria, se logrará el abastecimiento de 455 smch de gas natural requerido por los equipos térmicos de la planta de alimentos Molitalia – Cajamarquilla.

#### **3.3.2. Hipótesis específicas**

- Si se calcula y diseña el sistema de tuberías de la red interna y equipamiento para la estación primaria, se garantiza el suministro de gas natural a los puntos de consumo.
- El suministro de materiales y equipos para el filtrado, regulación de presión y medición del gas natural, fueron las mejores alternativas que cumplían con el dimensionamiento dado por la ingeniería del proyecto.
- Si se elaboran procedimientos de instalación mecánicos basados en lo establecido en el marco normativo respectivo, se asegurará una correcta construcción del sistema de tuberías para la red interna y estación primaria.
- Si se realizan las pruebas y ensayos no destructivos exigidos por la empresa distribuidora de gas natural, se garantizará la certificación de la instalación industrial.

# CAPITULO IV

## METODOLOGÍA

### 4.1. Tipo de investigación

En el presente proyecto de investigación, realizamos la identificación y el análisis de las causales de la problemática en el diseño de redes de gas natural además del desarrollo de las soluciones aplicables usando los conocimientos adquiridos, a fin de implementar el sistema más óptimo y conveniente para obtener la aprobación y licencia para el uso del gas natural.

Bajo dicha premisa podemos deducir que el tipo de investigación que desarrollamos durante el presente informe de tesis, es del tipo de investigación tecnológica - aplicada y tiene como finalidad la búsqueda y consolidación del saber y la aplicación de los conocimientos a fin de transformar el conocimiento “puro” en conocimiento útil.

La investigación aplicada busca la aplicación de los resultados en la solución directa de los problemas de la sociedad o el sector productivo. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> LOZADA, José. **Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e Industria**. Centro de Investigación en Mecatrónica y Sistemas Interactivos – Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Pichincha, Ecuador.

## **4.2. Diseño de la investigación**

Según el propósito de la presente tesis, se trata de un diseño no experimental.

### **4.2.1. Parámetros básicos de investigación**

En general, el diseño debió cumplir los siguientes criterios generales:

- Toda la instalación fue dimensionada para conducir el caudal de gas natural requerido por los equipos de consumo en el momento de máxima demanda de combustible, considerando que el diseño se realizó acorde con las normativas para la aprobación con la autoridad competente.
- Las tomas previstas para las ampliaciones futuras, tuvieron en cuenta las limitaciones en la pérdida de carga y la velocidad de circulación del gas.
- Se privilegió el diseño y los materiales que proveían un bajo costo de capital y de mantenimiento.
- El diseño del sistema de suministro consideró el trabajo o presurización continua las 24 horas del día durante 365 días del año, por lo que el dimensionamiento de la tubería de gas natural seco dependía entre otros de los siguientes parámetros:
  - 455 smch de gas natural como máxima cantidad de gas natural seco requerido por los equipos de consumo
  - 50% de caída de presión permitida entre el punto de suministro y los equipos de consumo

- Longitud de la tubería y cantidad de accesorios
- Gravedad específica o densidad y poder calorífico del gas natural seco
- 30 m/s de velocidad permisible de circulación del gas natural

#### **4.2.2. Etapas de la investigación**

A continuación, se mencionarán de manera sucinta las etapas del proyecto, indicando los pasos que se siguieron en cada una de estas; la información completa de cada etapa, se menciona en el ítem 4.2.3. Detalle de la Investigación, que se encuentra en la página 61.

##### **➤ Etapa N° 01: Cálculo y diseño de tuberías y equipos**

Esta etapa comprendió la ingeniería básica y de detalle del proyecto, y la lógica de desarrollo es la siguiente:

- Revisión de las especificaciones técnicas de los equipos térmicos
- Definición de características técnicas para las válvulas específicas de las estaciones de regulación en los puntos de consumo y para la estación de regulación y medición primaria de gas natural.
- Cálculo y diseño de los spools de la estación primaria y red de tuberías
- Elaboración de diagramas de proceso o P&ID (por sus siglas en inglés, Piping and Instrumentation Diagram), planos con sus respectivos cálculos de dimensionamiento de tuberías,



verificando la constructibilidad y mantenibilidad visualizando el futuro de la instalación de gas natural y sus equipos.

- De acuerdo al plano de disposición de la Planta (Layout) y a los planos isométricos, se elabora la lista de materiales, los cuales podrán ser modificados en la siguiente etapa en función de su costo y disponibilidad en el mercado.

➤ **Etapas N° 02: Suministro de materiales y equipos**

Una vez revisada la ingeniería del proyecto, se dio comienzo a la confirmación de las órdenes de compra de los equipos principales y la emisión de las compras de los equipos menores, los materiales y misceláneos asociados al proyecto. Esta etapa consiste en el suministro de equipos y materiales definidos en la etapa previa, y tiene las siguientes tareas:

- Colocación de órdenes de compra para equipos de importación (reguladores y medidores de gas natural)
- Evaluación de cotizaciones para compra de materiales de acero, lo que depende del stock y precio unitario
- Seguimiento a las fechas de entrega programadas para que el proyecto no se desvíe del cronograma de ejecución.

➤ **Etapa N° 03: Instalación del sistema según los procedimientos**

Esta etapa consistió en llevar a cabo la instalación de las redes de tubería de gas natural hasta los puntos de consumo destinados. Comprendió también la fabricación y montaje de la Estación de Regulación y Medición Primaria e instalación de los diferentes equipos y componentes como: válvulas reguladoras, medidores de flujo, filtros, manómetros, válvulas de pase y válvula de alivio, de acuerdo a los planos de aprobados respectivos.

➤ **Etapa N° 04: Pruebas, ensayos y certificación de la instalación**

En el inicio de esta etapa se realizaron las pruebas necesarias que exigen las normas para garantizar el aseguramiento de la calidad de la anterior etapa, luego se procedió a realizar los ensayos no destructivos a las tuberías y spools para ubicar discontinuidades superficiales o internas en las juntas de soldadura.

Además de esto, en esta etapa se recopiló la documentación requerida en el check list de Cálidda, llámense protocolos de prueba, certificados de calidad, manuales técnicos, planos As Built, etc. con la finalidad de completar el armado del Dossier de Calidad que se entregó al Concesionario y así cumplir con el último requisito para recibir la certificación de la red y posterior suministro de gas natural.

#### **4.2.3. Detalles de la investigación**

El Consumidor o Cliente, en este caso Molitalia S.A. con su Planta ubicada en el distrito de Cajamarquilla, presentó una Solicitud de Factibilidad de Suministro (SFS) (ver Anexo 02) al Concesionario Cálidda – Gas Natural de Lima y Callao S.A. Esta es una solicitud mediante la cual el Consumidor requiere del Concesionario, la aprobación para el suministro de gas natural. La evaluación de dicha solicitud debió regirse por lo establecido en el Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos aprobado por Decreto Supremo 042-99-EM, sus modificatorias y demás normas que resulten aplicables.<sup>11</sup> Con la aprobación de la Solicitud de Factibilidad de Servicio se emitió el documento de respuesta (ver Anexo 03) donde se indican las presiones aprobadas y el caudal máximo autorizado, este documento de respuesta se debe emitir dentro de un plazo máximo de quince días útiles.

Una vez cumplidos los supuestos establecidos en los párrafos anteriores, Molitalia S.A. contrató los servicios de la empresa Corporación Solivan S.A.C. para la ejecución del proyecto de instalación industrial de gas natural, esta empresa está inscrita en el Registro de Instaladores de Gas Natural de OSINERGMIN.

A continuación, se darán a conocer las etapas en las que se desarrolló el proyecto, desde la ingeniería y la elaboración del dossier presentado ante

---

<sup>11</sup> Procedimiento para la habilitación de suministros en instalaciones internas de gas natural. Osinergmin. Lima – Perú.

el Concesionario (Cálidda), hasta la ejecución de dicha instalación mecánica con la aprobación final.

➤ **Etapa N° 01: Cálculo y diseño de tuberías y equipos**

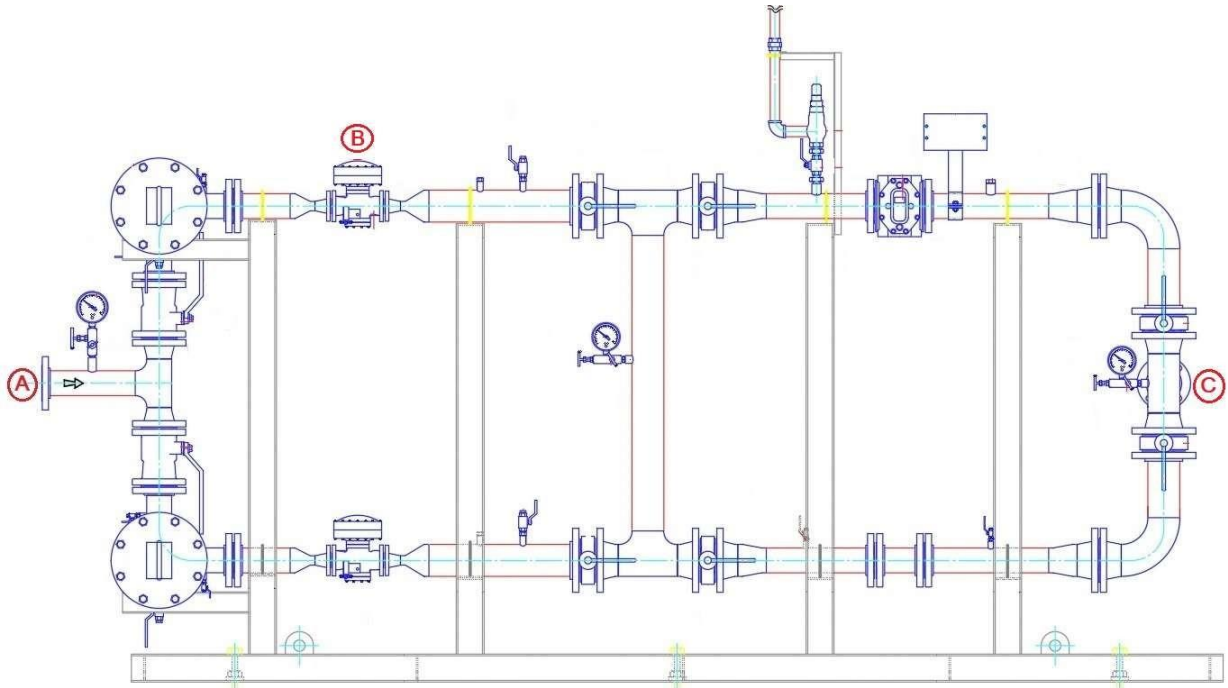
Se inició la elaboración del Proyecto de Instalación de Gas Natural (PIG 01), el cual es un dossier que contiene los datos técnicos referidos al diseño y construcción de la instalación interna industrial de gas natural, así como de los equipos de consumo; este dossier se entrega a Cálidda para su revisión y aprobación. Se entregó un PIG 01 tanto por la Red Interna (ver Anexo 04), como para la Estación de Regulación y Medición Primaria (ver Anexo 05).

❖ **Diseño de la estación de regulación y medición primaria**

La Estación de Regulación y Medición Primaria (ERMP) tiene la finalidad de reducir la presión de la red secundaria de distribución a la presión de uso en la red interna de gas natural de la planta, adicionalmente de medir el caudal de gas natural que pasa a través del medidor fiscal montado en dicha ERMP, con el caudal se facturará al cliente consumidor de gas natural.

FIGURA 4.1

TRAMOS DE CÁLCULO DE ESTACIÓN PRIMARIA



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

El sistema de tuberías de la ERMP está diseñado para soportar un caudal de hasta 1,936.71 Sm<sup>3</sup>/h.

✓ **Datos de entrada y memoria de diseño**

TABLA N° 4.1  
DATOS DE ENTRADA DE DISEÑO

Presión de Diseño	19 bar
Presión Mínima de Suministro	5 bar
Presión Máxima de Suministro	10 bar
Q autorizado	454.86 Sm <sup>3</sup> /h
Q futuro estimado	1 936.71 Sm <sup>3</sup> /h

Fuente: Elaboración propia

La fórmula a usar para el cálculo de la caída de presión será la de Weymouth, que es la siguiente:

$$V = 0.05093Q \left( \frac{P_b \cdot T_{AVE}}{P \cdot T_b \cdot D^2} \right) \dots\dots\dots 4.1$$

Dónde:

- V = Velocidad del flujo de gas (pie/s)
- Q = Flujo volumétrico (pie<sup>3</sup>/h)
- P<sub>b</sub> = Presión estándar (psi)
- T<sub>AVE</sub> = Temperatura promedio del gas (R)
- P = Presión de ingreso al tramo de tubería (psi)
- T<sub>b</sub> = Temperatura estándar (R)
- D<sub>crit</sub><sup>2</sup> = Diámetro interior de la tubería (pulgadas)

✓ **TRAMO A-B: Determinación del diámetro aguas arriba del regulador**

Teniendo en cuenta que la velocidad máxima del gas es de 25 m/s y presión de ingreso igual a 5 bar, despejando la ecuación 4.1 de la velocidad y reemplazando valores una vez realizadas las conversiones de unidades para cumplir con lo exigido por la fórmula de Weymouth obtenemos la siguiente ecuación:

$$D_{crit} = (0.05093Q \sqrt{\frac{P_b * T_{AZE}}{P * T_b * V}})^{0.5} \dots\dots\dots 4.2$$

$$D_{crit} = (0.05093 * 68394.27 * \frac{14.69 * 527.67}{83.59 * 518.67 * 82.02})^{0.5}$$

$$D_{crit} = 2.75''$$

$$D_{crit} = 69.94mm$$

Se selecciona tubería de D.N. 3" cuyo diámetro interior es 77.92 mm

Con el diámetro seleccionado procedemos a calcular la velocidad de circulación del gas utilizando nuevamente la ecuación N°4.1:

$$V = 0.05093Q \left( \frac{P_b * T_{AVE}}{P * T_b * D^2} \right)$$

$$V = 0.05093 * 68394.27 \left( \frac{14.69 * 527.67}{83.59 * 518.67 * 3.07^2} \right)$$

$$V = 20.14 \text{ m/s}$$

✓ **TRAMO B-C: Determinación del diámetro aguas abajo del regulador**

Teniendo en cuenta que la velocidad máxima del gas es de 25 m/s y ahora la presión ya está regulada a 2.5 bar, utilizamos la ecuación 4.2 y obtenemos:

$$D_{\text{crit}} = (0.05093Q_{(2.5\text{bar})} \frac{P_b * T_{AVE}^{0.5}}{P * T_b * V})$$

$$D_{\text{crit}} = (0.05093 * 68394.27 * \frac{14.69 * 527.67^{0.5}}{50.76 * 518.67 * 82.02})$$

$$D_{\text{crit}} = 3.54''$$

$$D_{\text{crit}} = 89.81\text{mm}$$

Se selecciona tubería de D.N. 4" cuyo diámetro interior es 102.26 mm

Con el diámetro seleccionado procedemos a calcular la velocidad de circulación del gas utilizando nuevamente la ecuación N°4.1:



$$V = 0.05093Q \left( \frac{P_b * T_{AVE}}{P * T_b * D^2} \right)$$

$$V = 0.05093 * 68394.27 \left( \frac{14.69 * 527.67}{50.76 * 518.67 * 4.02^2} \right)$$

$$V = 19.31 \text{ m/s}$$

✓ **Cálculo de resistencia de tuberías**

Para el cálculo de resistencia de tuberías, nos basamos 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 debe determinar mediante la siguiente fórmula.

$$t = \frac{P \times D}{2 \times S \times F \times E \times T} \dots\dots\dots 4.3$$

Dónde:

- t = Espesor nominal de pared
- 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 recorrido aguas arriba del regulador:

- Pmax. de diseño = 10 bares
- Dmin. Adoptado = 3 pulgadas
- S para tuberías de material ASTM 106 Grd. B = 35000 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

Para el cálculo desarrollando la fórmula N° 4.3 tendríamos:

$$t = \frac{14.5 \times 10 \times 3}{2 \times 35000 \times 1 \times 0.4 \times 1}$$

$$t = 0.0155 \text{ pulgadas}$$

$$t = 0.39 \text{ mm}$$

Espesor calculado	Espesor adoptado
t = 0.39 mm	t = 5.49 mm

Para el recorrido aguas abajo del regulador desarrollando la fórmula N° 4.3:

- P máx. = 2.5 bares
- Dmin. Adoptado = 4 pulgadas
- S para tuberías de material ASTM 106 Grd. B = 35000 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

$$t = \frac{14.5 \times 2.5 \times 4}{2 \times 35000 \times 1 \times 0.4 \times 1}$$

$$t = 0.0052 \text{ pulgadas}$$

$$t = 2.05 \text{ mm}$$

Espesor calculado	Espesor adoptado
t = 2.05 mm	t = 6.02 mm

De los cálculos anteriores obtenemos el siguiente cuadro de resultados, para la presión de ingreso de 5 barg a la estación primaria, el cálculo sería el siguiente:

TABLA N°4.2  
PLANILLA DE CÁLCULO DE TUBERÍAS - PRESIÓN 5 BARG

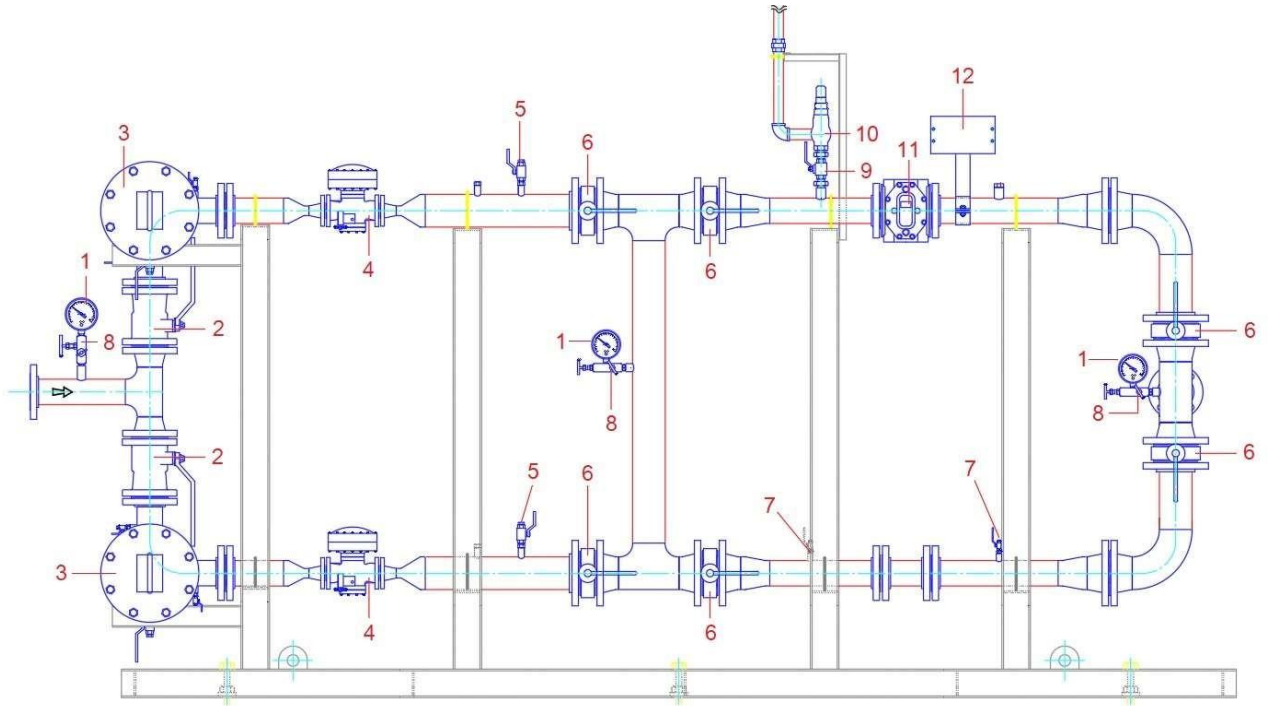
<b>MOLITALIA - CAJAMARQUILLA / ESTACIÓN PRIMARIA</b>							
Presión de Ingreso:	5.00	bar		manométrico			
TRAMO	CAUDAL	Px	Py	D calculo	D nom	Vmáx	Obs. Velocidad
	Sm <sup>3</sup> /h	bar-abs	bar-abs	pulg	pulg	m/s	
A - B (AIE - Regulador)	454.86	6.013	6.011	2.75	Φ 3 pulg	20.14	DN aceptado
B - C (Reg. - Salida ERMP)	454.86	3.513	3.500	3.54	Φ 4 pulg	19.31	DN aceptado

Fuente: Elaboración propia

✓ Equipamiento que compone la estación primaria

FIGURA N°4.2

DISEÑO TÍPICO DE ESTACIÓN PRIMARIA



LEYENDA	
1	Manómetro de 0-15 bar c/glicerina
2	Válvula esférica bridada de 3" paso reducido
3	Filtro tipo cartucho de 3"
4	Regulador de alta presión
5	Válvula esférica roscada de 1/2"
6	Válvula tipo mariposa
7	Válvula esférica roscada de 1/4"
8	Válvula integral de bloqueo y purga
9	Válvula esférica roscada de 3/4"
10	Válvula de seguridad por alivio
11	Medidor tipo rotativo
12	Base para corrector de flujo electrónico

Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

La Estación Primaria es de doble ramal lo que facilita el mantenimiento de los elementos de la estación. En el ramal superior se instalan; los Filtros tipo cartucho, los cuales protegen a los componentes de la estación, de las partículas que pueden arrastrarse dentro de las tuberías; los Reguladores de presión que incluyen válvula de bloqueo por sobre presión; la Válvula de alivio la cual descarga el exceso de gas si es que falla la válvula de bloqueo del regulador, esto para proteger al medidor de gas y al auto corrector de medición. El ramal inferior queda en stand by.

✓ **Cálculo y selección del medidor**

La selección del medidor se basa en la Ley General de los Gases, donde presión, volumen y temperatura se han medido en dos instantes distintos para un mismo sistema. Buscamos comparar el gas natural de condiciones estándar a condiciones actuales, ya que el equipo mide bajo las condiciones de trabajo y no a condiciones atmosféricas:

$$\frac{Q_{st} * P_{st}}{(T_{st} + 273.15)} = \frac{Q_n * (P_{e_{min}} + P_{atm})}{(T + 273.15)} \quad \dots\dots\dots 4.4$$

Despejando tendremos:

$$Q_n = \frac{(Q_{st} * P_{st}) * (T + 273.15)}{(T_{st} + 273.15) * (P_{e_{min}} + P_{atm})} \dots\dots\dots 4.5$$

Dónde:

- $P_{e_{min}}$  = Mínima presión manométrica de entrada en el medidor, en bar.
- $T$  = Temperatura a las condiciones de operación °C.
- $P_{atm}$  = Operación 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 la instalación, Sm<sup>3</sup>/h.
- $Q_n$  = Caudal comprimido a presión de trabajo, m<sup>3</sup>/h

Para el proyecto evaluamos  $P_{e_{min}} = 2.5$  bar (Presión Regulada) y  $Q_{st}$  autorizado = 454.86 Sm<sup>3</sup>/h.

- $P_{e_{min}}$  = 2.5 bar.
- $T = 19$  °C.
- $P_{atm}$  = 1.01325 bar.
- $T_{st} = 15$  °C.
- $P_{st} = 1.01325$  bar.
- $Q_{st}$  autorizado = 454.86 Sm<sup>3</sup>/h.
- $Q_n = X$ , m<sup>3</sup>/h

Desarrollando la ecuación N° 4.5 tendremos:

$$Q_n = 131.19 \text{ m/s}$$

De acuerdo a las tablas de caudales para los medidores tipo G tendremos:

TABLA N° 4.3  
CAUDALES PARA MEDIDORES TIPO G

$Q_{\text{máx}}$ actual $\text{m}^3/\text{h}$	Clasificación G
40	G 25
65	G 40
100	G 65
160	G 100
250	G 160
400	G 250
650	G 400
1,000	G 650

Fuente: Elaboración propia


El medidor seleccionado es un medidor tipo Rotativo de Calibre G100 de D.N 3".

✓ **Selección del regulador**

El Regulador utilizado es el de la Marca PIETRO FIORENTINI Modelo Dival 600, bridado de 1", el cual cumple con los datos de diseño.

TABLA N°4.4

CAPACIDADES DEL REGULADOR DE PRESION

	<b>PRESSURE REGULATOR CALCULATION SHEET</b>		enter	
			Tag N.	enter
			Doc. N.	enter
			Date	17/08/2016
			Rev.	enter
			Issued by	enter
Project	PROYECTO INDUSTRIAL			
Location	LIMA - PERU			
Service	ERMP FISCAL ZONA CALIDDA			
Job/offer	LJ2495A - CORPORACION SOLIVAN			
<b>INPUT DATA</b>				
Fluid	<b>NATURAL GAS</b>			
Flow rate [ @ tb, pb ]	Q	460 Sm <sup>3</sup> /h		
Inlet pressure max.	P <sub>umax</sub>	19.00 barg		
Inlet pressure norm.	P <sub>unorm</sub>	10.00 barg		
Inlet pressure min.	P <sub>umin</sub>	5.00 barg		
Outlet pressure max.	P <sub>omax</sub>	2.500 barg		
Outlet pressure min.	P <sub>omin</sub>	2.500 barg		
Gas specific gravity [air = 1]	d	0.61		
Required outlet gas temperature	t <sub>g</sub>	18.00 °C		
Selected regulator model	<b>DIVAL 600 TR</b>			

Fuente: Pietro Fiorentini Spa

✓ **Selección de la válvula de bloqueo por sobrepresión**

El regulador seleccionado cuenta con una válvula de bloqueo por alta presión, la cual estará calibrada para poder activarse cuando la presión este al 30% por encima de la presión regulada, con esto tenemos que el valor al que se activará la válvula de bloqueo por sobrepresión es de:

Presión de bloqueo por Alta Presión = 3.25 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 margen establecido. Su misión es evitar una explosión, en el fallo de un equipo o tubería por exceso de presión. De acuerdo a la especificación técnica S-DIO-050 de Cálidda (ver Anexo 06), una válvula de alivio debe trabajar bajo las siguientes condiciones.

- Presión de apertura: 15% superior de la máxima presión regulada.
- Presión de cierre: 10% por debajo de la presión de apertura.
- Caudal máximo de venteo: 5% del caudal de operación.

Para el cliente en mención cuyas condiciones de trabajo son las siguientes:

CUADRO N°4.1  
CONDICIONES APROBADAS DE TRABAJO PARA RED INTERNA

Ítem	Descripción	Valor
1	Presión regulada	2.5 barg
2	Caudal Autorizado	454.86 Sm <sup>3</sup> /h

Fuente: Elaboración propia

De lo expuesto, tenemos que la válvula de alivio fue regulada de la siguiente manera:

- Presión de apertura: 2.9 bar
- Presión de cierre: 2.6 bar
- Caudal máximo de venteo: 22.74 Sm<sup>3</sup>/h

Para satisfacer estas exigencias se ha seleccionado a la empresa Farinola e Hijos S.A.C., la cual nos proporciona el siguiente catálogo:

TABLA N°4.5  
SELECCIÓN DE VÁLVULA DE ALIVIO

MODELO 054 - Caudales de Gas Natural en Std m <sup>3</sup> /h Sobrepresión 10%					
Presión de apertura en bar	D	E	F	H	J
1	110	196	440	786	1290
1.5	139	248	555	991	1625
2	167	299	670	1196	1961
2.5	196	350	784	1401	2296
2	225	401	899	1605	2632
3.5	253	452	1013	1810	2968
4	282	503	1128	2015	3003
4.5	311	554	1243	2219	3639
5	339	605	1357	2424	3975
5.5	368	656	1472	2629	4310
6	397	708	1586	2834	4646
6.5	425	759	1701	3038	4982
7	454	810	1816	3243	5317
7.5	483	861	1930	3448	5653
8	511	912	2045	3652	5989
8.5	540	963	2159	3857	6324
9	569	1014	2274	4062	6660
9.5	597	1065	2389	4267	6996
10	626	1116	2503	4471	7331

Fuente: Farinola e Hijos S.A.C.

Según la tabla del proveedor Farinola e Hijos S.A.C. y lo seleccionado, podemos ver que el modelo más próximo a las condiciones requeridas es:

Válvula de Alivio Modelo: 054D

✓ **Selección del elemento filtrante**

Datos de Diseño:

CUADRO N°4.2  
DATOS DE DISEÑO

Parámetros	Símbolo	Valor
Caudal	Q	454.86
Presión de diseño	P	19
Temperatura de operación	T	20
Tipo de elemento filtrante	Tipo	G2
Cantidad de elementos filtrantes	Cant.	1

Fuente: Elaboración propia

Seleccionando el Elemento Filtrante de acuerdo a la especificación técnica S-DIO-053 de Cálidda (ver Anexo N° 07):

TABLA N° 4.6  
SELECCIÓN DE ELEMENTO FILTRANTE

Modelo Type	H (mm)	Ø L (mm)	Ø M (mm)	Area de Filtrado (cm <sup>2</sup> ) Filtering Area (cm <sup>2</sup> )
G 0.5	120	80	35	600
G 1	165	95	50	1.250
G 1.5	210	120	69	2.300
<del>G 2</del>	<del>260</del>	<del>165</del>	<del>86</del>	<del>4.700</del>
G 2.5	283	200	110	7.250
G 3	320	252	138	9.500
G 4	415	299	186	14.500
G 5	470	390	246	23.000

Fuente: Cálidda

Para las condiciones de  $P_{min} = 5 \text{ bar}$  y  $Q_{solicitado} = 454.86 \text{ Sm}^3/\text{h}$  se necesita un área mínima de filtrado de  $A_{min} = 313\,006 \text{ mm}^2$ , por lo cual observando la tabla de elementos filtrantes deducimos que el área más cercana a la calculada es la del Elemento Filtrante Tipo G2 de Área =  $470\,000 \text{ mm}^2$ . Para satisfacer el área mínima de filtrado se ha decidido colocar un (01) elemento filtrante.

$$A_{min} \leq n \times A_{unit}$$

$$313\,006 \text{ mm}^2 \leq 1 \times 470\,000 \text{ mm}^2$$

$$313\,006 \text{ mm}^2 \leq 470\,000 \text{ mm}^2$$

**Características del elemento filtrante seleccionado por el proveedor:**

☐	Marca	: GORA
☐	Modelo	: G2
☐	Cantidad de cartuchos	: 01 unidad (por ramal)
☐	Grado de filtración	: Retec. Partículas mayores a 5 micrones.
☐	Material barrera filtrante	: Filtro de poliéster aglutinado.
☐	Juntas	: Filtro comprimido
☐	Protección exterior	: Malla metálica

❖ **Diseño de la red interna de gas natural**

La mención de “red interna” incluirá todos los elementos como tuberías, válvulas, accesorios y otros componentes que presenta una instalación interna completa.

El diseño de la red interna fue validado por un instalador registrado de gas natural de categoría IG-3, que se encuentra registrado en OSINERGMIN como instalador de gas natural.

Los elementos de la red interna de gas natural fueron diseñados, seleccionados, manufacturados o probados de acuerdo a los códigos, regulaciones y estándares que fueran aplicables.

La Red Interna de Gas Natural inicia aguas abajo de la ERMP.

TABLA N°4.7  
PLANILLA DE EQUIPOS DE CONSUMO

PLANILLA DE CONSUMO - PLANTA DE ALIMENTOS PARA MASCOTAS - MOLITALIA												
Item	Equipos de consumo a convertirse a gas natural	Potencia	Unidades	Cant.:	Potencia a ser entregada por el combustible	Unidades	Caudal nominal del Equipo a condiciones Estándar	Factor de Simult.	Caudal a consumir a condiciones Estándar			
<b>EQUIPOS 1era ETAPA</b>												
01	Secador - Línea 1	12000.0	MBH	1	7.20	MMBH	350.14	m3/h	0.6	210.08	m3/h	
06	Caldera 1	200.0	BHP	1	8.27	MMBH	241.22	m3/h	1	241.22	m3/h	
08	Cocina	500	MBH	1	0.05	MMBH	14.59	m3/h	0.1	1.46	m3/h	
09	Calentador de Agua 1	210	MBH	1	0.04	MMBH	6.52	m3/h	0.2	1.30	m3/h	
<b>Consumo total de equipos de consumo a gas natural - 1era ETAPA</b>					15.56	MMBH	<b>612.47</b>	<b>m3/h</b>		<b>454.07</b>	<b>m3/h</b>	
<b>EQUIPOS A FUTURO</b>												
02	Secador - Línea 2	6000.0	MBH	1	6.00	MMBH	175.07	m3/h	1	175.07	m3/h	
03	Secador - Línea 3	12000.0	MBH	1	12.00	MMBH	350.14	m3/h	1	350.14	m3/h	
04	Secador - Línea 4	12000.0	MBH	1	12.00	MMBH	350.14	m3/h	1	350.14	m3/h	
05	Secador - Línea 5	6000.0	MBH	1	6.00	MMBH	175.07	m3/h	1	175.07	m3/h	
07	Caldera 2	200.0	BHP	1	8.27	MMBH	241.22	m3/h	1	241.22	m3/h	
10	Calentador de Agua 2	210	MBH	1	0.22	MMBH	6.52	m3/h	1	6.52	m3/h	
11	Calentador de Agua 3	210	MBH	1	0.22	MMBH	6.52	m3/h	1	6.52	m3/h	
12	Calentador de Agua 4	210	MBH	1	0.22	MMBH	6.52	m3/h	1	6.52	m3/h	
13	Calentador de Agua 5	210	MBH	1	0.22	MMBH	6.52	m3/h	1	6.52	m3/h	
14	Calentador de Agua 6	210	MBH	1	0.22	MMBH	6.52	m3/h	1	6.52	m3/h	
<b>Consumo total de equipos de consumo a gas natural - A FUTURO</b>					45.38	MMBH	<b>1324.24</b>	<b>m3/h</b>		<b>1324.24</b>	<b>m3/h</b>	

Fuente: Molitalia S.A.

Como se puede observar en la Tabla N°4.7, se han considerado los equipos de consumo actual y futuro para la realización del dimensionamiento del sistema. La alimentación del gas natural para los equipos de la primera etapa del proyecto, se realizó mediante una red de tuberías de polietileno (enterradas) y acero al carbono (aéreo).

Agua abajo de la ERMP se instaló una válvula de corte general, brida S-150 D.N. 4" y una válvula antisísmica S-150 D.N. 4", las cuales se ubicaron fuera del recinto que alberga a la ERMP.

✓ **Parámetros de diseño**

Presión regulada:	2.5 barg
Presión de Prueba:	3.75 barg
Caudal Nominal:	1936.71 Sm <sup>3</sup> /h (Actual + Futuro)
Caudal SFS Cálida:	454.86 Sm <sup>3</sup> /h
Caudal Nominal:	612.47 Sm <sup>3</sup> /h (Actual)
Simultaneidad (S):	0.74
Caudal Nominal x S:	454.07 ≤ 454.86 Sm <sup>3</sup> /h

✓ **Cálculo de tuberías**

Para el dimensionamiento de la red interna se tomó en cuenta la ubicación de los equipos de consumo y sus capacidades. En el plano Layout con código CS-1030139-JE-G-01 (ver Anexo 20) se aprecia la ubicación de los equipos en la planta de alimentos.

En el cálculo de la caída de presión, se toma en cuenta la NTP 111.010 2003. Rev. 2014 la cual establece los requisitos que debe cumplir el sistema de tuberías para el suministro de gas natural seco en las instalaciones internas industriales, con presiones hasta 400 kPa incluido (4 bar incluido), que van desde la salida de la estación de regulación y medición primaria (ERMP) hasta los puntos de conexión de los equipos de consumo.

Los tramos de red interna entre dos etapas de regulación se calculan con una caída de presión no mayor al 50% de la presión regulada al principio de los tramos. Los tramos de tubería que alimentan directamente a los equipos de consumo se calculan de tal manera que la caída de presión entre el regulador que los abastece y los equipos no excede el 10% de la presión regulada tal y como exige la NTP 111.010 2003.Rev 2014 en el ítem 14.2.2.1 (ver Anexo 08).

De igual forma en el ítem 14.2.3 de la NTP 111.010 2003 Rev. 2014, la presión mínima obtenida está en el orden de los 3.5 bar sin que se superen los 30 m/s (ver Anexo 08) de velocidad en las tuberías para evitar vibraciones y ruidos excesivos en el sistema de tuberías.

Para el cálculo se tomó como referencia los valores del gas de Camisea para la densidad específica del gas (0.608) y para la viscosidad (0.01058 Cp)

Los datos que se obtuvieron en el dimensionamiento de las tuberías, fueron con la aplicación de la fórmula de Renouard cuadrática simplificada, la cual se utiliza para presiones en el rango de 0 bar a 4 bar; esto es válido para  $Q/D < 150$

$$P_A^2 - P_B^2 = 48600sL \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}} \dots\dots\dots 4.6$$



Donde:

- PA y PB: presión absoluta en ambos extremos del tramo, en kg/cm<sup>2</sup>
- s: densidad relativa del gas
- L: longitud de la tubería incluyendo la longitud equivalente de los accesorios que la componen
- Q: caudal en mm

Para el cálculo de la velocidad de circulación del gas se utiliza la siguiente fórmula:

$$v = \frac{365.35Q}{D^2P} \dots\dots\dots 4.7$$

Donde:

- Q: caudal volumétrico en m<sup>3</sup>/h a condiciones estándar
- P: presión de cálculo en bar (absoluto)
- D: diámetro interno en mm
- v: velocidad de circulación del gas en m/s

En el cálculo de una instalación interna generalmente se utiliza un seleccionador elaborado en Excel, el cual ha sido realizado teniendo en cuenta las longitudes reales de los tramos que componen la instalación, la potencia de cada equipo y el poder calor calorífico superior del gas natural, además del flujo en m<sup>3</sup> /h de cada tramo. Calculamos el diámetro crítico (para v = 30 m/s) y con el seleccionador escogemos un diámetro comercial y los accesorios,

con el caudal de cada tramo y su longitud total se calcula la caída de presión, luego se verifica que dicha caída de presión esté dentro de los límites permitidos.

A continuación, mostramos los cálculos en tres tramos iniciales de la red interna, esto para entender la idea del cálculo aplicado en todos los tramos subsiguientes y de donde se arma la planilla de resultados utilizando el simulador en Excel. Los tramos de análisis se muestran en el plano isométrico CS-1030139-JE-I-01 Rev.02 (ver Anexo 21)

#### **Tramo ERMP - A**

##### ***Determinación del Diámetro:***

Teniendo en cuenta que la velocidad máxima del gas es de 30 m/s, despejando la ecuación N° 4.7 de la velocidad, realizando los cambios respectivos de unidades y reemplazando valores obtenemos:

$$30 = \frac{365.35Q}{D^2P}$$

$$D = \sqrt{\frac{365.35Q}{30P}}$$

$$D = \left( \frac{365.35 \times 454.86 \text{ m}^3/\text{h}}{30 \text{ m/s} \times (1.01325 + 2.5) \text{ bar} \times \left( \frac{1.019 \text{ Kg}/\text{cm}^2}{1 \text{ bar}} \right)} \right)$$

$$D = 39.34 \text{ mm}$$

o

$$D = 1.55 \text{ pulg}$$

Se adopta un diámetro comercial de 1 ½” para el caudal aprobado (ver Anexo 03) en la Respuesta al SFS.

En la figura N°4.3 se aprecia una porción del simulador en Excel que se utiliza para la selección iterativa de los diámetros de tubería, este simulador cuenta con la aplicación de las distintas fórmulas que exige la Norma Técnica Peruana.

FIGURA N° 4.3

COMPROBACIÓN EN EXCEL DE LA ECUACION DE LA VELOCIDAD

MOLITALIA S.A.							
Presión regulada ERMP.:		2.50 bar		manometrico			
Condición	TRAMO	CAUDAL Sm3/h	Px bar-abs	D calculo pulg	D interno red pulg	D nom recomend pulg	D int
10 Aereo	ERPMP - A	454.86	3.500	=(((E10*1.019716)*\$D\$2/(365.35*D10))^(-0.5))/25.4			

Fuente: Elaboración propia

Por ejemplo, la celda F10 muestra el disgregado de la ecuación 4.7, donde podemos apreciar la utilización de la velocidad máxima

permitida en redes internas industriales de gas natural en la celda D2, en la celda D10 el caudal aceptado por Cálidda según Respuesta al SFS y en la celda E10 la presión absoluta, es decir, presión atmosférica sumada a la presión regulada.

Por otro lado, como la red interna se debía dimensionar para un caudal futuro de 1,936.71 Sm<sup>3</sup>/h, se realizó el mismo cálculo para dicho caudal utilizando nuevamente la ecuación N° 4.7:

$$D = \sqrt{\frac{365.35 \times 1\,936.71 \text{ m}^3/\text{h}}{30 \text{ m/s} \times (1.01325 + 2.5) \text{ bar} \times \left( \frac{1.019 \text{ Kg/cm}^2}{1 \text{ bar}} \right)}}$$

$$D = 81.16 \text{ mm}$$

o

$$D = 3.2 \text{ pulg}$$

Se selecciona tubería sch-40 D.N. 4" cuyo diámetro interior es de 102.26 mm. Este diámetro nominal es el que se utilizará en la ecuación N° 4.6 pero aplicado al caudal aprobado por Cálidda, esto para efectos de aprobación del dossier técnico entregado.

**Cálculo de la Presión de Salida del tramo:**

Ahora de la fórmula de Renouard cuadrática, ecuación N°4.6, utilizando el diámetro seleccionado para el caudal máximo futuro, se

obtuvo la presión de salida del tramo analizado, esta presión es la presión de entrada en el siguiente tramo:

$$P_A^2 \cdot P_B^2 = 48600sL \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}$$

$$P_A = P_{ERMP}^2 - 48600 \times s \times L \text{ (Km)} \frac{Q^{1.82} \text{ m}^3/\text{h}}{D^{4.82} \text{ mm}}$$

$$P_A = \left( (3.51325) \text{ bar} \times \left( \frac{1.019 \text{ Kg/cm}^2}{1 \text{ bar}} \right)^2 - 48600 \times 0.64 \times \frac{4.8}{1000} \text{ (Km)} \frac{454.86^{1.82}}{(4.026 \times 25.4)^{4.82}} \right)^{0.5}$$

$$P_A = (12.719 - 2.11157 \times 10^{-3})^{0.5}$$

$$P_A = 3.566 \text{ Kg/cm}^2 \times \left( \frac{1 \text{ bar}}{1.019 \text{ Kg/cm}^2} \right)$$

$$P_A = 3.49958 \text{ bar (absoluta)}$$

Esta presión de salida la utilizamos como presión de entrada en el siguiente tramo a continuación:

### **Tramo A – B**

#### ***Determinación del Diámetro***

Teniendo en cuenta que la velocidad máxima del gas es de 30 m/s, despejando la ecuación N°4.7 de la velocidad, realizando los cambios respectivos de unidades y reemplazando valores obtenemos:

$$30 = \frac{365.35Q}{D^2P}$$

$$D = \sqrt{\frac{365.35Q}{30P}}$$

$$D = \sqrt{\frac{365.35 \times 454.86 \text{ m}^3/\text{h}}{30 \text{ m/s} \times (3.51325) \text{ bar} \times \left(\frac{1.019 \text{ Kg/cm}^2}{1 \text{ bar}}\right)}}$$

$$D = 39.33 \text{ mm}$$

o

$$D = 1.55 \text{ pulg}$$

Se adopta un diámetro comercial de 1 ½" para el caudal aprobado en la Respuesta al SFS. Sin embargo, al igual que el tramo anterior, la línea se dimensionó para un caudal futuro de 1,936.71 Sm<sup>3</sup>/h, se realizó el mismo cálculo para dicho caudal y así comprobamos mediante el simulador en Excel, que continuamos seleccionando tubería de 4", en este caso ya vendría a ser tubería de HDPE de 110mm SDR 11.

**Cálculo de la Presión de Salida del tramo:**

Nuevamente utilizamos la fórmula de Renouard cuadrática, ecuación N°4.6, con el diámetro considerando el caudal máximo a futuro pero aplicando la fórmula con el caudal aprobado por Cálidda, para

obtener la presión de salida del tramo analizado con la longitud entre los puntos A y B:

$$P_A^2 - P_B^2 = 48600sL \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}$$

$$P_B = P_A^2 - 48600 \times s \times L \text{ (Km)} \frac{Q^{1.82} \frac{\text{m}^3/\text{h}}{\text{mm}}}{D^{4.82}}$$

$$P = \left( (3.5 \text{ bar}) \times \left( \frac{1.019 \text{ Kg/cm}^2}{1 \text{ bar}} \right)^2 - 48600 \times 0.64 \times \frac{2.76}{1000} \text{ (Km)} \frac{454.86^{1.82}}{(4 \times 25.4)^{4.82}} \right)^{0.5}$$

$$P_B = (12.719 - 1.25266 \times 10^{-3})^{0.5}$$

$$P_B = 3.56619 \text{ Kg/cm}^2 \times \left( \frac{1 \text{ bar}}{1.019 \text{ Kg/cm}^2} \right)$$

$$P_B = 3.4998 \text{ bar (absoluta)}$$

## Tramo B – C

### ***Determinación del Diámetro***

En este tramo el caudal de gas natural que se analiza es el que requieren los puntos de consumo a los que alimentará, es decir, la cocina y el calentador. La suma de ambos (ver Tabla N°4.7) es la que reemplazamos en la ecuación de la velocidad.

Teniendo en cuenta que la velocidad máxima del gas es de 30 m/s, despejando la ecuación N°4.7 de la velocidad, realizando los

cambios respectivos de unidades y reemplazando valores obtenemos:

$$30 = \frac{365.35Q}{D^2P}$$

$$D = \sqrt{\frac{365.35Q}{30P}}$$

$$D = \sqrt{\frac{365.35 \times 2.76 \text{ m}^3/\text{h}}{30 \text{ m/s} \times (3.51325) \text{ bar} \times \left( \frac{1.019 \text{ Kg/cm}^2}{1 \text{ bar}} \right)}}$$

$$D = 3.06 \text{ mm}$$

o

$$D = 1/8 \text{ pulg}$$

Se adopta un diámetro comercial de 1" para el caudal futuro de 1,936.71 Sm<sup>3</sup>/h, en donde se ha considerado el uso de cinco calentadores más, pero como no existen accesorios que reduzcan tantos diámetros con una sola pieza, se utilizan dos accesorios para reducir la tubería de HDPE desde 110mm a 25mm, que equivale a 1" de tubería de acero.



### **Cálculo de la Presión de Salida del tramo**

Nuevamente utilizamos la fórmula de Renouard cuadrática, ecuación N°4.6, con el diámetro considerando el caudal máximo a futuro pero aplicando la fórmula con el caudal aprobado por Cálidda, para obtener la presión de salida del tramo analizado con la longitud entre los puntos B y C:

$$P_A^2 - P_B^2 = 48600sL \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}$$

$$P_B = P_A^2 - 48600 \times s \times L \text{ (Km)} \frac{Q^{1.82} \text{ m}^3/\text{h}}{D^{4.82} \text{ mm}}$$

$$P = \left( (3.5) \text{ bar} \times \left( \frac{1.019 \text{ Kg/cm}^2}{1 \text{ bar}} \right)^2 - 48600 \times 0.64 \times \frac{0.6}{1000} \text{ (Km)} \frac{2.76^{1.82}}{(4 \times 25.4)^{4.82}} \right)^{0.5}$$

$$P_B = (12.719 - 2.5130 \times 10^{-8})^{0.5}$$

$$P_B = 3.56637 \text{ Kg/cm}^2 \times \left( \frac{1 \text{ bar}}{1.019 \text{ Kg/cm}^2} \right)$$

$$P_B = 3.4997 \text{ bar (absoluta)}$$

De igual forma que para los tres primeros tramos de la red interna, realizamos el cálculo de los dos tramos principales de la instalación que son para el secador de alimento y la caldera de vapor.

## TRAMO K – ERS DE SECADOR

### *Determinación del Diámetro*

Según la Tabla N°4.7, el caudal a utilizar en el secador es de 210.08 Sm<sup>3</sup>/h, que es el dato que utilizaremos en la ecuación de la velocidad.

Teniendo en cuenta que la velocidad máxima del gas es de 30 m/s, despejando la ecuación N°4.7 de la velocidad, realizando los cambios respectivos de unidades y reemplazando valores obtenemos:

$$30 = \frac{365.35Q}{D^2P}$$

$$D = \sqrt{\frac{365.35Q}{30P}}$$

$$D = \left( \frac{365.35 \times 210.08 \text{ m}^3/\text{h}}{30 \text{ m/s} \times (3.49) \text{ bar} \times \left( \frac{1.019 \text{ Kg}/\text{cm}^2}{1 \text{ bar}} \right)} \right)$$

$$D = 26.82 \text{ mm}$$

o

$$D = 1 \frac{1}{4} \text{ pulg}$$

Se adopta un diámetro comercial de 2" para el caudal futuro de 1,936.71 Sm<sup>3</sup>/h, en donde se ha considerado el uso de cuatro secadores más.

Se asume que el cálculo realizado en el simulador en Excel para la presión de salida del tramo, es el correcto, tal y como se ha demostrado en los cálculos de los tramos anteriores.

### **TRAMO M – ERS DE CALDERA**

#### ***Determinación del Diámetro***

Según la Tabla N°4.7, el caudal a utilizar en la caldera es de 241.22 Sm<sup>3</sup>/h, que es el dato que utilizaremos en la ecuación de la velocidad.

Teniendo en cuenta que la velocidad máxima del gas es de 30 m/s, despejando la ecuación N°4.7 de la velocidad, realizando los cambios respectivos de unidades y reemplazando valores obtenemos:

$$30 = \frac{365.35Q}{D^2P}$$

$$D = \sqrt{\frac{365.35Q}{30P}}$$

$$D = \sqrt{\frac{365.35 \times 241.22 \text{ m}^3/\text{h}}{30 \text{ m/s} \times (3.437) \text{ bar} \times \left( \frac{1.019 \text{ Kg/cm}^2}{1 \text{ bar}} \right)}}$$

$$D = 28.96 \text{ mm}$$

O

$$D = 1 \frac{1}{4} \text{ pulg}$$

Se adopta un diámetro comercial de 2" para el caudal futuro de 1,936.71 Sm<sup>3</sup>/h, en donde se ha considerado el uso de una caldera más a futuro.

Se asume que el cálculo realizado en el simulador en Excel para la presión de salida del tramo, es el correcto, tal y como se ha demostrado en los cálculos de los tramos anteriores.

TABLA N°4.8

PLANILLA DE CÁLCULO DE VELOCIDADES Y CAÍDA DE PRESIÓN - RED INTERNA DE GAS NATURAL

MOLITALIA S.A. TRAMO .: P = 2.5 BARG - RED INTERNA															
Presión regulada ERMP.:	2.50 bar		manometrico								Caudal Máximo = 454.86 Sm3/h				
TRAMO	CAUDAL Sm3/h	Px bar-abs	D calculo pulg	D interno req pulg	D nom recomen pulg	D interno escog pulg	D nom escogido pulg	Vmáx - rec m/s	Vmáx - esc m/s	Obs. Velocidad	Longitud m	Long. Equiv. m	Py bar-abs	%	Obs. Caída de Presión
ERPMP - A	454.86	3.500	1.551	1.610	Φ 1 1/2 pulg	4.026	Φ 4 pulg	27.84	4.45	DN aceptado	4	4.800	3.500	0.01%	Caida de presión aceptada
A - B	454.86	3.500	1.551	4.331	Φ 1 1/2 pulg	4.000	DN 110 SDR 11	3.85	4.51	DN aceptado	2.3	2.760	3.500	0.00%	Caida de presión aceptada
B - C	2.76	3.500	0.121	4.331	Φ 1/8 pulg	4.000	DN 110 SDR 11	0.02	0.03	DN aceptado	0.5	0.600	3.500	0.00%	Caida de presión aceptada
C - D	2.76	3.500	0.121	4.331	Φ 1/8 pulg	2.500	DN 63 SDR 11	0.02	0.07	DN aceptado	1	1.200	3.500	0.00%	Caida de presión aceptada
D - E	2.76	3.500	0.121	0.269	Φ 1/8 pulg	1.250	DN 32 SDR 11	6.05	0.28	DN aceptado	22	26.400	3.500	0.00%	Caida de presión aceptada
E - F	2.76	3.500	0.121	0.269	Φ 1/8 pulg	1.250	DN 32 SDR 11	6.05	0.28	DN aceptado	2	2.400	3.500	0.00%	Caida de presión aceptada
F - G	2.76	3.500	0.121	0.269	Φ 1/8 pulg	1.049	Φ 1 pulg	6.05	0.40	DN aceptado	4	4.800	3.500	0.00%	Caida de presión aceptada
G - G1 (CALENTADORES AGU)	6.50	3.500	0.185	0.269	Φ 1/8 pulg	1.049	Φ 1 pulg	14.25	0.94	DN aceptado	1	1.200	3.500	0.00%	Caida de presión aceptada
G - H	2.76	3.500	0.121	0.269	Φ 1/8 pulg	1.049	Φ 1 pulg	6.05	0.40	DN aceptado	0.3	0.360	3.500	0.00%	Caida de presión aceptada
H - ERS CALENTADOR DE AG	1.30	3.500	0.083	0.269	Φ 1/8 pulg	1.049	Φ 1 pulg	2.85	0.19	DN aceptado	0.5	0.600	3.500	0.00%	Caida de presión aceptada
H - ERS COCINA	1.46	3.500	0.088	0.269	Φ 1/8 pulg	1.049	Φ 1 pulg	3.20	0.21	DN aceptado	17.2	20.640	3.500	0.00%	Caida de presión aceptada
B - I	451.30	3.500	1.545	1.610	Φ 1 1/2 pulg	4.000	DN 110 SDR 11	27.63	4.48	DN aceptado	64	76.800	3.495	0.13%	Caida de presión aceptada
I - J	451.30	3.495	1.546	1.610	Φ 1 1/2 pulg	4.026	Φ 4 pulg	27.66	4.42	DN aceptado	43.2	51.840	3.492	0.09%	Caida de presión aceptada
J - K	210.08	3.492	1.055	1.380	Φ 1 1/4 pulg	3.068	Φ 3 pulg	17.54	3.55	DN aceptado	28.3	33.960	3.490	0.05%	Caida de presión aceptada
K - L (TOMA SECADORES FUT)	630.00	3.490	1.828	2.067	Φ 2 pulg	3.068	Φ 3 pulg	23.46	10.65	DN aceptado	1	1.200	3.490	0.01%	Caida de presión aceptada
K - ERS SECADOR	210.08	3.490	1.056	1.380	Φ 1 1/4 pulg	2.067	Φ 2 pulg	17.55	7.82	DN aceptado	4.3	5.160	3.488	0.05%	Caida de presión aceptada
J - M	241.22	3.492	1.131	1.380	Φ 1 1/4 pulg	2.469	Φ 2 1/2 pulg	20.14	6.29	DN aceptado	191	229.200	3.445	1.33%	Caida de presión aceptada
M - N (CALDERA FUTURA)	241.22	3.445	1.138	0.551	Φ 1 1/4 pulg	1.024	Φ 2 pulg	127.98	37.11	MODIFICAR	0.5	0.600	3.437	0.25%	Caida de presión aceptada
M - ERS CALDERA	241.22	3.445	1.138	0.551	Φ 1 1/4 pulg	1.024	Φ 2 pulg	127.98	37.11	MODIFICAR	13.6	16.320	3.205	6.99%	Caida de presión aceptada

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°4.9

PLANILLA DE CÁLCULO DE VELOCIDADES Y CAÍDA DE PRESIÓN PARA CAUDAL FUTURO - RED INTERNA DE GAS NATURAL

RED INTERNA																	
Presión regulada ERMP.:	2.50 bar		manometrico						Caudal Máximo =		1936.71 Sm3/h						
TRAMO	CAUDAL Sm3/h	Px bar-abs	D calculo pulg	D interno recomen pulg	D nom recomenda pulg	D interno esco pulg	D nom escogid pulg	Vmáx - recon m/s	Vmáx - escog m/s	Obs. Velocidad	Longitud m	Long. Equiv. m	Py bar-abs	DP bar	DP parcial bar	%	Obs. Caída de Presión
ERPMP - A	1936.71	3.500	3.200	3.548	Φ 3 1/2 pulg	4.026	Φ 4 pulg	24.41	18.96	DN aceptado	4	4.800	3.496	0.004	0.004	0.12%	Caída de presión aceptada
A - B	1936.71	3.496	3.202	3.548	Φ 3 1/2 pulg	4.000	DN 110 SDR 11	24.44	19.23	DN aceptado	2.3	2.760	3.494	0.002	0.006	0.18%	Caída de presión aceptada
B - C	53.70	3.494	0.533	0.824	Φ 1/2 pulg	4.000	DN 110 SDR 11	12.57	0.53	DN aceptado	0.5	0.600	3.494	0.000	0.006	0.18%	Caída de presión aceptada
C - D	53.70	3.494	0.533	0.824	Φ 1/2 pulg	2.500	DN 63 SDR 11	12.57	1.37	DN aceptado	1	1.200	3.494	0.000	0.006	0.19%	Caída de presión aceptada
D - E	53.70	3.494	0.533	0.824	Φ 1/2 pulg	1.250	DN 32 SDR 11	12.57	5.46	DN aceptado	22	26.400	3.485	0.009	0.016	0.45%	Caída de presión aceptada
E - F	53.70	3.485	0.534	0.824	Φ 1/2 pulg	1.250	DN 32 SDR 11	12.60	5.48	DN aceptado	2	2.400	3.484	0.001	0.017	0.47%	Caída de presión aceptada
F - G	53.70	3.484	0.534	0.824	Φ 1/2 pulg	1.049	Φ 1 pulg	12.61	7.78	DN aceptado	4	4.800	3.480	0.004	0.020	0.58%	Caída de presión aceptada
G - G1 (CALENTADORES A)	32.59	3.480	0.416	0.622	Φ 3/8 pulg	1.049	Φ 1 pulg	13.44	4.73	DN aceptado	1	1.200	3.479	0.000	0.021	0.59%	Caída de presión aceptada
G - H	21.11	3.480	0.335	0.493	Φ 1/4 pulg	1.049	Φ 1 pulg	13.86	3.06	DN aceptado	0.3	0.360	3.480	0.000	0.020	0.58%	Caída de presión aceptada
H - ERS CALENTADOR DE	6.52	3.480	0.186	0.364	Φ 1/8 pulg	1.049	Φ 1 pulg	7.85	0.95	DN aceptado	0.5	0.600	3.480	0.000	0.020	0.59%	Caída de presión aceptada
H - ERS COCINA	14.59	3.480	0.279	0.493	Φ 1/4 pulg	1.049	Φ 1 pulg	9.58	2.12	DN aceptado	17.2	20.640	3.478	0.002	0.022	0.63%	Caída de presión aceptada
B - I	1883.01	3.494	3.159	3.548	Φ 3 1/2 pulg	4.000	DN 110 SDR 11	23.78	18.71	DN aceptado	64	76.800	3.430	0.064	0.071	2.02%	Caída de presión aceptada
I - J	1883.01	3.430	3.188	3.548	Φ 3 1/2 pulg	4.026	Φ 4 pulg	24.22	18.81	DN aceptado	43.2	51.840	3.387	0.043	0.113	3.24%	Caída de presión aceptada
J - K	1400.57	3.387	2.767	3.068	Φ 3 pulg	3.068	Φ 3 pulg	24.40	24.40	DN aceptado	28.3	33.960	3.325	0.061	0.175	4.99%	Caída de presión aceptada
K - L (TOMA SECADORES)	1050.42	3.325	2.418	2.469	Φ 2 1/2 pulg	3.068	Φ 3 pulg	28.78	18.64	DN aceptado	1	1.200	3.324	0.001	0.176	5.03%	Caída de presión aceptada
K - ERS SECADOR	350.14	3.325	1.396	1.610	Φ 1 1/2 pulg	2.067	Φ 2 pulg	22.56	13.69	DN aceptado	4.3	5.160	3.320	0.005	0.180	5.14%	Caída de presión aceptada
J - M	482.44	3.387	1.624	2.067	Φ 2 pulg	2.469	Φ 2 1/2 pulg	18.52	12.98	DN aceptado	191	229.200	3.214	0.173	0.286	8.17%	Caída de presión aceptada
M - N (CALDERA FUTURA)	241.22	3.214	1.179	1.380	Φ 1 1/4 pulg	2.067	Φ 2 pulg	21.88	9.75	DN aceptado	0.5	0.600	3.214	0.000	0.286	8.18%	Caída de presión aceptada
M - ERS CALDERA	241.22	3.214	1.179	1.380	Φ 1 1/4 pulg	2.067	Φ 2 pulg	21.88	9.75	DN aceptado	13.6	16.320	3.206	0.008	0.294	8.41%	Caída de presión aceptada

Fuente: Elaboración propia

➤ **Etapa N° 02: Suministro de materiales y equipos**

Cálidda emitió luego de revisar la documentación entregada en los PIG 01 de la red interna y ERMP, un check list (ver Anexo 09) donde se aprueba el dossier entregado y se dio inicio a la etapa N°02, que engloba todas las necesidades de suministro de materiales, equipos y/o contratación de servicios, así como la tramitación de los pedidos/contratos a los proveedores, finalizando con la recepción de los mismos, selección y evaluación de aquellos proveedores de productos y servicios que cumplan con las exigencias del proyecto.

Esto tiene como resultado final la entrega de los equipos, tuberías y accesorios de acero y de HDPE, además de los servicios que cumplan todo lo requerido en tiempo, costo y criterios técnicos.

✓ **Desarrollo**

• **Necesidades de equipos y materiales**

Tras la detección de necesidades, se evaluó el stock disponible en almacén, si no se dispusiera, se evaluó la compra de los mismos.

• **Solicitudes de oferta**

Se procedió a solicitar las ofertas necesarias con un mínimo de tres siempre y cuando la naturaleza de la compra así lo permita. En el caso de que, por las características e importancia del material o

equipo, sólo fuese posible contar con una oferta, esta debió ser debidamente justificada.

- **Aceptación de la oferta / Elaboración del pedido o contrato**

Se negoció y adjudicó las compras de los equipos de importación antes que cualquier otro material, una vez adjudicada la compra /servicio se procedió por parte del área usuaria a la aceptación de la oferta o de la realización del pedido.

- ✓ **Aplicación**

- **Procura y recepción de los pedidos**

En el momento de entrega se procedió a revisar la coincidencia de los parámetros definidos en el pedido durante la Solicitud de pedidos y Aceptación de las ofertas; estos parámetros coinciden con los datos técnicos obtenidos de la primera fase, desarrollo de ingeniería, y cumplen con las especificaciones técnicas que ha determinado la Empresa Concesionaria de Gas Natural, Cálidda, en las cuales se indican las siguientes características para los siguientes equipos:

**Medidores de caudal**

Estos debieron cumplir con la siguiente norma: CEN EN 12180 o ANSI B109 3 por ser un medidor rotativo.

**Reguladores de presión**

Los reguladores de presión debieron cumplir con las normas CEN EN 334 o ANSI B109.4 o equivalentes.



### **Tuberías de acero al carbono**

Las tuberías aéreas de acero al carbono debieron cumplir con la norma ASTM A106 / A53 / API 5L grado B, las cuales serán de cédula 40.

### **Tuberías de Polietileno (HDPE)**

Las tuberías enterradas de polietileno debieron cumplir con las normas ISO 4437 y CEN prEN 1555. También es aplicable en las instalaciones internas industriales la norma ASTM D 2513.

### **Accesorios de Línea de la Red Interna de acero al carbono**

Los accesorios de línea (codos, bridas, tees) debieron estar de acuerdo a las normas ANSI y fueron de la serie #150 y cédula 40 para las del tipo soldado, para las uniones roscadas fueron de clase 3000.

### **Válvulas**

Las válvulas para la red interna cumplieron con las normas API 6D, API 607 y ASME / ANSI B16.4. Todas las válvulas fueron de clase 150 (serie #150) del tipo inoxidable.

Una vez aceptados en obra, los equipos y materiales, se cierra la segunda fase del proyecto, el cual no necesariamente implica el inicio de la tercera fase, es decir, que la segunda y tercera fase del proyecto son en su mayoría de duración paralela, ya que ambas dependen de la programación de actividades y fechas de los entregables que figuran en el Cronograma del Proyecto.

➤ **Etapa N° 03: Instalación del sistema según los procedimientos**

✓ **Especificaciones constructivas**

• **Consideraciones generales**

- El trazado de tuberías se instaló, en la medida de lo posible, en líneas rectas, debiendo evitarse los cambios de dirección innecesarios.
- Las tuberías se instalaron de manera que sean fácilmente accesibles para su inspección y mantenimiento.
- La tubería aérea tiene suficientes anclajes y soportes para:
  - Prevenir esfuerzos indebidos a los componentes conectados a las mismas.
  - Resistir los esfuerzos causados por los cambios de dirección de la tubería.
  - Prevenir o amortiguar vibraciones excesivas.
- Las tuberías que cruzan pisos o paredes cuentan con una camisa protectora o “pasamuro”.
- Las uniones bridadas y roscadas están ubicadas a una distancia mínima de 3m de tableros eléctricos.
- Los cambios de dirección de las tuberías de acero se realizaron por medio de accesorios normalizados, no pudiendo en consecuencia efectuarse doblado de tuberías.
- Las uniones de las juntas soldadas, se realizaron por soldadores homologados y de acuerdo a un procedimiento y

calificación de soldadura (WPS/PQR) debidamente aprobado por una entidad y/o especialista competente.

- Todas las tuberías expuestas fueron pintadas con pintura epóxica color amarillo “oro” (RAL 1004) y la soportería se pintó de color verde “hoja” (RAL 6002). El pintado se realizó de acuerdo a un procedimiento adecuado y según recomendaciones del fabricante de pintura.

- **Tramo Enterrado**

- El tramo enterrado es de tuberías de Ø110 mm PE100 SDR 17, cruza el jardín y la vía de circulación vehicular y llega al corredor principal entre el edificio auxiliar y la planta de procesos.
- Se tiene una derivación de Ø32 mm PE80 SDR 11 y alimenta a la cocina y a los calentadores de agua. Se instaló una válvula de corte roscada, 600 WOG D.N. 1” en la cocina y otra en la Central de Agua Caliente.
- Los materiales utilizados fueron tuberías y accesorios de polietileno, diseñados para soportar la presión de la red, el proceso de fusión es por electro fusión.
- No se permite la construcción de tuberías enterradas a través de cimientos o debajo de elementos estructurales de la edificación; para pasar tuberías enterradas a través de muros

de edificación, se encamisarán para protegerlas de la acción cortante y del asentamiento del terreno.

- El ancho de la zanja es de 0.60 m y la profundidad mínima del lomo de la tubería al nivel de piso terminado es de 0.60 m. La cama de arena es de 0.15 m y la cubierta mínima de arena (por encima del lomo de la tubería) 0.30 m.
- Dentro de la zanja, la distancia con respecto a otras tuberías o cables debe ser, como mínimo, de 0.20 m en los tramos paralelos y 0.10 m en los puntos de cruce.
- La zanja debe ser lo más recta posible y su fondo debe tener una rasante suave y uniforme a fin de evitar pendientes abruptas, colocándose una cama de arena entre el fondo y el apoyo de la tubería.
- Antes de completar el relleno y la recomposición de la zanja, se instaló a lo largo del recorrido de las tuberías, una cinta de advertencia. Dicha cinta tiene como objetivo advertir la presencia de tubería de gas y así evitar accidentes y daños ocasionados por excavaciones de terceros. La cinta se colocó antes de la última capa de compactación a una profundidad máxima de 0.30 m medido desde la superficie del terreno o pavimento.

- **Tramo Aéreo**

- El tramo aéreo inicia a la salida del tramo enterrado con una transición de PE/acero y continúa por el corredor principal con tuberías Sch-40 D.N. 4", en este lugar se instaló una válvula de sectorización bridada S-150 D.N. 4", la línea continua por el rack hasta la altura de los secadores donde desciende para dividirse e instalar dos válvulas de sectorización; una válvula de sectorización bridada S-150 D.N. 3" para las Líneas de Secado y una válvula de sectorización bridada S-150 D.N. 2.1/2" para las Calderas. Se tiene una derivación en tubería Sch-40 D.N. 3" para alimentar a los secadores de la Planta de Proceso y otra derivación en tubería Sch-40 D.N. 2.1/2" para alimentar la Sala de Calderas.
- Se instalaron válvulas de corte roscadas, 600 WOG D.N. 2" aguas arriba de las ERS para para los equipos consumidores de gas natural:
  - Uno por la Caldera N° 1.
  - Uno por el Secador de la Línea 1.
- Se instaló una "Tee" con una válvula esférica bridada S-150 D.N. 2" para la futura ampliación en la Sala de Calderas (Caldera N° 2).

- Se instaló una “Tee” con una válvula esférica bridada, S-150 D.N. 3” para las futuras aplicaciones en la Planta de Procesos (Secadores de las Líneas N°2, 3, 4 y 5).
- Las tuberías y accesorios aéreos tienen aplicación de un sistema de pintura consistente en 03 capas: imprimante a base de zinc, intermedia epóxica y acabado poliuretano. El espesor total del sistema de pintura no es menor a 8 mils. Para el inicio del pintado no se permite tener expuesto el arenado más allá de cuatro horas, además de no permitirse pintar si las condiciones de lluvias están presentes, las condiciones generalmente favorables se dan en las mañanas.
- La ejecución de los trabajos de soldadura fue realizada por soldadores previamente calificados de acuerdo a normas, debiendo haber rendido las pruebas de suficiencia un ente Certificador.
- Los Ensayos No – Destructivos (END) fueron realizados por medio de inspección visual, inspección con tintes penetrantes e inspección radiográfica.
- Se realizó inspección de las juntas, en todo el perímetro de la unión soldada. Se evaluó las juntas de acuerdo a la norma ASME B31.3.

El principal requisito para el inicio de la construcción de la instalación interna es la comunicación a Cálidda del inicio de la fabricación con no menos de 10 días útiles de anticipación (ver Anexo 10). Este requisito se encuentra indicado en el ítem 9.2.7.1 del Procedimiento para la habilitación de suministros en Instalaciones Internas de Gas Natural de Osinergmin (ver Anexo 11).

Previo al inicio de trabajos, se realizaron estudios previos, comprobaciones de replanteo, revisión de los lugares donde se harán las acometidas con los equipos de consumo y con la red externa de gas natural. Luego se solicitaron los espacios disponibles para las instalaciones provisionales en obra, para el acopio y almacenamiento de los materiales, para los accesos y para los puestos de fabricación, esto con el fin de conseguir una máxima productividad.

#### ✓ **Tramo enterrado**

La Red Interna comienza desde la válvula de corte general ubicada aguas abajo del medidor de gas y fuera del recinto de la estación primaria. Para determinar el inicio de línea de la red interna, tiene que estar aprobada el Acta de ubicación de la Estación Primaria (ver Anexo 12) firmado solamente por Cálidda y el Usuario final, en este caso, Molitalia S.A.

El Acta de Ubicación es un documento donde se indica la posición y ubicación de la válvula de servicio externa, desde ese punto es que

se construyó el Accesorio de Ingreso a la Estación (AIE) y es la referencia principal para la construcción del Recinto de la Estación Primaria (ver Anexo 13), y a la salida de la estación es donde se ubica la válvula de corte general, mencionada en el párrafo anterior.

- **Trazo y replanteo**

Se inició el proceso con el trazado de la línea y en especial del eje para la zanja, señalizando los límites de excavación y verificando con las demás especialidades del proyecto, que no existan interferencias, y si las hubo, se marcaron estas zonas puntuales.

La decisión de replantear el recorrido o continuar con el plan inicial se tomó en obra, revisando la aplicación de la NTP respecto a cruces o paralelismos con tuberías de otro servicio.

- **Excavación de zanja**

Luego se inició la excavación de la zanja haciendo uso de una retroexcavadora con la finalidad de que se obtenga la forma geométrica y dimensión de zanja deseadas.



FIGURA 4.4  
EXCAVACIÓN DE ZANJA



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

Las dimensiones de la zanja están esclarecidas en la NTP 111.010, donde se indica que la tapada mínima de las tuberías enterradas es de 60 cm, en los cruces de camiones con circulación de vehículos, debió ser aumentada la tapada a 1.2 m.

La zanja y el material de relleno estuvieron exentos de objetos cortantes (por ejemplo, piedras) a fin de evitar daños en las tuberías o el deterioro de su revestimiento.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> NTP 111.010-2003 Rev.2014. Item 17.4, página 27

FIGURA 4.5  
ZANJA PARA TUBERÍA DE HDPE



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

- **Electro fusión de tuberías de polietileno**

Previo al desfile de tuberías dentro de la zanja, es que se inicia el proceso de soldadura de la misma bajo el procedimiento de electro fusión.

Para comenzar a electro fusionar la tubería, se verificó que la tubería de polietileno sea del mismo diámetro que del accesorio, luego se

cortó la tubería, siendo dicho corte perpendicular al eje de la tubería; es fundamental raspar las caras de la tubería a unir con la ayuda de un raspador mecánico o manual hasta obtener como mínimo uniformemente, aproximadamente 0.15 mm de rebane en el espesor de la tubería.

Se biselaron los bordes externos de las tuberías, para evitar que al insertar el accesorio a electro fusionar, aquellos se dañen. Después del raspado no se toca la zona a fusionar para evitar la contaminación de la junta, se debe tratar con el cuidado necesario para no contaminar las superficies.

FIGURA 4.6  
RASPADO Y BISELADO DE TUBERÍAS DE HDPE



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

Luego de la limpieza de la viruta se alinean los extremos de manera tal, que no se produzcan movimientos indeseados, se marca la

tubería para determinar la profundidad de penetración con respecto al accesorio.

Una vez listo, se debe conectar los elementos de electro fusión a la fuente de poder. Luego se leyó con un lápiz óptico el código de barras que viene impreso en el accesorio, el cual posee un parámetro de fusión que la máquina reconocerá.

FIGURA 4.7  
CONEXIÓN A LA FUENTE DE PODER Y SETEO DE  
PARÁMETROS



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

Finalmente, se activó el ciclo de fusión de acuerdo a las instrucciones de instalación del fabricante del equipo, comprobando en todo momento que el equipo de electro fusión no indique ningún error al finalizar el ciclo de fusión. El proceso concluye cuando el material fundido salió por los testigos de soldadura. Se constató la

no existencia de derrames de material por los bordes de la pieza electro fusionada; de encontrarse derrame de material, dicha pieza será rechazada. Concluido el proceso se dejó enfriar para luego quitar el alineador utilizado.

Concluido y aprobado el proceso de electro fusión, se procedieron a firmar los protocolos de soldadura (ver Anexo 14), cabe resaltar que este procedimiento tiene que ser realizado por un personal calificado (ver Anexo 15).

FIGURA 4.8  
ELECTROFUSIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIO DE UNIÓN



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

- **Tendido de tuberías enterradas**

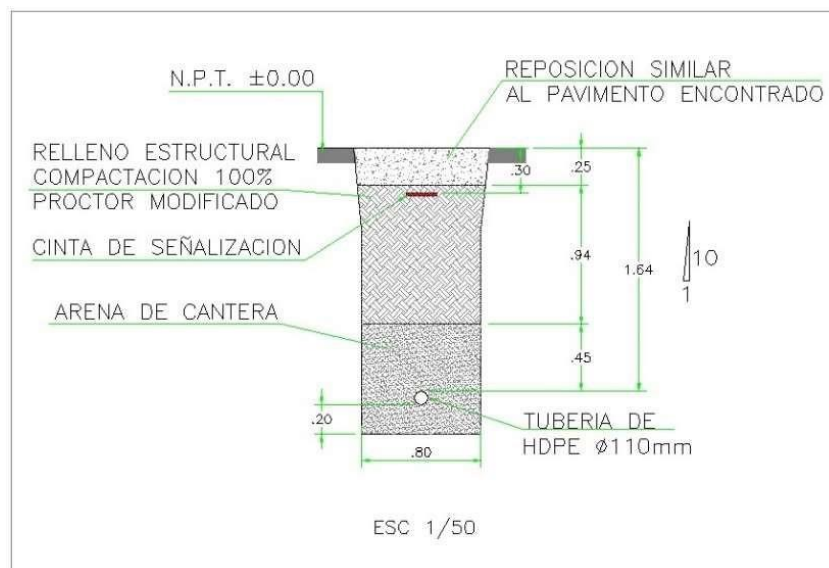
Después de concluir con la soldadura de la tubería de polietileno se procedió con el tendido de tubería, colocando los tubos sobre sacos de arena fina al costado de la zanja. El manipuleo y montaje se hace

de forma manual debido al tramo no tan extenso además del bajo peso de la tubería comparado con la del acero al carbono.

- **Relleno y compactado de zanja**

El relleno de la zanja tiene tres capas principales, la primera es el relleno con arena fina de cantera de río, este es colocado inmediatamente sobre la tubería de polietileno luego de que esta haya pasado por una prueba de hermeticidad, de la cual se hablará más adelante.

FIGURA 4.9  
DETALLE TÍPICO DE ZANJA PARA TUBERÍA ENTERRADA



Fuente: Elaboración propia

Como segunda capa se utiliza el material propio de la excavación luego de ser cernido, este es depositado en capas hasta alcanzar

los niveles solicitados, con un adecuado humedecimiento para que pueda ser compactado, ya que se aplicó un ensayo de *proctor* que corrobore una compactación al 100% (ver Anexo 16).

Por último, la tercera capa depende del piso final que lleve la Planta, en el caso de este proyecto el pavimento final fue de concreto.

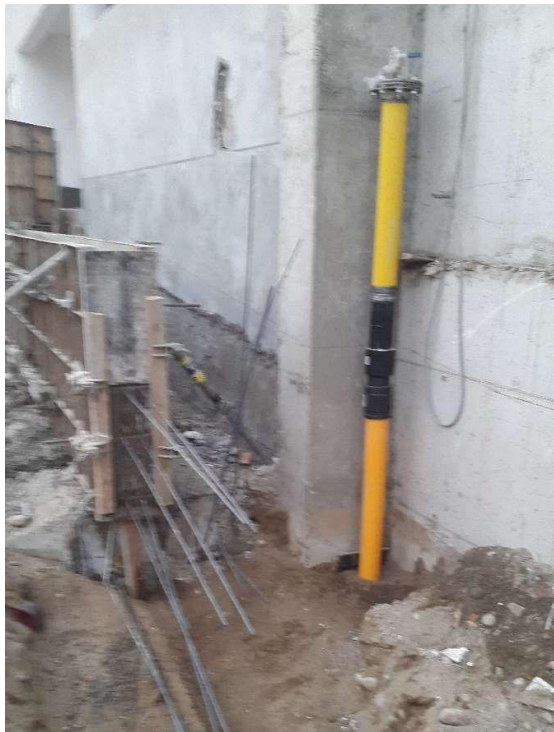
FIGURA 4.10  
RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJA



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

Los adaptadores de transición PE/acero se instalaron de tal forma que el acero del accesorio no esté bajo tierra, esto para evitar corrosión ya que no se le instala un revestimiento de protección. Adicionalmente, se construyó un murete de concreto que proteja la zona de transición.

FIGURA 4.11  
TRANSICIÓN DE PE / ACERO



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.



FIGURA 4.12  
MURETE DE PROTECCIÓN DE TRANSICIÓN DE PE/ACERO



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

- ✓ **Tramo aéreo y Estación Primaria**
- **Preparación superficial y Pintado de tuberías de acero al carbono**

El método de preparación superficial de las tuberías fue bajo la norma SSPC y equivalente al grado metal blanco o SSPC-SP5, tanto para las tuberías de la red interna como para los spools de la Estación Primaria, es decir, se utilizó un abrasivo del tipo granalla proyectada a presión para limpiar la superficie, eliminando toda escama de laminación, óxido, pintura y cualquier material incrustante (ver Anexo 17). La superficie debe verse libre de aceite, grasa, polvo, óxido, capa de laminación y restos de laminación sin excepciones. No se permitió el inicio del pintado si las condiciones ambientales no eran las adecuadas en temperatura, humedad y punto de rocío para

lo cual se utilizaron psicómetros y termómetros de superficie. Los valores mínimos aceptados son indicados por el proveedor de la pintura.

En el caso particular de la Estación Primaria, primero fue el proceso de soldadura ya que el granallado y pintura se hizo por spools, el proceso de soldadura dañaría la pintura si es que se fabrican con tubería previamente pintada. Para los spools se aseguró cada brida y en particular que las superficies estriadas como los asientos de brida, se encuentren apropiadamente protegidas contra el granallado, y los trabajos subsecuentes.

FIGURA 4.13

#### SPOOLS GRANALLADOS DE ESTACIÓN PRIMARIA



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

Las tuberías y accesorios aéreos contaron con la aplicación de un sistema de pintura consistente en tres capas: imprimante a base de zinc, intermedia epóxica y acabado poliuretano. El espesor total del sistema de pintura no fue menor a 10 mils de acuerdo a la siguiente configuración de colores:

- Tuberías y válvulas de gas: Amarillo, Pintura de Poliuretano, código RAL 1004
- Soportes: Verde, Esmalte sintético, código RAL 6002

FIGURA 4.14

#### MEDICIÓN DEL ESPESOR DE PINTURA EN TUBERÍAS



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

Se tiene mucho cuidado con los spools de la estación primaria ya que la inspección por parte de los supervisores de Cálidda, es mayor siempre para todo lo referente a la ERMP.

Además de las visitas que realiza Cálidda, también está presente durante el inicio de cada proceso de la obra, personal representante de la Empresa Certificadora, quienes son los que elaboran los Registros de las visitas realizadas dando conformidad o no, al trabajo realizado.

FIGURA 4.15  
EMPAQUETADO DE SPOOLS DE ESTACIÓN PRIMARIA



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

- **Soldadura en campo**

Una vez que se verifican los alcances de las Normas aplicados al proyecto se dio inicio al proceso de soldadura de los varillones de

tubería (12 m.) para luego ser montados en los soportes metálicos que se encuentran en los edificios de la planta.

Para el soldeo de tuberías se aplicó todo lo indicado en el procedimiento de soldadura (WPS) aprobado, y quienes ejecutan este trabajo son soldadores homologados bajo este procedimiento, donde se definieron los siguientes parámetros:

- Proceso a emplearse
- Materiales de la tubería y accesorios
- Diámetros y espesores que abarca dicho procedimiento
- Diseño de la junta
- Metal de aporte y número de cordones
- Características eléctricas
- Posición de soldadura, entre otros.
- La aplicación del proceso de soldadura se dio de acuerdo a los siguientes pasos:

### **Biselado**

Consiste en la preparación mecánica de los bordes de la tubería, los cuales responden a un diseño previo, definidos en el WPS. Los biseles se realizan con un equipo de poder llamado Amoladora, la cual es de movimiento elíptico y se usa hasta dejar el metal libre de óxido. Estas superficies no deben permanecer expuestas al medio ambiente.

FIGURA 4.16  
PROTECCIÓN DEL BISEL PREVIO A LA SOLDADURA



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

### **Alineamiento y Soldadura**

Para la alineación y soldadura de las tuberías entre sí, se fijaron y alinearon con grapas de acero y luego se apuntalaron para evitar desalinear los elementos; los puntos de soldadura se retiran al completar parte de la raíz de la junta soldada.

FIGURA 4.17  
PASE DE RAÍZ Y RETIRO DE PUNTO DE FIJACIÓN



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

La ejecución de los trabajos de soldadura se realizó por soldadores previamente calificados (ver Anexo 18) en base a los procedimientos de soldadura aprobados (ver Anexo 19), específicamente para el soldeo de los spools de la ERMP, se debe haber rendido las pruebas de suficiencia ante el Certificador y Calificador de soldadura, bajo la supervisión de Cálidda.

Se verificó el acabado y las dimensiones del cordón de soldadura para luego realizar la limpieza de los cordones con un disco abrasivo y escobilla circular, con el uso de una amoladora eléctrica. No se permite la limpieza manual de los cordones.

Durante los tres pases de soldadura, raíz, relleno y acabado, se realizó la inspección visual respectiva por el Ingeniero de Control de Calidad, que, en el caso del proyecto, contaba con código CWI, Certified Welding Inspector por sus siglas en inglés.

- **Montaje de tuberías**

Los criterios de montaje se basaron en el Item 15 de la NTP 111.010. Rev. 2014, Construcción del Sistema de Tuberías (ver Anexo 08).

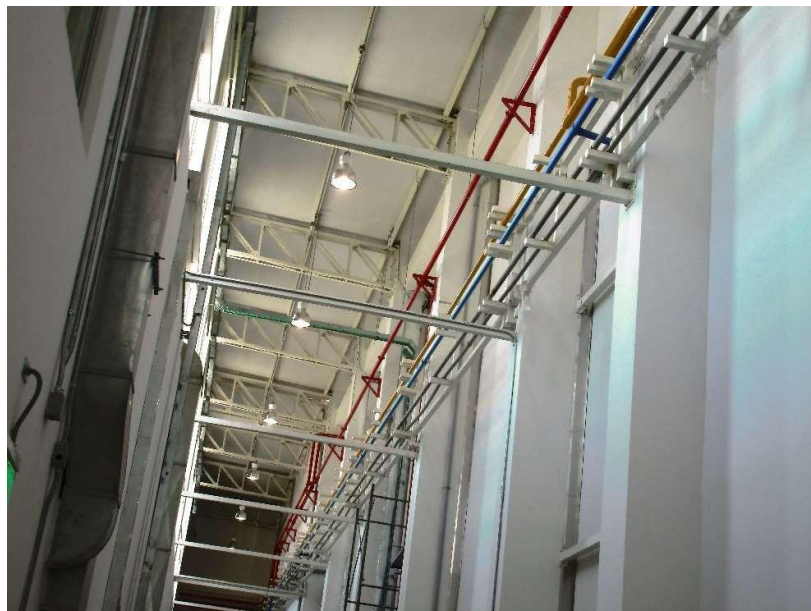
Las maniobras fueron supervisadas por el Supervisor Mecánico o en ausencia de este, por el operario maniobrista jefe de cuadrilla.

Las tuberías se instalaron de manera que sean fácilmente accesibles para la inspección y el mantenimiento. Asimismo, que su operación no presente dificultades ni implique riesgos, debiendo

para tal fin instalarse elementos de unión suficientes tales como bridas, uniones dobles, otros, que permitan el cambio de los elementos y/o aparatos que componen la instalación.<sup>13</sup>

Las estructuras de la planta han sido diseñadas con un pipe de rack de acero en el cual se soportaron todas las tuberías aéreas de las distintas líneas de servicio, cumpliendo con el distanciamiento y espaciado entre tuberías que exige la NTP 111.010 2003 Rev.2014.

FIGURA 4.18  
PIPE RACK DENTRO DE PLANTA



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

---

<sup>13</sup> NTP 111.010-2003 Rev.2014. Ítem 15.1.2, página 23



TABLA 4.10 DISTANCIAS MÍNIMAS ENTRE TUBERÍAS DE GAS NATURAL CON TUBERÍAS 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: NTP 111.010-2003 Rev.2014. Ítem 15, página 25

TABLA 4.11 DISTANCIAS ENTRE SOPORTES DE TUBERÍAS

Tamaño nominal de la tubería rígida (pulgadas)	Distancia entre soportes		Tamaño nominal 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	1,85	6
1 1/4 ó mayores (horizontales)	3,0	10	7/8 o 1	2,45	8
1 1/4 ó mayores (verticales)	Una en cada nivel o piso				

Fuente: NTP 111.010-2003 Rev.2014. Ítem 19, página 29

Para el montaje de tuberías que estén dentro de los edificios de la planta, se utilizaron eslingas de nylon para la correcta sujeción de la tubería al momento de las maniobras de izaje, en la mayoría de zonas interiores del recorrido de tuberías no se cuenta con el suficiente espacio para utilizar equipos móviles por lo que son necesarias las maniobras manuales. Las eslingas de nylon se

revisaron diariamente y se tuvieron siempre repuestos almacenados en obra para que, en caso de que la eslinga se haya deteriorado, pueda ser sustituida inmediatamente.

Para las tuberías que pasan por el rack exterior, es decir, en los ejes I y 10 según plano Layout CS-1030139-JE-G-01 Rev.2 (ver Anexo 20) se utilizaron Man Lifts para el izaje de varillones de 12m. Los empalmes de soldadura entre varillones se hicieron en sitio a una altura de 13m.

FIGURA 4.19  
SOLDEO DE VARILLONES EXTERIORES



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

FIGURA 4.20  
RACK DE TUBERÍAS EJE 10 Y HACIA CALDERA



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

- **Estaciones de regulación y medición Primaria y Secundarias**  
**Estaciones de Regulación Secundarias (ERS)**

Las estaciones de regulación se encuentran ubicadas en los puntos de consumo de gas de la planta, en ellas se reduce la presión de gas natural que hay en la línea troncal de la red interna, hasta la presión que requieren los puntos de entrega.

Estas estaciones de regulación de presión constan siempre del siguiente equipamiento:

- **Válvula esférica de aislamiento.** Debe montarse una válvula de accionamiento manual aguas arriba de todo el kit de filtrado y regulación de la estación secundaria, que sirva para el corte

del flujo de gas ante cualquier inconveniente o para del equipo. Se deben colocar para impedir su manipulación inadvertidamente pero que sean capaces de operar rápidamente si se requiere.

- **Filtro.** Se montó un filtro aguas arriba del regulador de presión que proteja a este equipo de impurezas que sean arrastradas en la tubería, si la estación de regulación contase con un by-pass, dicha línea debe tener instalado un filtro de similares características. En ambos casos, el filtro debe ser instalado de una forma que facilite su mantenimiento.
- **Manómetro de alta.** Con este manómetro se supervisa la presión de gas que ingresa al regulador, debe ser la misma que la que sale de la estación primaria, con esto se mide que no hubo una caída de presión en todo el recorrido de la línea. Deben ser adecuados para entornos corrosivos y con protección media ambiental. Dependiendo de su ubicación es que se utilizaron manómetros de dial 2 ½" o de 4", en ambos casos se llenaron con glicerina, lo que los hará adecuados para uso en equipos en los que se producen vibraciones. El líquido minimiza el efecto de ese entorno, además de proteger el interior de los manómetros lubricando de manera continua el mecanismo.

- **Regulador de presión.** Controla la presión y el caudal de gas natural, debe contar con un sistema de auto bloqueo por sobrepresión el cual corta el suministro de gas antes de que la presión se vuelva excesiva, además incluye una válvula de descarga de seguridad por si la del auto bloqueo no funcionara, esta válvula descargará el fluido por una línea de tubería hacia los cuatro vientos.
- **Manómetro de baja.** De similares características que el manómetro de alta, pero con un rango de presión en milibares, se utiliza durante la regulación del sistema en un arranque inicial del equipo, además de controlar la presión de ingreso de gas al punto de entrega.
- **Medidor de gas.** Este equipo es opcional ya que no es fiscalizado por Cálidda, pero generalmente son instalados en los puntos de consumo con mayor demanda de gas, para que el cliente o usuario pueda hacer un seguimiento más fino al consumo. Para este proyecto se instalaron medidores del tipo rotativo al igual que en la ERMP, para las estaciones secundarias de la caldera y del secador, puntos de mayor demanda de gas.

Respecto a la construcción mecánica de las estaciones secundarias, estas fueron de fácil acceso al operador del equipo para su utilización y mantenimiento, están ubicadas en una posición en los

que sean visibles los manómetros de presión y contar con una línea de venteo de gas hacia los cuatro vientos, esta línea debe ser completamente independiente de la línea de alivio del regulador de presión.

FIGURA 4.21  
ESTACIÓN DE REGULACIÓN SECUNDARIA DE CALDERA



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

FIGURA 4.22  
ESTACIÓN DE REGULACIÓN SECUNDARIA DE SECADOR



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

FIGURA 4.23  
ESTACIÓN DE REGULACIÓN SECUNDARIA DE  
CALENTADORES



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

FIGURA 4.24  
ESTACIÓN DE REGULACIÓN SECUNDARIA DE COCINA



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

## Estación de Regulación y Medición Primaria

La fabricación de la ERMP se inició antes del proceso de pintura de las tuberías, debido a que es mejor habilitar y soldar los spools para luego ser granallados y pintados, esto para evitar que la soldadura dañe todo el recubrimiento realizado.

FIGURA 4.25

### SOLDADURA DE SPOOLS ESTACIÓN PRIMARIA



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

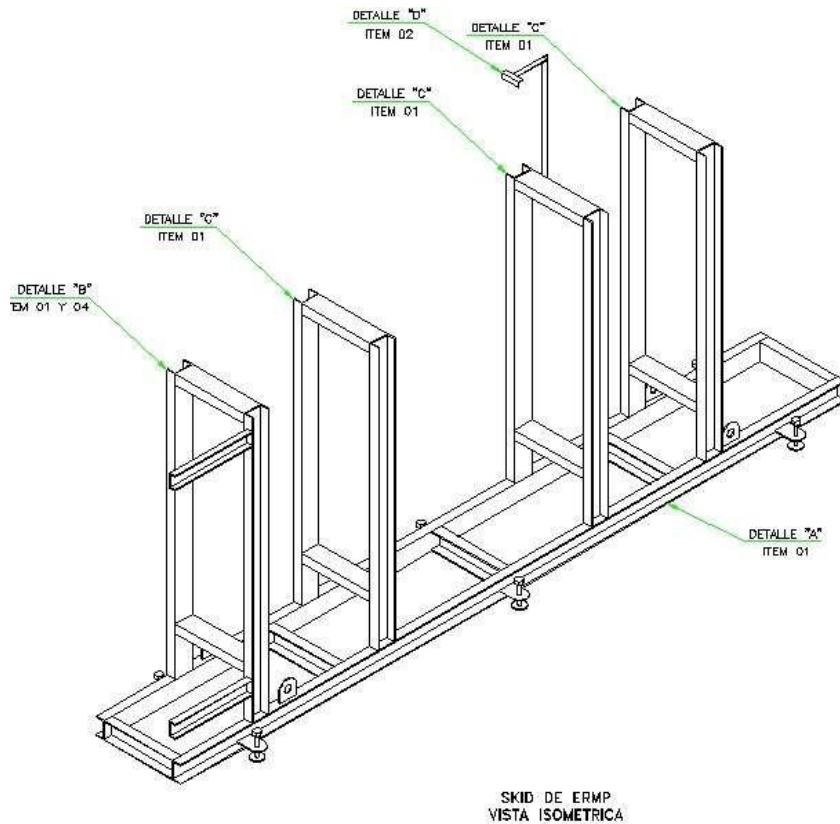
El armado de los spools de la ERMP se dio sobre una base de acero “skid-mounted”, el cual será granallado y pintado de color verde RAL 6002. Se le dio el mismo tratamiento de acabado al recubrimiento de pintura del soporte que al de la ERMP.



El detalle de esta base metálica se encuentra en el plano CS-1030139-JE-M-01-B (ver Anexo 22).

FIGURA 4.26

SOPORTE DE SKID DE ESTACIÓN PRIMARIA

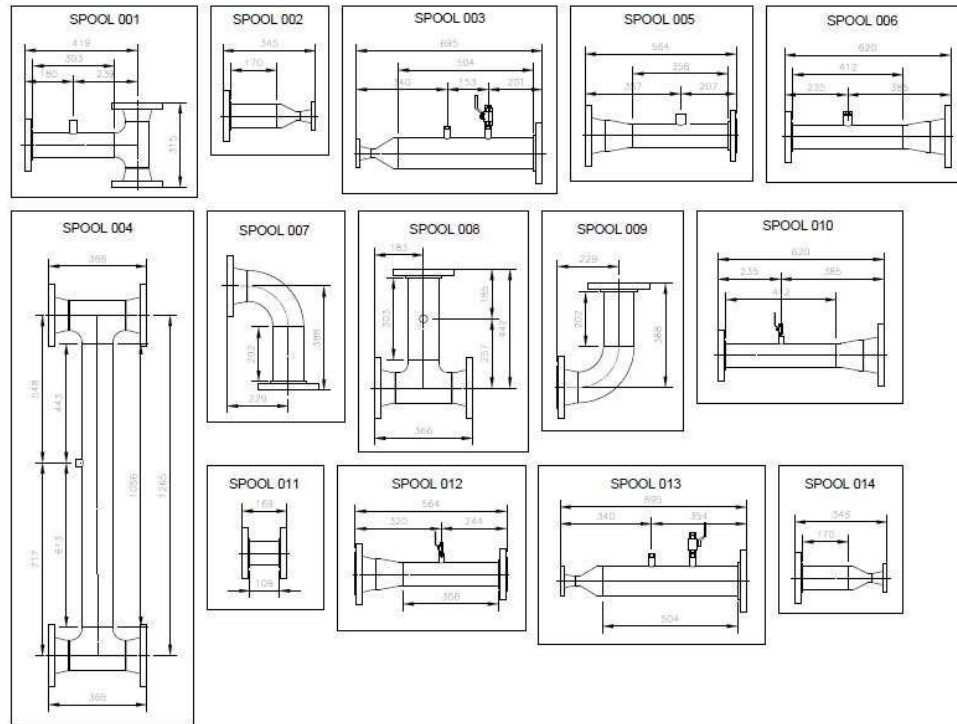


Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

Las medidas de la estación primaria son de 5 m de largo x 0.7 m de ancho x 1.7 m de alto aproximadamente y está conformado por 14 piezas de distintas dimensiones, las cuales se encuentran en el plano de despiece de la estación primaria CS-1030139-JE-M-01-A (ver Anexo 23).

FIGURA 4.27

DESPIECE DE SKID DE ESTACIÓN PRIMARIA



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

El armado de la estación primaria se realizó con sumo cuidado, para no dañar la pintura de los spools y se evitó el esfuerzo en la unión de bridas. La ERMP se instaló dentro del predio del cliente, tan cerca como sea posible de la válvula de servicio para reducir la longitud del AIE. La ERMP se ubicó en el límite de la propiedad, dentro de un recinto que se ubicó al sureste de la Planta Industrial proyectada, próxima al edificio administrativo.

La estación primaria es de doble ramal de regulación, uno de estos ramales es de stand-by y se utiliza para efectos de mantenimiento.

Cada ramal contiene:

- **Válvula esférica de aislamiento.** Debe montarse una válvula de accionamiento manual aguas arriba de todo el kit de filtrado y regulación de la estación primaria, que sirva para el corte del flujo de gas ante cualquier inconveniente o para del equipo.
- **Manómetro de alta.** Con este manómetro se supervisa la presión de gas que ingresa a la válvula reguladora, que oscila entre los 10 – 19 barg. Deben ser adecuados para entornos corrosivos y con protección media ambiental. Son de 4” de dial y contiene glicerina lo que minimiza el efecto de vibraciones, además de proteger el interior de los manómetros lubricando de manera continua el mecanismo.
- **Filtro.** Se montó un filtro aguas arriba del regulador de presión para la protección de los elementos de la estación contra la suciedad. Esta carcasa tiene conexiones bridadas y en ella se aloja el elemento filtrante que almacena la suciedad retirada del gas. Este elemento se fabrica de materiales porosos o permeables y se monta sobre un alma de acero.
- **Válvula reguladora de presión.** Cumple con la reducción, control y estabilización del flujo de gas natural, debe contar con

un sistema de auto bloqueo por sobrepresión el cual corta el suministro de gas antes de que la presión se vuelva excesiva.

- **Válvula de alivio.** El ramal principal o en uso cuenta con una válvula de alivio de presión la cual va conectada a una línea de venteo hacia los cuatro vientos, que permite aliviar la presión de la línea en caso de sobrepresión o falla de la estación.
- **Medidor Rotativo.** Debido a la precisión con la que se debe realizar la medición del gas natural, es de vital importancia que la selección de este equipo se realice con criterios claros y fiables de las condiciones del flujo a medir. Este medidor permite realizar el registro del gas que pasa y mueve los pistones, en donde cada rotación corresponde y transfiere un volumen específico de gas natural, esto permite realizar el registro usado en la facturación del suministro.
- **Unidad correctora de volumen.** Su función es convertir el volumen medido por el contador del medidor de gas a condiciones de referencia. Utiliza los valores medidos de volumen, presión y temperatura, gracias a unos captadores incorporados, para proporcionar el volumen corregido. Incluye una toma para la conexión de una computadora portátil.
- **Manómetro de baja.** De similares características que el manómetro de alta, pero con un rango de presión menor.

FIGURA 4.28

ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN PRIMARIA



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

El montaje del medidor de gas como la unidad correctora de volumen, no es parte de la instalación mecánica de la estación primaria, esta actividad es realizada por personal Cálidda al momento de la habilitación del servicio.

La altura al eje de la brida de ingreso indicada en el plano de la estación primaria debe respetarse, para esto se pueden utilizar los reguladores de altura de la base metálica; la cota de la altura al eje de la brida de ingreso de la ERMP se informa al constructor del Accesorio de Ingreso a la Estación (AIE) para que pueda actualizar

sus planos y que al momento de fabricar la AIE coincida a cabalidad con la brida de ingreso.

FIGURA 4.29

ACCESORIO DE INGRESO A LA ESTACIÓN (AIE)



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

Las bridas de ingreso y salida de la estación primaria llevan unas juntas dieléctricas, que cumplen la función de aislar el sistema de protección catódica del accesorio de ingreso (AIE) y la red interna. La función de la junta dieléctrica es evitar que haya flujo de corriente entre las dos bridas, en consecuencia, debe evitarse todo contacto metálico entre ambas bridas, incluyendo el uso de tubos aislantes para los espárragos además de arandelas de material no conductor.

- **Pozo a tierra.** Uno de los motivos por lo que la ERMP se aísla de la red interna y del AIE, es para que pueda contar con su propio pozo a tierra, así se garantiza la integridad física de los equipos eléctricos además de dispersar a tierra las corrientes de falla y las provenientes de sobretensiones ocasionadas por rayos o descargas en líneas.

La elección del lugar del pozo a tierra se hizo con la ayuda de los planos de las instalaciones subterráneas; eléctricas, sanitarias (agua, desagüe), combustibles, líquidos, gas, aire y otras estructuras enterradas para no interferir con ellas. El pozo a tierra está alejado del tablero eléctrico más cercano al recinto de la ERMP, al menos unos 5 metros como mínimo.

A continuación, se detalla el procedimiento seguido para la construcción del pozo a tierra:

**Primer paso:**

Excavar un pozo de 1m aproximadamente de diámetro por una profundidad de 3m, en donde se desecha todo material que ofrezca alta resistencia como son piedras, hormigón, etc.

Luego se prepara el arreglo de varilla de cobre con el electrodo auxiliar, que vendría a ser el cable de cobre desnudo.

**Segundo paso:**

Se rellena el pozo con tierra de cultivo tamizada hasta unos 30 centímetros y de ahí se compacta esta tierra, luego se coloca la barra de cobre que mide 2.4 m de longitud, se llena nuevamente con tierra de cultivo hasta unos 20 centímetros, se vuelve a compactar y este procedimiento se repite hasta completar la mitad del pozo. La tierra debe estar húmeda.

**Tercer paso:**

Se disuelve la dosis azul del Thorgel en 20 litros de agua, se vierte en el pozo y cuando ya fue absorbido, se realiza el mismo proceso con la dosis color crema hasta que nuevamente sea absorbida.

**Cuarto paso:**

Se repite el tercer paso hasta culminar el llenado del pozo; finalizando esto se coloca una caja registro de concreto con tapa, por medio de esta caja es que se realizarán las mediciones del pozo y facilita el mantenimiento del pozo. Se recomienda echar al pozo 30 litros de agua cada 4 a 6 meses.



FIGURA 4.30  
CONSTRUCCIÓN DE POZO A TIERRA PARA ESTACIÓN  
PRIMARIA



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

FIGURA 4.31  
CONEXIÓN A TIERRA DE ESTACIÓN PRIMARIA

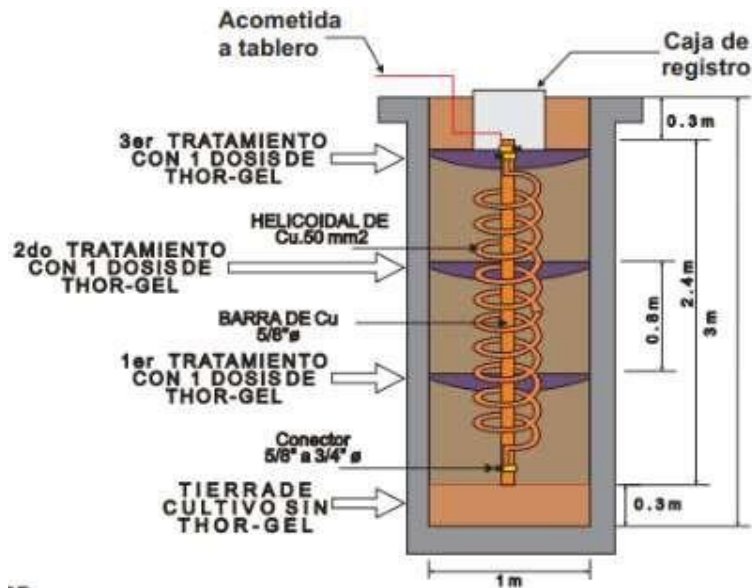


Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

Los puntos que se conectan al pozo a tierra son, la estación primaria, la base de la estación y la puerta metálica del recinto.

FIGURA 4.32

DISEÑO TÍPICO DE POZO A TIERRA



Fuente:

<http://www.eliseosebastian.com/documentos/ManualPuestaTierra.pdf>

➤ **Etapa N° 04: Pruebas, ensayos y certificación de la instalación**

La primera parte de esta etapa del proyecto consistió en los ensayos y pruebas que brindan la confianza de que la instalación realizada cumple con las especificaciones y normas aplicables.

Se realizaron para reducir riesgos, probar la calidad, seguridad y cumplimiento de las exigencias técnicas, se verifican daños y confirmamos la confiabilidad de la instalación.

## ✓ **Preparación Superficial**

La inspección en el proceso de pintado implica algunos ensayos los cuales se desarrollaron a distintos momentos a lo largo de la secuencia de diferentes pasos.

Antes de comenzar la preparación superficial debe ser necesario inspeccionar la tubería y perfiles de acero para determinar si se puede iniciar el granallado de las mismas. Deben ser removidos de manera manual depósitos de grasa, mugre, polvo, suciedad y otros contaminantes, lo que asegura que estos no se depositarán en la superficie recién granallada.

### • **Medición de condiciones ambientales**

Las medidas con el psicrómetro calibrado fueron tomadas antes de que el trabajo comience cada día y periódicamente durante el día. Se recomienda una frecuencia mínima de toma de lecturas de condiciones ambientales de cada 4 horas, o más frecuente si las condiciones ambientales tienden a desmejorar.

La industria ha establecido un estándar sobre el factor de seguridad de temperatura de punto de rocío/temperatura de superficie, en la cual se indica que el granallado o la aplicación de pintura no deben ejecutarse a menos que la temperatura de la superficie sea como mínimo 3°C mayor que el punto de rocío en ese momento.

FIGURA 4.33  
MEDICIÓN DE CONDICIONES AMBIENTALES - USO DE  
PSYCOMETRO



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

- **Medición de rugosidad**

Las superficies granalladas no deben quedar expuestas por más de cuatro horas; antes de la aplicación de la primera capa base, se midió la rugosidad o perfil de anclaje de las tuberías y spools mediante un Testex Press o Film compuesto por:

- Comparador milesimal
- Herramienta de presión
- Patrón para cinta réplica
- Cinta réplica

La cinta réplica (capa de espuma compresible) se presiona contra la superficie granallada, adquiriendo una impresión de la superficie.

FIGURA 4.34

CINTA TESTIGO PRESS - O FILM



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

Esta impresión se coloca en el reloj comparador calibrado y se resta la contribución del sustrato incompresible (50 micrómetros o 0.002 pulgadas), obteniendo una medida del perfil de superficie, las cuales se plasman en el protocolo de ensayo de rugosidad (ver Anexo 24). Este procedimiento es importante ya que, si el resultado de la superficie es demasiado suave, el recubrimiento con pintura no tendrá la adherencia correcta y si la superficie es muy rugosa, los picos se asomarán a la superficie y se provocará la oxidación.

FIGURA 4.35

RELOJ COMPARADOR DE RUGOSIDAD



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

- **Medición de espesor de pintura**

Existen en la industria varios métodos para determinar el espesor de la película de pintura aplicada y curada, sin embargo, resulta de interés evaluar el espesor húmedo con la finalidad de realizar la corrección durante la aplicación para alcanzar un definido valor de película seca. Por estos motivos, los métodos de medida se clasifican para cuantificar el espesor de la película al estado húmedo y seco.

Si la pintura se encuentra al estado húmedo, el método más sencillo es la utilización del peine o galleta; para película seca, el método no

destrutivo de mayor uso es el del medidor digital, basado en el principio de la aguja deflectora.

En lo referente a la *galleta*, este dispositivo posee dientes de diferente longitud; se lo presiona sobre la película fresca en ángulo recto hasta alcanzar el contacto con la superficie de base. El diente de mayor longitud que no entró en contacto con la pintura indica el espesor de película húmeda.

El principio de la *aguja deflectora* determina sólo el espesor total; tiene dos apoyos que se fijan sobre la superficie pintada y una punta central conectada a un sistema de transmisión que permite deflecionar una aguja sobre una escala circular graduada. Actualmente se utilizan medidores de película seca *digitales* donde la aguja es reemplazada por un sensor que forma parte de un cabezal de medición, el cual está montado sobre muelles y evitan las vibraciones que pueden afectar los resultados de medición que se muestran en la pantalla digital.

FIGURA 4.36  
MEDIDOR DIGITAL DE PELÍCULA SECA



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

✓ **Ensayos no destructivos**

Mientras se va ejecutando el trabajo de soldadura y ya se cuenta con tramos de tuberías completos, no se puede emitir ningún juicio sin una evaluación previa, para esto existen diferentes métodos y técnicas que nos permiten verificar la calidad del trabajo.

Para la evaluación de las juntas soldadas en producción se pueden emplear los siguientes ensayos no destructivos:

- Inspección visual
- Líquidos penetrantes
- Radiografía
- Ultrasonido
- Partículas magnéticas



Para efecto de la tesis se van a desarrollar sólo los END que se aplicaron en el proyecto, que son los tres primeros.

- **Inspección visual de soldadura**

El inspector de soldadura debe estar capacitado para la buena práctica de su trabajo con la documentación técnica, normas e instrumentos de medición.

- Inspección previa a la soldadura

La inspección inició con la revisión de los biseles de las tuberías revisando que no hallan laminaciones en los bordes.

Una vez que los tubos han sido alineados para su posterior soldadura, el supervisor de calidad puede detectar anomalías tales como separación inadecuada del talón, bordes con laminaciones, desalineación, entre otros.

FIGURA 4.37

ALINEAMIENTO DE TUBERÍAS



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

Antes de comenzar a soldar, como mínimo debe comprobarse que se cumplen los puntos que se mencionan en el procedimiento aprobado:

- Dimensiones y acabado de bisel
- Separación de talón
- Alineamiento
- Limpieza de bordes

FIGURA 4.38  
REVISIÓN DE BISEL



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

- Inspección durante la soldadura

Se revisaron todos los detalles de los procedimientos calificados y verificar su cumplimiento, estos son:

- Tensión, amperaje, velocidad, etc.
- Temperatura de precalentamiento
- Metal de aporte

Debido a la gran masa de metal a unir respecto al espesor del cordón y por la geometría de las uniones, es que la pasada o cordón de raíz es el más importante, ya que se pueden producir enfriamientos rápidos que pueden resultar en escorias y gases atrapados difíciles de eliminar, provocando que este material depositado sea susceptible a agrietarse.

FIGURA 4.39

#### PROCESO DE SOLDADURA GTAW



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

#### - Inspección después de la soldadura

Existen varios tipos de ensayos no destructivos que se aplican para esta parte de un proceso de soldadura, entre ellos la inspección visual (ver Anexo 25) sin embargo para el proyecto

sólo se aplicaron dos tipos de procedimientos exigidos por la normativa vigente.

El porcentaje de END exigidos para redes industriales de gas natural es, para la Estación Primaria, 100% de juntas en la línea de alta presión y 30% para la línea de baja presión. Para la red interna los END se aplicaron al 10% de todas las juntas soldadas, buscando un equilibrio entre la aplicación de dos procedimientos comunes, que son, la aplicación de tintes penetrantes a las juntas soldadas a Socket Weld y pruebas radiográficas para las juntas a tope.

- **Inspección por líquidos penetrantes**

Se retiró la pintura adherida, cuerpos extraños e irregularidades superficiales que interferían con la inspección, principalmente: óxido, polvo, grasa, suciedad, escorias, etc. Se usó escobilla metálica manual o mecánica y trapo industrial limpio sin hilachas. Los agentes típicos de limpieza que podemos usar son detergentes, solventes orgánicos, soluciones de decapado y removedores de pintura; también se pueden utilizar desengrasantes.

Después de la limpieza, el secado de la superficie a examinar se puede completar por evaporación normal, por aire caliente o frío forzado, o por exposición a la temperatura ambiente. Se debe establecer un periodo mínimo de tiempo (5-10 minutos) para

asegurar que la solución de limpieza se ha evaporado, previamente a la aplicación del penetrante.

Para la inspección se utilizaron penetrantes visibles con método de aplicación tipo "spraying" (penetrante, removedor y revelador).

Después que la pieza fue limpiada, secada y está al menos en el rango de temperaturas de entre 10°C y 52°C, se aplica el penetrante por rociado (spraying) a la superficie a ser examinada, de tal forma que toda la pieza o parte examinada sea cubierta completamente por el penetrante. El tiempo del penetrante debería ser el tiempo recomendado por el fabricante del líquido, sin embargo, se recomienda un tiempo de 5 minutos para la penetración.

Después de transcurrido el tiempo requerido de penetración, el exceso de penetrante es removido tan pronto como sea posible, usando trapos de secado. Este acto se repite hasta que se todas las trazas de penetrante hayan sido removidas, luego se humedece levemente el trapo con removedor, y se procede a retirar las trazas remanentes. Se recomienda evitar el uso excesivo de removedor. Por ningún motivo se debe salpicar (flushing) la superficie con solvente seguidamente a la aplicación del penetrante y previo al revelado.

El revelador fue aplicado tan pronto como sea posible después de removido el penetrante. La aplicación insuficiente de revelador no

podrá mostrar claramente las discontinuidades, asimismo, el uso excesivo de revelador podría enmascarar las discontinuidades.

El tiempo mínimo de revelado no fue menos de 10 minutos, el cual empieza inmediatamente después de la aplicación.

La limpieza fue necesaria en aquellos casos donde el penetrante o revelador podría interferir con subsecuentes procesos o servicios, estos residuos podrían combinarse con otros factores y pueden producir corrosión. Los resultados se detallan en el Registro correspondiente (ver Anexo 26).

FIGURA 4.40  
APLICACIÓN DE TINTES PENETRANTES



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

- **Inspección por radiografiado industrial**

Este método de END tiene como objeto obtener información sobre la microestructura interna de la junta soldada.

Para registrar imágenes del estado interno de las juntas soldadas, se utiliza el principio de transparencia por ondas electromagnéticas con rayos gamma. La aplicación de este END requiere el uso de una fuente de radiación que sensibilizará una película radiográfica obteniendo una imagen radiante. Esta imagen radiográfica es el registro de la estructura de la junta soldada, sobre la cual se verificó si existe discontinuidad, cambios de sección, variaciones locales de densidad o cualquier otro defecto.

El film consiste en un soporte transparente cubierto con una capa de haluro de plata, cuando este film es expuesto a radiación gamma, se produce una excitación fisicoquímica de los granos de haluro de plata, la radiación es parcialmente absorbida, en función del espesor y densidad del material atravesado, constituyendo la “imagen radiante” de la junta. Esta imagen radiante es recogida por el film fotográfico que fue instalado detrás de la junta analizada, contra el efecto de la luz.

En la radiografía aquellas partes más oscuras corresponden a las zonas donde la intensidad de radiación ha sido mayor, es decir, a la parte de la junta soldada que tiene menor espesor o menor densidad.

Al observar la placa radiográfica o film fotográfico se pueden detectar los siguientes defectos:

- Penetración inadecuada
- Fusión incompleta
- Concavidad interna
- Inclusión de escoria
- Porosidad
- Fisuras, entre otras.

El ensayo radiográfico se puede resumir de la siguiente manera:

- Verificar las dimensiones de la pieza mecánica a ser radiografiada
- Se define la distancia entre la fuente y la película, cantidad de películas, etc.
- Se monta el soporte o chasis
- Se define el tiempo de exposición
- Preparar los equipos y tomar las medidas de seguridad en cuanto a protección radiológica
- Se verifican las condiciones de limpieza de la junta
- Montamos las películas en el soporte y se ejecuta la exposición a los rayos gamma
- Procesamos las películas
- Se emite el informe de acuerdo a los criterios de aceptación (ver Anexo 27).



✓ **Prueba de hermeticidad**

La finalidad de esta prueba es demostrar que en toda la instalación mecánica no existen fugas, así como asegurar que la línea de gas natural resistirá el funcionamiento en condiciones normales de operación. Esta prueba consiste en un ensayo de presión controlada con manómetros instalados al inicio y final de la línea, así como instrumentos registradores de presión y temperatura, los cuales son calibrados y cuentan con su respectivo certificado de calidad.

Realizar una prueba de hermeticidad significa que se deben tomar todas las precauciones inherentes durante todo el proceso, en base a los procedimientos aprobados de trabajo y a las normas ASME B31.3 (para la red interna) y ASME B31.8 (para la estación de regulación y medición primaria).

Las tuberías que comprenden la red interna de gas natural se diseñan con el código ASME B31.3, es decir, aguas abajo de la válvula de corte principal que se encuentra fuera del recinto de la estación primaria, hasta las válvulas de corte de las estaciones de regulación secundarias que se encuentran en los puntos de consumo.

- **Presión de prueba bajo norma ASME B31.3**

La prueba de presión de hermeticidad deberá ser de 1.5 veces la presión máxima admisible de operación (MAPO) por un lapso de no menor a 2 horas.<sup>14</sup>

Esto está basado en el párrafo 345.4.2 de la norma ASME B31.3 (ver Anexo 28) que nos remite la ecuación siguiente:

$$PT = \frac{1.5 P ST}{S} \dots\dots\dots 4.8$$

Donde:

PT: Presión manométrica mínima de prueba

P: Presión manométrica mínima interna

ST: Esfuerzo a la temperatura de prueba

S: Esfuerzo a la temperatura de diseño

Como en el caso del proyecto tenemos temperaturas ambiente, los valores de ST / S son iguales. Ahora, considerando que la presión de operación es de 2.5 barg, se determina que la presión de la prueba de hermeticidad es  $PT = 2.5 \times 1.5 = 3.75$  barg (4 barg).

---

<sup>14</sup> NTP 111.010-2003 Rev.2014. Item 20.2, página 30

- **Presión de prueba bajo norma ASME B31.8**

El SKID de tuberías que conforman a la estación de regulación y medición primaria fueron probadas según el párrafo 841.3.3 del código ASME B31.8 (ver Anexo 29) que nos remite a la tabla 841.3.2-1 del mismo código (ver Anexo 29).

En esta tabla se indica que, para una prueba de este tipo, la presión mínima es  $PH = 1.25 \times MAPO$  (no se establecen presión máxima).

Según al acápite 8.3 del código ASTM/ANSI B16.5 la prueba de hermeticidad de una brida se realiza a 1.5 veces la presión máxima admisible de operación (MAPO). Por lo tanto, siendo la presión de prueba de la brida de mayor performance que la tubería, la prueba de hermeticidad se realizó a la presión de prueba de la brida.

Los recursos que se utilizaron para realizar una prueba de hermeticidad fueron los siguientes:

**Personal:**

- 01 Supervisor de QA/QC
- 01 Capataz
- 02 Operarios mecánicos
- 03 Oficiales mecánicos

**Equipos:**

- Cabezal o tren de prueba (desde la válvula de corte principal)
- Botellas de nitrógeno de 10 m<sup>3</sup> (se ingresa nitrógeno en el cabezal de prueba)

- Manómetros calibrados (al inicio y final del tramo a probar)
- Termómetros calibrados (al inicio y final del tramo a probar)
- Maletín de herramientas (para ajuste de bridas que pudieron presentar fugas)

Para verificar la hermeticidad del sistema de tuberías ya concluido, es probada utilizando fluidos como el aire, nitrógeno o cualquier gas inerte, en ningún caso, oxígeno o un gas combustible.<sup>15</sup>

Para el proyecto utilizamos nitrógeno que es un gas inerte, limpio y seco, además que es el gas mencionado en la NTP 111.010, y ya está comprobada su efectividad para el desplazamiento del oxígeno en depósitos, conductos y tuberías. Al concluir la prueba de hermeticidad se elaboró un Acta de Hermeticidad que incluye los siguientes datos:

- Identificación de la instalación comprobada con el plano correspondiente
- Resultados de las pruebas de comprobación, que incluye presiones antes y después de duración y resultados (ver Anexo 30).
- Nombre y fecha de la empresa que efectúa la prueba
- Nombre y fecha del verificador

---

<sup>15</sup> NTP 111.010-2003 Rev.2014. Item 20.1, página 30

FIGURA 4.41  
PRUEBA DE HERMETICIDAD - RED INTERNA



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

FIGURA 4.42  
PRUEBA DE HERMETICIDAD - ESTACIÓN PRIMARIA



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

✓ **Puesta a tierra en la Estación Primaria**

La medición de la resistencia de la puesta a tierra de la estación primaria, se hace con el fin de determinar la resistencia entre la conexión a tierra y un punto a potencial cero.

Los equipos necesarios para este procedimiento son los siguientes:

- Telurómetro calibrado
- Dos piquetas de acero o acero cobreado de 30 cm de longitud x 14 mm de diámetro
- Cableado aislado para los testigos de tensión e intensidad
- Grapas de conexión

El proceso de ejecución es el siguiente; se conectan los puntos de prueba en sus respectivos terminales de medición, luego se colocan las piquetas a una distancia de 5 a 10 metros una de otra y en el mismo eje con la barra de cobre de la puesta a tierra. La tierra donde se han colocado las piquetas debe humedecerse de modo que hagan un buen contacto. Se inicia la medición en el telurómetro lo que nos da el valor de resistencia en ohmios. Se repite el procedimiento en otra dirección y se anota el valor entregado en los formatos respectivos de calidad.

FIGURA 4.43

MEDICIÓN DE PUESTA A TIERRA - ESTACIÓN PRIMARIA



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

La segunda parte de esta última etapa del proyecto consiste en la recopilación de toda la documentación administrativa y de control de calidad que es resultado de las inspecciones y pruebas técnicas realizadas durante todo el proyecto y que han sido mencionadas en la descripción de las etapas anteriores. Esta documentación se entrega a la empresa Certificadora Inspectorate para su validación previa (ver Anexo 31), luego de su aprobación se presenta el dossier Proyecto de Instalación de Gas N°02 (PIG 02) ante Cálidda (ver Anexo 32).

El dossier del PIG 02 contiene los siguientes documentos:

- Estudio de Riesgo de las instalaciones internas de gas natural, donde se consideran todos los riesgos que surjan del proceso y de las actividades relacionadas al trabajo.
- Manual de Operaciones de las instalaciones
- Plan de Contingencias
- Programa de Mantenimiento
- Planos conforme a obra de la instalación interna
- Certificación de Obra Bien ejecutada de las Instalaciones Internas, expedida por una empresa certificadora acreditada ante INDECOPI.

Con la aprobación del PIG 02, se programó la visita de Cálida para la habilitación del suministro de gas.

Durante la visita del personal técnico de la Concesionaria, se realizan los siguientes trabajos:

- Comprobación del seteo de presión de las válvulas reguladoras de presión
- Comprobación del seteo de presión de la válvula de alivio
- Montaje del Medidor de Gas
- Montaje y calibración del electro corrector de medición
- Apertura del suministro de gas natural
- Instalación de precinto de seguridad en ramal de by-pass de la estación primaria



- Cierre de puerta de recinto de estación primaria.

FIGURA 4.44  
HABILITACIÓN DE SUMINISTRO DE GAS NATURAL



Fuente: Corporación Solivan S.A.C.

### 4.3. Población y muestra

La población por ser un caso específico queda limitada a la planta Molitalia - Cajamarquilla, que elabora alimentos para mascotas, ubicada en la Avenida Cajamarquilla 1era Etapa Parcela 35, Lurigancho Chosica, Lima.

Debido a que la accesibilidad a la población resulta ser en su totalidad, en consecuencia, por la naturaleza de la investigación la muestra coincide con la población.

#### 4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo de este informe de tesis se llevó a cabo el uso de las siguientes técnicas:

CUADRO N°4.4  
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Análisis documentario	<ul style="list-style-type: none"><li>- Acta de ubicación de ERMP</li><li>- Planos de fabricación</li><li>- Planos de juntas de soldadura</li><li>- Especificación de procedimientos de soldadura (WPS)</li><li>- Registro de calificación de procedimientos de soldadura (PQR)</li><li>- Procedimientos de pintura</li><li>- Procedimientos de ensayos no destructivos</li><li>- Protocolo de prueba de hermeticidad</li><li>- Registro de medición de pozo a tierra</li></ul>
Herramienta de medición para la recolección de datos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Flexómetro de 20 metros</li><li>- Calibradores de soldadura</li><li>- Manómetros</li><li>- Telurómetro</li></ul>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5. Procedimiento de recolección de datos

Corporación Solivan S.A.C., empresa especialista en la ejecución de proyectos industriales y autorizados como instaladores para redes industriales de gas natural, empresa de la cual formé parte en el cargo de Jefe del Proyecto del cual es motivo esta tesis.

Debido a que fui el responsable de la gestión, ejecución y cierre del proyecto, es que tuve acceso a la información de planos, procedimientos,

pruebas y ensayos necesarios para la fabricación y montaje de tuberías, suministro e instalación de los equipos de filtrado, regulación y medición de gas natural, además de los costos involucrados.

Se procedió a la revisión de los procedimientos de instalación y de control de calidad aplicables a la obra, que es donde se indican todos los pasos a seguir para cumplir con las normas y las características técnicas del proyecto.

Finalmente se elaboró el dossier de calidad que recoge los planos As Built, para la elaboración de estos planos se utilizó un flexómetro de 20 metros con el que se corroboraron las medidas exactas de la instalación; los calibradores de soldadura se utilizaron para medir los catetos y que cumplan con las dimensiones que se indican en los procedimientos aprobados por Cálidda.

Los datos obtenidos en las pruebas de hermeticidad se dieron con la utilización de manómetros calibrados y para la medición del ohmiaje del pozo a tierra de la estación primaria se utilizó un Telurómetro también con calibración vigente.

#### **4.6. Procesamiento estadístico y análisis de datos**

Por la naturaleza de la investigación, no se requiere un análisis estadístico de datos.

# CAPITULO V

## RESULTADOS

Los parámetros de diseño de la instalación de gas natural, siempre están en relación y acorde a los datos técnicos que se indican en el documento Respuesta de Solicitud de Factibilidad de Suministro (SFS), este documento se explica a detalle en el ítem 4.2.3 de la presente tesis pero, en resumen es donde el concesionario le responde al consumidor con los datos del suministro como son, las presiones de la red (diseño, máxima, mínima y regulada) y el caudal máximo autorizado.

### 5.1. Resultados de diseño

Según la Respuesta al SFS, la presión de suministro de gas a la red de la planta de alimentos será de 5 barg.

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.<sup>16</sup>

Para la presión de 5 barg los resultados son los siguientes:

---

<sup>16</sup> NTP 111.010-2003 Rev.2014. Ítem 14.2.2.1, página 19

TABLA N° 5.1

RESULTADOS DE DISEÑO DE ERMP - PRESIÓN DE 5 BARG

<b>MOLITALIA - CAJAMARQUILLA / ESTACIÓN PRIMARIA</b>							
Presión de Ingreso:	<b>5.00</b>	<b>bar</b>		manométrico			
<b>TRAMO</b>	<b>CAUDAL</b>	<b>Px</b>	<b>Py</b>	<b>D calculo</b>	<b>D nom</b>	<b>Vmáx</b>	<b>Obs. Velocidad</b>
	<b>Sm<sup>3</sup>/h</b>	<b>bar-abs</b>	<b>bar-abs</b>	<b>pulg</b>	<b>pulg</b>	<b>m/s</b>	
A - B (AIE - Regulador)	454.86	6.013	6.011	2.75	Φ 3 pulg	20.14	DN aceptado
B - C (Reg. - Salida ERMP)	454.86	3.513	3.500	3.54	Φ 4 pulg	19.31	DN aceptado

Fuente: Elaboración propia

Los tramos de la red interna comprendidos entre dos etapas de regulación se calcularon con una caída máxima del 50% de la presión regulada al comienzo de esos tramos. El cálculo de estos tramos garantiza las condiciones mínimas de presión y caudal requerido por los equipos de consumo ubicados aguas abajo.<sup>17</sup>

<sup>17</sup> NTP 111.010-2003 Rev.2014. Ítem 14.2.2.2, página 20

TABLA N°5.2

RESULTADOS DE DISEÑO PARA CAUDAL APROBADO - RED INTERNA DE GAS NATURAL

MOLITALIA S.A. TRAMO .: P = 2.5 BARG - RED INTERNA															
Presión regulada ERMP.:	2.50 bar		manometrico								Caudal Máximo = 454.86 Sm3/h				
TRAMO	CAUDAL Sm3/h	Px bar-abs	D calculo pulg	D interno re pulg	D nom recomen pulg	D interno esc pulg	D nom escogido pulg	Vmáx - rec m/s	Vmáx - esc m/s	Obs. Velocidad	Longitud m	Long. Equiv. m	Py bar-abs	%	Obs. Caída de Presión
ERPMP - A	454.86	3.500	1.551	1.610	Φ 1 1/2 pulg	4.026	Φ 4 pulg	27.84	4.45	DN aceptado	4	4.800	3.500	0.01%	Caída de presión aceptada
A - B	454.86	3.500	1.551	4.331	Φ 1 1/2 pulg	4.000	DN 110 SDR 11	3.85	4.51	DN aceptado	2.3	2.760	3.500	0.00%	Caída de presión aceptada
B - C	2.76	3.500	0.121	4.331	Φ 1/8 pulg	4.000	DN 110 SDR 11	0.02	0.03	DN aceptado	0.5	0.600	3.500	0.00%	Caída de presión aceptada
C - D	2.76	3.500	0.121	4.331	Φ 1/8 pulg	2.500	DN 63 SDR 11	0.02	0.07	DN aceptado	1	1.200	3.500	0.00%	Caída de presión aceptada
D - E	2.76	3.500	0.121	0.269	Φ 1/8 pulg	1.250	DN 32 SDR 11	6.05	0.28	DN aceptado	22	26.400	3.500	0.00%	Caída de presión aceptada
E - F	2.76	3.500	0.121	0.269	Φ 1/8 pulg	1.250	DN 32 SDR 11	6.05	0.28	DN aceptado	2	2.400	3.500	0.00%	Caída de presión aceptada
F - G	2.76	3.500	0.121	0.269	Φ 1/8 pulg	1.049	Φ 1 pulg	6.05	0.40	DN aceptado	4	4.800	3.500	0.00%	Caída de presión aceptada
G - G1 (CALENTADORES AGU)	6.50	3.500	0.185	0.269	Φ 1/8 pulg	1.049	Φ 1 pulg	14.25	0.94	DN aceptado	1	1.200	3.500	0.00%	Caída de presión aceptada
G - H	2.76	3.500	0.121	0.269	Φ 1/8 pulg	1.049	Φ 1 pulg	6.05	0.40	DN aceptado	0.3	0.360	3.500	0.00%	Caída de presión aceptada
H - ERS CALENTADOR DE AG	1.30	3.500	0.083	0.269	Φ 1/8 pulg	1.049	Φ 1 pulg	2.85	0.19	DN aceptado	0.5	0.600	3.500	0.00%	Caída de presión aceptada
H - ERS COCINA	1.46	3.500	0.088	0.269	Φ 1/8 pulg	1.049	Φ 1 pulg	3.20	0.21	DN aceptado	17.2	20.640	3.500	0.00%	Caída de presión aceptada
B - I	451.30	3.500	1.545	1.610	Φ 1 1/2 pulg	4.000	DN 110 SDR 11	27.63	4.48	DN aceptado	64	76.800	3.495	0.13%	Caída de presión aceptada
I - J	451.30	3.495	1.546	1.610	Φ 1 1/2 pulg	4.026	Φ 4 pulg	27.66	4.42	DN aceptado	43.2	51.840	3.492	0.09%	Caída de presión aceptada
J - K	210.08	3.492	1.055	1.380	Φ 1 1/4 pulg	3.068	Φ 3 pulg	17.54	3.55	DN aceptado	28.3	33.960	3.490	0.05%	Caída de presión aceptada
K - L (TOMA SECADORES FUT)	630.00	3.490	1.828	2.067	Φ 2 pulg	3.068	Φ 3 pulg	23.46	10.65	DN aceptado	1	1.200	3.490	0.01%	Caída de presión aceptada
K - ERS SECADOR	210.08	3.490	1.056	1.380	Φ 1 1/4 pulg	2.067	Φ 2 pulg	17.55	7.82	DN aceptado	4.3	5.160	3.488	0.05%	Caída de presión aceptada
J - M	241.22	3.492	1.131	1.380	Φ 1 1/4 pulg	2.469	Φ 2 1/2 pulg	20.14	6.29	DN aceptado	191	229.200	3.445	1.33%	Caída de presión aceptada
M - N (CALDERA FUTURA)	241.22	3.445	1.138	0.551	Φ 1 1/4 pulg	1.024	Φ 2 pulg	127.98	37.11	MODIFICAR	0.5	0.600	3.437	0.25%	Caída de presión aceptada
M - ERS CALDERA	241.22	3.445	1.138	0.551	Φ 1 1/4 pulg	1.024	Φ 2 pulg	127.98	37.11	MODIFICAR	13.6	16.320	3.205	6.99%	Caída de presión aceptada

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°5.3

RESULTADOS DE DISEÑO PARA CAUDAL FUTURO - RED INTERNA DE GAS NATURAL

RED INTERNA																				
Presión regulada ERMP.:	2.50 bar		manometrico															Caudal Máximo =	1936.71 Sm <sup>3</sup> /h	
TRAMO	CAUDAL Sm <sup>3</sup> /h	Px bar-abs	D calculo pulg	D interno recomen pulg	D nom recomienda pulg	D interno esco pulg	D nom escogida pulg	V <sub>máx</sub> - recon m/s	V <sub>máx</sub> - escog m/s	Obs. Velocidad	Longitud m	Long. Equiv. m	Py bar-abs	DP bar	DP parcial bar	%	Obs. Caída de Presión			
ERPMP - A	1936.71	3.500	3.200	3.548	Φ 3 1/2 pulg	4.026	Φ 4 pulg	24.41	18.96	DN aceptado	4	4.800	3.496	0.004	0.004	0.12%	Caída de presión aceptada			
A - B	1936.71	3.496	3.202	3.548	Φ 3 1/2 pulg	4.000	DN 110 SDR 11	24.44	19.23	DN aceptado	2.3	2.760	3.494	0.002	0.006	0.18%	Caída de presión aceptada			
B - C	53.70	3.494	0.533	0.824	Φ 1/2 pulg	4.000	DN 110 SDR 11	12.57	0.53	DN aceptado	0.5	0.600	3.494	0.000	0.006	0.18%	Caída de presión aceptada			
C - D	53.70	3.494	0.533	0.824	Φ 1/2 pulg	2.500	DN 63 SDR 11	12.57	1.37	DN aceptado	1	1.200	3.494	0.000	0.006	0.19%	Caída de presión aceptada			
D - E	53.70	3.494	0.533	0.824	Φ 1/2 pulg	1.250	DN 32 SDR 11	12.57	5.46	DN aceptado	22	26.400	3.488	0.009	0.016	0.45%	Caída de presión aceptada			
E - F	53.70	3.485	0.534	0.824	Φ 1/2 pulg	1.250	DN 32 SDR 11	12.60	5.48	DN aceptado	2	2.400	3.484	0.001	0.017	0.47%	Caída de presión aceptada			
F - G	53.70	3.484	0.534	0.824	Φ 1/2 pulg	1.049	Φ 1 pulg	12.61	7.78	DN aceptado	4	4.800	3.480	0.004	0.020	0.58%	Caída de presión aceptada			
G - G1 (CALENTADORES A)	32.59	3.480	0.416	0.622	Φ 3/8 pulg	1.049	Φ 1 pulg	13.44	4.73	DN aceptado	1	1.200	3.478	0.000	0.021	0.59%	Caída de presión aceptada			
G - H	21.11	3.480	0.335	0.493	Φ 1/4 pulg	1.049	Φ 1 pulg	13.86	3.06	DN aceptado	0.3	0.360	3.480	0.000	0.020	0.58%	Caída de presión aceptada			
H - ERS CALENTADOR DE	6.52	3.480	0.186	0.364	Φ 1/8 pulg	1.049	Φ 1 pulg	7.85	0.95	DN aceptado	0.5	0.600	3.480	0.000	0.020	0.59%	Caída de presión aceptada			
H - ERS COCINA	14.59	3.480	0.279	0.493	Φ 1/4 pulg	1.049	Φ 1 pulg	9.58	2.12	DN aceptado	17.2	20.640	3.478	0.002	0.022	0.63%	Caída de presión aceptada			
B - I	1883.01	3.494	3.159	3.548	Φ 3 1/2 pulg	4.000	DN 110 SDR 11	23.78	18.71	DN aceptado	64	76.800	3.430	0.064	0.071	2.02%	Caída de presión aceptada			
I - J	1883.01	3.430	3.188	3.548	Φ 3 1/2 pulg	4.026	Φ 4 pulg	24.22	18.81	DN aceptado	43.2	51.840	3.387	0.043	0.113	3.24%	Caída de presión aceptada			
J - K	1400.57	3.387	2.767	3.068	Φ 3 pulg	3.068	Φ 3 pulg	24.40	24.40	DN aceptado	28.3	33.960	3.328	0.061	0.175	4.99%	Caída de presión aceptada			
K - L (TOMA SECADORES)	1050.42	3.325	2.418	2.469	Φ 2 1/2 pulg	3.068	Φ 3 pulg	28.78	18.64	DN aceptado	1	1.200	3.324	0.001	0.176	5.03%	Caída de presión aceptada			
K - ERS SECADOR	350.14	3.325	1.396	1.610	Φ 1 1/2 pulg	2.067	Φ 2 pulg	22.56	13.69	DN aceptado	4.3	5.160	3.320	0.008	0.180	5.14%	Caída de presión aceptada			
J - M	482.44	3.387	1.624	2.067	Φ 2 pulg	2.469	Φ 2 1/2 pulg	18.52	12.98	DN aceptado	191	229.200	3.214	0.173	0.286	8.17%	Caída de presión aceptada			
M - N (CALDERA FUTURA)	241.22	3.214	1.179	1.380	Φ 1 1/4 pulg	2.067	Φ 2 pulg	21.88	9.75	DN aceptado	0.5	0.600	3.214	0.000	0.286	8.18%	Caída de presión aceptada			
M - ERS CALDERA	241.22	3.214	1.179	1.380	Φ 1 1/4 pulg	2.067	Φ 2 pulg	21.88	9.75	DN aceptado	13.6	16.320	3.206	0.008	0.294	8.41%	Caída de presión aceptada			

Fuente: Elaboración propia

# **CAPITULO VI**

## **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **6.1. Contrastación de hipótesis con los resultados**

#### **Hipótesis específica N°01**

Si se dimensiona la instalación mecánica de la red interna y ERMP, se garantiza el suministro de gas natural a los puntos de consumo.

#### **Resultado**

Mediante el cálculo y selección de los diámetros establecidos en el proyecto (ver tabla N°5.1, de la página 161), que van de entre 1" y 4", se aseguró que la tubería instalada en la planta de alimentos, tanto de acero al carbono como de polietileno de alta densidad o HDPE (por sus siglas en inglés, High Density Polyethylene), suministrarán el caudal de 455 smch que se requiere.

#### **Hipótesis específica N°02**

El suministro de los equipos para el filtrado, regulación de presión y medición del gas natural, fueron las mejores alternativas que cumplían con el diseño de ingeniería, además de los objetivos de plazo y costo.



## **Resultado**

Con el debido proceso de procura de equipos y materiales, que transcurre desde el envío de las requisiciones aprobadas al proveedor para su cotización hasta la fecha en que se entregan los pedidos en obra, se garantiza que el proyecto avanzará de manera idónea en base a la planificación de la ejecución del mismo.

## **Hipótesis específica N°03**

Si se establecen procedimientos de instalación basados en lo establecido en el marco normativo respectivo, se asegurará una correcta fabricación de tuberías para la red interna y estación primaria.

## **Resultado**

El montaje de tuberías e instalación de equipos cumplió con las exigencias de las especificaciones técnicas, se aseguró la calidad del trabajo y se mejoraron las expectativas del cliente.

## **Hipótesis específica N°04**

Si se realizan las pruebas de hermeticidad y ensayos no destructivos, se asegurará la certificación de la instalación industrial de gas natural por parte de Cálidda.

## **Resultado**

El cumplimiento sin la detección de no conformidades a lo exigido por la NTP y la empresa concesionaria, obteniendo la certificación de la instalación mecánica de la red interna y estación primaria de gas natural.

Finalmente, al haber contrastado cada una de las hipótesis específicas de la presente tesis, en las cuales la hipótesis principal es sustentada, descrita así:

“Si se diseña e instala la red interna de gas natural y estación de regulación y medición primaria, se logrará el abastecimiento de 455 smch de gas natural requerido por los equipos térmicos.”

Se concluye que dicha hipótesis queda verificada.

### **6.2. Contrastación de resultados con estudios similares**

De la tesis titulada “Proyecto de conversión industrial al consumo de gas natural en una planta textil” se puede observar el proceso de conversión de los equipos térmicos de una planta textil como consecuencia de los beneficios de contar con un sistema alimentación de combustible constante. En la presente tesis, el análisis es en retrospectiva, ya que, al tener una línea de alimentación de gas natural, se debe contar de todas maneras con un sistema de combustible de respaldo como contingencia por algún tipo de falla en la alimentación del gas, lo que es mencionado en las recomendaciones.

Para la tesis “Diseño de un sistema de recolección y transporte de gas natural” se concluye que hay distintas caídas de presión en los diferentes tramos de las líneas de recolección, así a mayor longitud habrá una mayor caída de presión desde el inicio hasta el final del tramo. En la presente investigación se muestra en los cuadros de resultados, que la caída de presión para este tipo de instalaciones industriales es mínima, independientemente de la longitud de los tramos, esto se debe a que el dimensionamiento de las tuberías permite que la presión regulada desde la estación primaria, se mantenga hasta el último punto de consumo.

En la tesis “Conversión a gas natural seco de una caldera pirotubular con potencia de 500 BHP que trabaja a diésel-2”, menciona que se deben tomar en cuenta los planes industriales futuros, pues una disminución en capacidad real podría ser significativa cuando la instalación requiera más vapor. Las soluciones son basadas en la recuperación del calor, pero, en esta tesis hacemos énfasis en el manejo correcto de la NTP 111.010 Rev.2014, donde se dan los parámetros que se deben mantener en las caídas de presión, además de haber considerado los consumos futuros hasta un caudal máximo de 1 934 smch.

De la tesis titulada “Diseño, instalación y puesta en marcha de la red externa para el abastecimiento de 18 609 mch de gas natural a baja presión. Refinería La Pampilla – Lima” se concluye que el gaseoducto instalado fue aprobado sin inconvenientes, sin embargo, no se detallan las gestiones administrativas previas, durante y al término de los trabajos

mecánicos; la tesis presentada si menciona lo indicado ya que es importante conocer los requisitos administrativos que llevarán a la certificación de la instalación, además de estar incluso relacionados con las fechas pactadas de entrega del proyecto.

# CAPITULO VII

## CONCLUSIONES

- De los resultados de los cálculos de caída de presión y velocidades del fluido se observa que la selección de los diámetros para la fabricación de la Red Interna y Estación Primaria ha garantizado las condiciones mínimas de presión y caudal requerido por los equipos de consumo ubicados aguas debajo del punto de regulación, pudiendo suministrar los 455 smch de gas natural que requieren los equipos térmicos.
- La toma de decisiones sobre el suministro del equipamiento mencionado influye directamente en las iteraciones negativas del proyecto por la modificación de planos, documentación ante las empresas certificadora y concesionaria de gas natural, costos y actualización del cronograma, esto es un espectro muy amplio de análisis que puede partir desde la elección del origen, tipo o marca, hasta el proveedor mismo por su confiabilidad y aprobación previa por la empresa concesionaria del gas natural.
- Los trabajos mecánicos en la instalación de gas natural, se ajustan a lo exigido en la Norma Técnica Peruana 111.010-2003 Rev.2014, la cual hace referencia a las principales normas y códigos internacionales respecto a tuberías de procesos y tuberías de transmisión y distribución de gas como son, ASME B31.3 y ASME B31.8 respectivamente.

- Al cumplir con el mínimo detalle técnico indicado en los procedimientos de construcción, en los ensayos y pruebas de hermeticidad, garantizamos la estanqueidad de las líneas y que soportarán la presión de trabajo, por lo que se obtuvo la certificación de la estación primaria y de la red interna de gas natural. La instalación de gas natural de la que ha sido objeto la presente tesis, queda acreditada para su operación y funcionamiento.

# **CAPITULO VIII**

## **RECOMENDACIONES**

- Siempre y cuando la manipulación de los componentes del sistema de la red interna de gas natural sea el adecuado, el uso de este combustible siempre será seguro, por tal motivo, todo el personal involucrado debe estar capacitado en el plan operacional para el uso del gas natural, además, debe existir un plan de mantenimiento preventivo de la instalación mecánica, el cual debe ser revisado de manera periódica.
- Las tuberías futuras y estaciones de regulación secundarias, también deben ser instaladas bajo los mismos criterios técnicos mencionados en esta tesis, lo cual garantizará la certificación de la ampliación de la red.
- Se le debe realizar un mantenimiento al pozo a tierra de la estación primaria al menos una vez al año, esto protegerá la inversión hecha en los equipos que conforman la estación conduciendo las corrientes de fuga o falla a tierra. El mantenimiento al pozo a tierra sirve para mantener la resistencia en ohmiaje, cercano al valor inicial o al obtenido durante el inicio de la operatividad.

- Las decisiones sobre la compra de materiales y equipos siempre deben darse sobre la segunda fase del proyecto, para que esto luego no impacte en los costos, calidad y cronograma. Si existiesen factores externos que nos obliguen a cambiar las decisiones como subidas de precios del mercado o falta de stock, se debe reevaluar el impacto en la ingeniería ya que los materiales de acero son adquiridos en base a los equipos seleccionados. Este criterio es el que se debe usar para las futuras ampliaciones.
- Es de suma importancia que se cuente con un sistema de combustible de respaldo al de gas natural, por ser de contingencia para una posible falta de suministro del gas. El quemador de la actual caldera es del tipo dual con Diesel 2, por lo que, para garantizar el funcionamiento por suministro de combustible a la caldera, debe contar con una línea de distribución de petróleo y un tanque diario.



## CAPITULO IX

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HERNÁNDEZ SAMPIETRI y Otros. ***Metodología de la investigación.*** México. Editorial Mc Graw Hill Interamericana de México S.A. Quinta edición. 2012.
- QUADRI, Néstor. ***Instalaciones de gas.*** Argentina. Editorial Alsina. Décima edición. 2012.
- CHÁVEZ ÑAHUINRIPA, Ángel. ***Proyecto de conversión industrial al consumo de gas natural en una Planta Textil.*** Tesis de grado. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería. 2005.
- ÁLVAREZ CALLE, Roberto. ***Diseño de un sistema de recolección y transporte de Gas Natural.*** Tesis de grado. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería. 2012.
- MELÉNDEZ GÓMEZ, Sixto Antonio. ***Conversión a gas natural seco de una caldera pirotubular con potencia de 500 BHP que trabaja a diésel-2.*** Tesis de grado. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería. 2006.
- PEZO ALTAMIRANO, Yolanda. ***Diseño, instalación y puesta en marcha de la red externa para el abastecimiento de 18 609 mch de gas natural a baja presión. Refinería La Pampilla – Lima.*** Tesis de grado. Lima. Universidad Nacional del Callao. 2014.

- RAMÍREZ ESPEJEL, Erick. ***Diseño y análisis de la red interna de conducción y distribución de gas natural hacia los centros de consumo de la planta metal-mecánica, bajo normas de uso y manejo de gas natural.*** Tesis de grado. Instituto Politécnico Nacional de México D.F. 2013.
- INDECOPI. NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 111.010 - 2003. Revisión 2014. ***Gas natural seco de tuberías para instalaciones internas industriales.*** Lima. 2014.
- CÁLIDDA. ***Especificación técnica diseño, construcción e instalación de una acometida. Código: ET-70801.*** Lima. 2012.
- CÁLIDDA. ***Manual de construcción de redes externas.*** Lima. 2008.
- OSINERGMIN. RESOLUCIÓN N° 164-2005-OS-CD. ***Procedimiento para la Habilitación de suministros en instalaciones internas de gas natural.*** Lima. 2005.
- OSINERGMIN. DIVISIÓN DE GAS NATURAL DE LA GERENCIA ADJUNTA DE REGULACIÓN TARIFARIA (GART). ***Regulación del Gas Natural en el Perú: Estado del Arte al 2008.*** Lima. Editada por Teps Group S.A.C. 2008.
- OSINERGMIN. RESOLUCIÓN N°099-2016-OS/CD. ***Procedimiento para la habilitación de suministros en instalaciones internas de gas natural.*** Lima. 2016.
- CÓDIGO ASME B31.8 - 2012. ***Gas transmission and distribution piping systems.*** Estados Unidos de América. 2012

- LOZADA, José. **Investigación aplicada: Definición, Propiedad intelectual e Industria.** Centro de Investigación en Mecatrónica y Sistemas Interactivos, Universidad Tecnológica Indoamérica. Quito – Ecuador. 2014
- MEJÍA CANO, Guillermo. **Apuntes para el diseño de redes de gas.** Universidad de Medellín. 1992
- GUERRERO SUÁREZ, F., & LLANO CAMACHO, F. **Caso de estudio. Gas Natural en Colombia - GAS e.s.p. Estudios Gerenciales.**  
 Disponible en:  
[https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios\\_gerenciales/articulo/view/110/html](https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios_gerenciales/articulo/view/110/html)  
 .artículo web. Consultado el 28 de junio de 2017.
- OSINERGMIN. **Hidrocarburos. Exploración y Explotación.**  
 Disponible en:  
<http://www.osinergmin.gob.pe/empresas/hidrocarburos/exploracion-explotacion>  
 .artículo web. Consultado el 30 de junio de 2017.
- LA OTRA OPINIÓN. **El futuro del gas natural.** Disponible en:  
<http://laotraopinion.net/recursos-naturales/futuro-del-gas-natural/>  
 .artículo web. Consultado el 02 de agosto de 2017.
- PREZI. **Procesamiento del gas natural.** Disponible en:  
<https://prezi.com/5uaf6raglkhs/procesamiento-del-gas-natural/>  
 .artículo web. Consultado el 02 de agosto de 2017.

- CÁLIDDA. Quienes somos. Disponible en:  
<https://www.calidda.com.pe/Paginas/Sobre-Nosotros.aspx#seccion>  
.artículo web. Consultado el 07 de agosto de 2017.
- ABSORSISTEM. **Calderas con tubos múltiples de agua – Acuotubular.** Disponible en:  
<http://www.absorsistem.com/tecnologia/calderas/acuotubular>  
.artículo web. Consultado el 28 de agosto de 2017.
- THOR-GEL. **Manual de Puestas a Tierra.** Disponible en:  
<http://www.eliseosebastian.com/documentos/ManualPuestaTierra.pdf>  
.artículo web. Consultado el 23 de julio de 2018

# ANEXOS

## ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO DE LA TESIS: Diseño e instalación de la red interna y estación de regulación y medición primaria de 455 smch de gas natural. Planta de Alimentos Molitalia - Cajamarquilla.					
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<b>1. Problema General</b>	<b>1. Objetivo General</b>	<b>1. Hipótesis General</b>	<b>1. Variable Dependiente</b>		<b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada
¿En qué medida el diseño y la instalación de la red interna y estación de regulación y medición primaria de 455 smch de gas natural, permitirá satisfacer la demanda de combustible requerido por los equipos térmicos de la planta de alimentos Molitalia - Cajamarquilla?	Diseñar e instalar la red interna y estación de regulación y medición primaria de 455 smch de gas natural para satisfacer la demanda de combustible requerido por los equipos térmicos de la planta de alimentos Molitalia – Cajamarquilla.	Si se diseña e instala la red interna de gas natural y estación de regulación y medición primaria, se logrará el abastecimiento de 455 smch de gas natural requerido por los equipos térmicos de la planta de alimentos Molitalia - Cajamarquilla.	455 smch de gas natural para la Planta de alimentos Molitalia – Cajamarquilla.	* Quemador * Medidor de gas * Tren de gas	
<b>2. Problemas específicos</b>	<b>2. Objetivos específicos</b>	<b>2. Hipótesis específicas</b>	<b>2. Variable Independiente</b>		<b>Nivel:</b> Descriptivo <b>Diseño:</b> No experimental  <b>Instrumentos:</b> Instrumentos de medición Análisis documental
¿En qué medida el cálculo y diseño del sistema de tuberías para la red interna y equipamiento de la estación de regulación y medición primaria (ERMP), garantizará el suministro de gas natural a los puntos de consumo?	Calcular y diseñar el sistema de tuberías para el transporte de gas natural y seleccionar el correcto equipamiento de regulación, medición y filtrado de la estación primaria, para garantizar el suministro de combustible a los puntos de consumo.	Si se calcula y diseña el sistema de tuberías de la red interna y equipamiento para la estación primaria, se garantiza el suministro de gas natural a los puntos de consumo.	Diseño e instalación de la red interna y estación de regulación y medición primaria de gas natural	* Plano Lay Out de la planta * Ubicación de la ERMP * Longitud de tuberías * Tipo de tuberías * Presión de la red interna * Diámetro de las tuberías	
¿En qué medida el suministro de materiales y equipos para la estación primaria y estaciones de regulación secundarias de la red interna de gas natural guardan relación técnica con el dimensionamiento de la instalación industrial?	Suministrar los materiales y equipos para la estación primaria y estaciones secundarias de la red interna, que guarden relación técnica con el dimensionamiento dado por la ingeniería del proyecto.	El suministro de materiales y equipos para el filtrado, regulación de presión y medición del gas natural, fueron las mejores alternativas que cumplían con el dimensionamiento dado por la ingeniería del proyecto.		* Válvulas reguladoras * Medidores de gas * Filtros * Stock de tuberías * Plazos de entrega de suministros	
¿Cómo establecer procedimientos de instalación basados en las normativas nacionales e internacionales que aseguren una correcta construcción de la red interna y estación primaria de gas natural?	Ejecutar los procedimientos de instalación de acuerdo a la norma NTP 111.010-2003 Rev.2014, los códigos ASME B31.8, ASME B31.3 y la Resolución DS-063-2005 de Osinergrmin, que aseguren una correcta construcción del sistema de tuberías	Si se elaboran procedimientos de instalación mecánicos basados en lo establecido en el marco normativo respectivo, se asegurará una correcta construcción del sistema de tuberías para la red interna y estación primaria.		* Preparación superficial de tuberías * Montaje de tuberías * Instalación de equipos	
¿En qué medida la realización de las pruebas y ensayos no destructivos exigidos por la empresa distribuidora de gas natural, garantizará la certificación de la instalación?	Cumplir con las pruebas y ensayos no destructivos que exige la empresa distribuidora de gas natural, para obtener la certificación de la instalación industrial.	Si se realizan las pruebas y ensayos no destructivos exigidos por la empresa distribuidora de gas natural, se garantizará la certificación de la instalación industrial.		* Ensayos no destructivos * Pruebas de hermeticidad * Certificación de la red interna y ERMP	

**ANEXO 02**

**SOLICITUD DE FACTIBILIDAD DE**

**SERVICIO (SFS)**

**A - INSTALADOR REGISTRADO**

Nombre / Razón Social	Código Instalador registrado	Representante
-----------------------	------------------------------	---------------

**B - PERSONA NATURAL (LA DIRECCIÓN INDICADA EN ESTA SECCIÓN ES AQUELLA A DONDE SE DIRIGIRÁ LA COMUNICACIÓN)**

Apellidos		Nombres	
DNI/RUC/CE/CIP	Nacionalidad	Estado Civil	Fecha de Nacimiento
Relación con el predio	Propietario <input type="checkbox"/>	Inquilino <input type="checkbox"/>	Ocupante <input type="checkbox"/>
Otra _____			
Teléfono	Fax	Email	

**C - PERSONA JURÍDICA (LA DIRECCIÓN INDICADA EN ESTA SECCIÓN ES AQUELLA A DONDE SE DIRIGIRÁ LA COMUNICACIÓN)**

Presento documento que acredita propiedad del predio o autorización SI  NO

Razón Social			
RUC	Actividad / Giro del negocio	CIU	
Representante Legal	DNI/RUC/CE	Cargo	
Teléfono	Fax	Código postal	E-mail

**D - DATOS GENERALES DEL PUNTO DE SUMINISTRO**

Calle/Avenida/Jirón/Pasaje			
N° /Mza/Lote	Dpto/Int	Piso	Urbanización
Distrito	Provincia	Departamento	

**E - USOS DEL GAS NATURAL**

Residencial  Comercial  Industrial  GNV  Otro \_\_\_\_\_

**F - DATOS DEL CONSUMO**

(Según información detallada por el solicitante en anexo)

Cantidad	Artefactos/Puntos de consumo	Presión de ingreso
Consumo mensual estimado m <sup>3</sup> std.		
Presión de ingreso requerida (incluye futuras ampliaciones)		
Fecha solicitada de entrada en servicio		/   /

**G - FUTURAS AMPLIACIONES**

Cantidad	Artefactos/Puntos de consumo	Presión de ingreso	Tiempo (meses)

Consumo mensual potencial adicional estimado m<sup>3</sup> std.

Nota:

El diseño de la instalación interna en caso de ser aceptada la presente solicitud, será calculada sobre la base de la declaración de consumo hecha por el usuario en este documento. Gas Natural de Lima y Callao S.A. no se hará responsable por los incrementos en el consumo que el usuario decida realizar en forma posterior a la habilitación del suministro si no ha sido descrita en las ampliaciones. En este caso, el cliente volverá a presentar una nueva solicitud de factibilidad.

Por medio de la presente solicito la conexión del punto de suministro indicado precedentemente a la red de Gas Natural de ser aprobada.

Firma del Usuario

Fecha: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Respuesta a Solicitud de Factibilidad (a ser llenada por Gas Natural de Lima y Callao S.A y detallada en anexo)

Solicitud Aprobada  Solicitud Denegada  Solicitud con observación  Fecha estimada de llegada del servicio

Zona	Subzonat	Comentarios	Representante de Cálidda
			Fecha: ____ / ____ / ____

Este formato sólo puede ser empleado por personal de Cálidda y sus Contratistas para los fines indicados; está terminantemente prohibido su uso por personal no autorizado.

Lima, de de 20

Firma del Usuario / Representante Legal

**ANEXO 03**  
**RESPUESTA AL SFS**





2016- 027601

Lima, 11 de Agosto de 2016

Señor:  
Jose Luis Naranjo Correa  
Gerente de Asuntos Corporativos y Legal  
MOLITALIA S.A.  
Av. Venezuela 2850  
Cercado de Lima.-

Asunto : Envío de actualización de Anexo 1 - Respuesta de Solicitud de Factibilidad de Suministro por aumento de presión regulada

Cuenta contrato : 524736

De nuestra consideración:

Adjunto a la presente, sírvase encontrar la actualización del Anexo 1 de la Respuesta a la Solicitud de Factibilidad de Suministro, la cual tiene como número de referencia interna RSFS/16/153/C y código de anteproyecto AC-15-066, para su Industria ubicada en Vía Chosica – Central S/N, parcela 35, Lurigancho - Chosica. Cabe resaltar que tiene autorizado 454.86 metros cúbicos hora; 7,430.00 metros cúbicos día y 2.5 barg de presión regulada.

Sin otro particular y agradeciendo anticipadamente la atención que se sirva brindar a la presente.

Atentamente,

Jonathan Salamon  
Sub Gerente de Grandes Clientes

p.c.d.: 41, 4111,4114  
CMC

**Gas Natural de Lima y Callao S.A.**

San Miguel: Av. La Marina N° 2281  
San Juan de Lurigancho: Av. Gran Chimú N° 461, Urb. Zárste  
Surco: Av. Benavides N° 4374  
Villa María del Triunfo: Av. Salvador Allende N° 172  
Línea de Atención al Cliente: (51-1) 614-9000

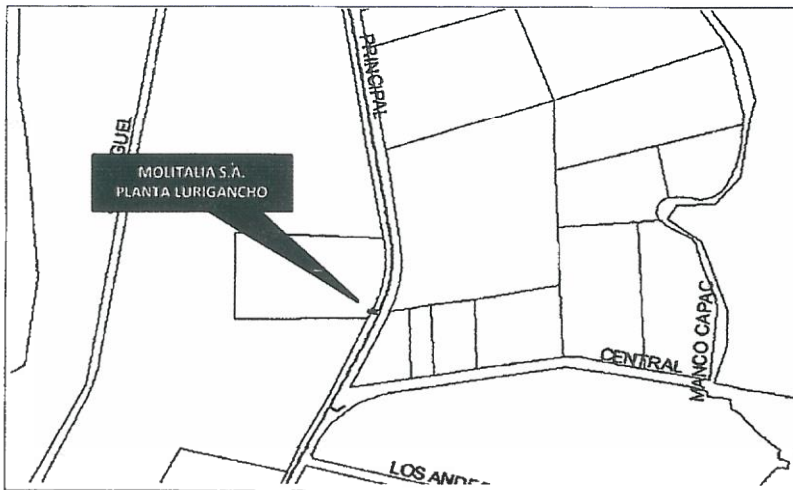



**ANEXO 1: RESPUESTA DE SOLICITUD DE FACTIBILIDAD DE SUMINISTRO  
PARA INDUSTRIALES**

Nombre: MOLITALIA S.A. - PLANTA LURIGANCHO  
 Dirección: Vía Chosica AV. Central s/n Parcela 35  
 Distrito: LURIGANCHO  
 Tipo de Actividad: ELABORACION DE PRODUCTOS DE MOLINERIA

Presión de Diseño :	<u>19</u>	barg
Presión Máxima de Suministro de Red :	<u>10</u>	barg
Presión Mínima de Suministro de Red :	<u>5</u>	barg
Presión Regulada prevista en salida ERM :	<u>2.5</u>	barg
Caudal Máximo Autorizado (Instantáneo) :	<u>454.86</u>	Sm <sup>3</sup> /h

Presión de Entrada (Mínima) (barg)	Presión de Diseño (Máxima) (barg)	Presión Regulada (barg)	Medidor	Corrector	Caudal Máximo
5 barg	19 barg	2.5 barg	ROTATIVO y/o TURBINA G100 2" Serie 150	Electrónico PTZ c/ entrada pulsos BF	≈ 454.86 Sm <sup>3</sup> /h



La tubería de conexión deberá contruirse en ACERO 2.5 " y su longitud será confirmada en obra.

**Observaciones**

El suministro a MOLITALIA S.A. - PLANTA LURIGANCHO se realizará a partir de la Red de BAJA Presión - ACERO de MAPO 10 barg instalada en la Av. Principal. La Tubería de Conexión será instalada desde la Red de Distribución hacia el límite de propiedad de la planta por la Av. Principal

En la vía pública, como parte de la Tubería de Conexión, será instalada la válvula de servicio en cámara o enterrada con extensor, la cual permitirá, en caso que sea necesario, interrumpir el suministro. Todas las instalaciones cumplirán con el Reglamento de Distribución (DS 040-2008-EM TUO Reglamento de distribución de gas natural) y normas internacionales asociadas.

**Nota:**  
 El Caudal Máximo Autorizado ha sido determinado por GNLC en base a los datos de consumo de combustibles suministrados por El Cliente, los cuales consideran las futuras ampliaciones de la planta. El diseño de la Acometida (incluyendo la Estación) de la presente Respuesta Solicitud de Factibilidad considera este Caudal Máximo Autorizado. En el caso que El Cliente no registre, durante un plazo de seis (6) meses, el Caudal Máximo Autorizado, GNLC tendrá el derecho de reducirlo en base al caudal máximo efectivamente registrado durante este plazo, sin previo aviso.  
 La validez de la presente respuesta de factibilidad de suministro es de 04 meses calendario.

**DESCRIPCION DE LA ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN**

Los equipos y componentes cumplirán con la Especificación Técnica Diseño, Construcción e Instalación de una Acometida (S-DIO-015).  
 El medidor deberá cumplir la norma NMP 016:2012 Norma Metrológica Peruana, Medidores de gas Parte 1: Requisitos Metrológicos, Parte 2: Controles Metrológicos y ensayos de funcionamiento, y las resoluciones emitidas al respecto  
 - Resolución N° 001-2012/SNM - INDECOPI Control Metrológico de Medidores de Agua y de Energía Eléctrica  
 - Resolución N° 007-2012/SNM - INDECOPI Aprueban Norma Metrológica sobre Medidores de Gas  
 - Resolución N° 001-2014/SNM - INDECOPI Aprueban Disposiciones Complementarias respecto del Control Metrológico de Medios de Medición de Agua Potable, Energía Eléctrica y Gas

Referencia Interna de Ingeniería: RSFS/16/153/C Cod. Anteproyecto: AC-15-066 Fecha: 08/08/2016

Elaboración - Cálidda  
 Firma:   
 Nombre: MARLON MELGAREJO

Revisión - Cálidda  
 Firma:   
 Nombre: PEDRO FLORES

Aprobación - Cálidda  
 Firma:   
 Nombre: EDWIN VEGAS

**ANEXO 04**  
**CARGO CALIDDA FIG 01**  
**RED INTERNA**

Lima 15 de Agosto del 2016

Sres. **CALIDDA**  
Atención.: Carlos Mogrovejo

Sirva la presente, para saludarlos y a la vez, presentarles los siguientes documentos correspondientes al levantamiento de observaciones del **EXPEDIENTE DEL PROYECTO DE INSTALACIÓN DE GAS DE RED INTERNA (PIG1)**; el cual consta de:

- Plano de ubicación: CS-1030139-JE-U-01 Rev.0 Firmado por el IG-3 (**observación levantada**)
- Plano isométrico: CS-1030139-JE-I-01 Rev.1 Firmado por el IG-3 y con cajetín corregido (**observación levantada**)
- Respuesta de Factibilidad de suministro con anexo 1 Firmado por el IG-3

Esto para la **aprobación** del expediente correspondiente al PIG 1 para la instalación de la red interna ubicada dentro del predio de la empresa **MOLITALIA S.A.** en su planta industrial ubicada en Vía Chosica - Central S/N parcela 35 Lurigancho-Chosica

Referencia: Cuenta Contrato: N° 524736

Con esto se estaría cumpliendo lo indicado en el D.S. N° 040-2008-EM de la normativa vigente.

Sin otro en particular y agradeciendo su respuesta así como la atención que puedan brindar a la presente, me despido.

Atentamente :

---

**Jose Gallo Díaz**  
Ingeniero de Proyectos

  
ING. JUAN JOSÉ PONTE MORILLO  
REGISTRO OSINERGMIN N° 00503  
CATEGORIA IG-3

Lima, 09 de Agosto de 2016.

Señores:

**Gas Natural de Lima y Callao S.A**  
Calle Morelli N° 150 – CC La Rambla – Torre 2  
San Borja.-

Atención: CARLOS MOGROVEJO  
Ejecutivo de Grandes Clientes

Asunto: Solicitud de Revisión de Expediente (\*)

Preliminar:

ESTACION 1	<input type="checkbox"/>	PIG 1	<input checked="" type="checkbox"/>	Planos AIE 1	<input type="checkbox"/>
ESTACION-MOD 1	<input type="checkbox"/>	PIG1-MOD/AMPL 1	<input type="checkbox"/>	AIE 2	<input type="checkbox"/>

Conforme a Obra: (\*\*)


ESTACION 2	<input type="checkbox"/>	PIG 2	<input type="checkbox"/>
ESTACION-MOD 2	<input type="checkbox"/>	PIG2-MOD/AMPL 2	<input type="checkbox"/>

Estimados Señores:

Por medio de la presente, yo, Juan José Ponte Morillo, en mi condición de responsable IG3 y responsable técnico de la empresa Corporación Solivan S.A.C., presento el expediente en mención, para su revisión.

Asimismo, cabe indicar que la presentación del expediente es de conocimiento del cliente.

Sin otro particular, nos despedimos de ustedes,

  
ING. JUAN JOSÉ PONTE MORILLO  
REGISTRO OSINERGMIN N° 00503  
CATEGORIA IG 3

IG3

**MOLITALIA S.A.**  
  
JOSÉ LUIS MORÁN ACIEGO  
APODERADO

Representante del Cliente

Nombre: Juan José Ponte Morillo  
N° Registro: 00503

Nombre: José Luis Morán Aciego  
Cargo: Apoderado

(\*) Leyenda:

ESTACION: Se refiere a la parte de la acometida compuesta por la ERM, EFM o ERMGC

PIG: Se refiere a la parte de la Red Interna

AIE: Se refiere a la parte de la acometida, específicamente la tubería que ingresa a la estación

(\*\*) El expediente AIE2 es revisado por la subgerencia de Proyectos

Toda impresión o copia de este documento que este fuera del entorno de la carpeta M/Documentos Normativos no garantiza que sea el VIGENTE

**ANEXO 05**  
**CARGO CALIDDA PIG 01**  
**ESTACIÓN PRIMARIA (ERMP)**

Lima, 16 de Agosto del 2016.

Sres. **CALIDDA**  
Atención.: Carlos Mogrovejo

Sirva la presente, para saludarlos y a la vez, presentarles los siguientes documentos correspondientes al **EXPEDIENTE DEL PROYECTO DE INSTALACIÓN DE GAS DE ESTACION DE REGULACION Y MEDICION PRIMARIA E.R.M.P. (PIG1)**; el cual consta de:

- Solicitud de revisión del expediente (Formato Calidda).
- Respuesta de solicitud de factibilidad de suministro.
- Acta de ubicación.
- Cronograma de obras
- Procedimientos de soldadura.
- Procedimiento de preparación superficial y recubrimiento.
- Memoria descriptiva.
- Fichas técnicas
- Plano mecánico del Skid de ERMP.
- Plano mecánico de Filtros
- Plano de Recinto de ERMP
- Procedimiento de calificación de soldadores.
- Procedimiento de calificación de procedimiento de soldadura.
- Sustento cambio de diámetro de medidor

Calidda Centro de Administración de Documentos	
Rad. N°	<b>R2016-021163</b>
Urgente SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	Anexos SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
P.c.d.: 4111-3311	Enviar a:
Clasificado por:	
Archivado en:	

Esto para la revisión del expediente correspondiente al PIG 1 para la instalación de la red interna ubicada dentro del predio de la empresa **MOLITALIA S.A.** en su planta industrial ubicada en Vía Chosica - Central S/N parcela 35 Lurigancho-Chosica

Referencia: Cuenta Contrato: N° 524736

Con esto se estaría cumpliendo lo indicado en el D.S. N° 040-2008-EM de la normativa vigente.

Sin otro en particular y agradeciendo su respuesta así como la atención que puedan brindar a la presente, me despido.

Atentamente :

  
ING. JUAN JOSÉ PONTE MORILLO  
REGISTRO OSINERGMIN N° 00503  
CATEGORIA IG-3

Juan José Ponte Morillo  
Ingeniero IG-3



Lima, 11 de Agosto de 2016.

Señores:

**Gas Natural de Lima y Callao S.A**  
Calle Morelli N° 150 – CC La Rambla – Torre 2  
San Borja.-

Atención: **CARLOS MOGROVEJO**  
Ejecutivo de Grandes Clientes

Asunto: Solicitud de Revisión de Expediente (\*)

Preliminar:

ESTACION 1	<input checked="" type="checkbox"/>	PIG 1	<input type="checkbox"/>	Planos AIE 1	<input type="checkbox"/>
ESTACION-MOD 1	<input type="checkbox"/>	PIG1-MOD/AMPL 1	<input type="checkbox"/>	AIE 2	<input type="checkbox"/>

Conforme a Obra: (\*\*)

ESTACION 2	<input type="checkbox"/>	PIG 2	<input type="checkbox"/>
ESTACION-MOD 2	<input type="checkbox"/>	PIG2-MOD/AMPL 2	<input type="checkbox"/>

Estimados Señores:

Por medio de la presente, yo, Juan José Ponte Morillo, en mi condición de responsable IG3 y responsable técnico de la empresa Corporación Solivan S.A.C., presento el expediente en mención, para su revisión.

Asimismo, cabe indicar que la presentación del expediente es de conocimiento del cliente.

Sin otro particular, nos despedimos de ustedes,

  
-----  
**JUAN JOSE PONTE MORILLO**  
REGISTRO OSINERGMIN N° 00503  
CATEGORIA IG-3

IG3

Nombre: Juan José Ponte Morillo  
N° Registro: 00503

**MOLITALIA S.A.**  
  
-----  
**JOSE LUIS MORAN ACIEGO**  
APODERADO

Representante del Cliente

Nombre: José Luis Morán Aciego  
Cargo: Apoderado

(\*) Leyenda:

ESTACION: Se refiere a la parte de la acometida compuesta por la ERM, EFM o ERMGC

PIG: Se refiere a la parte de la Red Interna

AIE: Se refiere a la parte de la acometida, específicamente la tubería que ingresa a la estación

(\*\*) El expediente AIE2 es revisado por la subgerencia de Proyectos



**ANEXO 06**  
**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA**  
**S-DIO-050\_V1**

<b>1</b>	<b>OBJETIVOS</b>					
1.1	Establecer las Especificaciones Técnicas que deberán cumplir las válvulas de seguridad y alivio de presión con extremos roscados hasta 2" de diámetro de entrada que sean instaladas en Estaciones de Regulación de Presión, en Estaciones de Regulación y Medición y en las Acometidas del Sistema de Distribución, cuya operación es responsabilidad de Cálidda.					
<b>2</b>	<b>ALCANCE</b>					
2.1	Aplicable a las válvulas de seguridad y alivio con conexiones de entrada hasta 2" y salida hasta 2.1/2" roscadas a instalarse en Estaciones de Regulación de Presión, en Estaciones de Regulación y Medición y en las Acometidas del Sistema de Distribución, cuya operación es responsabilidad de Cálidda.					
<b>3</b>	<b>EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO</b>					
3.1	N/A.					
<b>4</b>	<b>DEFINICIONES</b>					
4.1	<b>Presión de Apertura:</b> Es la presión a la cual la válvula comienza a abrir, en condiciones de servicio de contrapresión y temperatura. Conocida como presión de seteo o calibración, (según ISO 4126).					
4.2	<b>Presión de Recierre:</b> Es la presión a la cual la válvula recierra después de una apertura.					
4.3	<b>Presión de Operación:</b> Es la presión de regulación de la Estación de regulación.					
<b>5</b>	<b>DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b>					
5.1	ISO 4126: Safety devices for protection against excessive pressure					
5.2	API 526: Flanged Steel Pressure Relief Valves					
5.3	ISO 9001: Quality management systems - Requirements					
5.4	ISO 9002: Quality systems -- Model for quality assurance in production, installation and servicing					
<b>6</b>	<b>DISPOSICIONES ESPECIFICAS</b>					
6.1	GENERAL	1	FUNCION		Alivio de presión.	
		2	SERVICIO		Gas natural.	
		3	RAMAL		Principal ó secundario.	
		4	CALIBRACION		En fábrica y con precinto de fábrica.	
		5	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN		Debe contar con certificado de calibración de fábrica por cada válvula.	
	CONEXIONES	6	ENTRADA	SALIDA	1/2"	1"
					3/4"	1"
					1"	1 1/2"
					1 1/2"	2"
					2"	2 1/2"
		7	TIPO DE CONEXION		Rosca macho NPT.	Rosca hembra NPT.
	8	SERIE ENTRADA		S3000.		
	MATERIALES	9	MATERIAL DEL CUERPO, TAPA y CAPUCHON	ACABADO SUPERFICIAL DEL CUERPO	Acero al carbono AISI 316.	Epoxi / poliuretano. Espesor: 150 micrones. Color de fábrica.
		10	MATERIAL DEL RESORTE		Acero al carbono/acero aliado.	
11		MATERIAL DEL DISCO / ASIENTO		AISI 316.		
12		MATERIAL DEL CIERRE		Neoprene.		
13		MATERIAL DE INTERNOS		AISI 316/416/420.		
14		MATERIAL DE EMPAQUETADURAS		Viton ó fibra de aramida con goma NBR, libre de		

				asbesto.
SERVICIO	15	RANGO DE TRABAJO		Presión de apertura: 15% superior de la máxima presión regulada. Presión de recierre: 10% por debajo de la presión de apertura.
	16	ORIFICIO DE LA TOBERA		D, E, F, H, J, K, L (ver Tabla 1 adjunta).
	17	CAPACIDAD	EXACTITUD	5% del caudal nominal. +/- 5%.
	18	RANGO DE TEMPERATURA		-5 a 40 °c.
	19	FACTOR DE COMPRESIBILIDAD		0.98.
	20	GRAVEDAD ESPECÍFICA		0.61.
	21	SÓLIDOS		Menores a 5 micrones.
	22	MÁXIMO RUIDO EN EL LÍMITE DEL PREDIO.		60 dBA.
FABRICANTE	23	SISTEMA DE CALIDAD		ISO 9001 y/o ISO 9002

**6.2** **Tabla 1 Orificios Normalizados según API 526:**

ORIFICIO	AREA EFECTIVA (cm2)	AREA EFECTIVA (pulg2)
D	0,709	0,110
E	1,264	0,196
F	1,980	0,307
G	3,245	0,503
H	5,064	0,785
J	8,303	1,287
K	11,858	1,838
L	18,406	2,853

**6.3** El proveedor debe suministrar la documentación necesaria para evidenciar el cumplimiento de dichas especificaciones; sin limitarse deberá presentar lo siguiente:

- Listado de piezas y repuestos.
- Plano dimensional.
- Instrucciones de mantenimiento y operación.
- MTR, Material Test Report

<b>7</b>	<b>DESARROLLO</b>
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>
7.1	N/A.
<b>8</b>	<b>REGISTROS</b>
8.1	N/A.
<b>9</b>	<b>ANEXO</b>
9.1	<a href="#">Anexo 01</a> : Información del cliente.
<b>10</b>	<b>CONTROL DE CAMBIOS</b>
10.1	No aplica para la primera versión.

**ANEXO 01**  
**Información del Cliente**

		Proveedor	Marca	Cantidad	Código Cálida
	ITEM	DESCRIPCION	CUMPLE (SI-NO)	Sustento	Ofrece
<b>GENERAL</b>	0	CÓDIGO DE FABRICA			
	1	FUNCION			
	2	SERVICIO			
	3	RAMAL			
	4	CALIBRACION			
	5	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN			
<b>CONEXIONES</b>	6	ENTRADA			
	7	SALIDA			
	8	TIPO DE CONEXION			
	9	SERIE ENTRADA			
<b>MATERIALES</b>	10	MATERIAL DEL CUERPO, TAPA y CAPUCHON			
	11	ACABADO SUPERFICIAL DEL CUERPO			
	12	MATERIAL DEL RESORTE			
	13	MATERIAL DEL DISCO / ASIENTO			
	14	MATERIAL DEL CIERRE			
	15	MATERIAL DE INTERNOS			
	16	MATERIAL DE EMPAQUETADURAS			
<b>SERVICIO</b>	17	RANGO DE TRABAJO			
	18	ORIFICIO DE LA TOBERA			
	19	CAPACIDAD			
	20	EXACTITUD			
	21	RANGO DE TEMPERATURA			
	22	FACTOR DE COMPRESIBILIDAD			
	23	GRAVEDAD ESPECÍFICA			
	24	SÓLIDOS			
	25	MÁXIMO RUIDO EN EL LÍMITE DEL PREDIO.			

FABRICANTE	26	SISTEMA DE CALIDAD			
------------	----	--------------------	--	--	--

Elaboración, Revisión y Aprobación de la Especificación Técnica:		
Elaboración	Revisión	Aprobación
Danny Wong	Eduardo Jara	Pedro Flores
Ingeniero de Proyectos	Coordinador de Proyectos	Sub-Gerente de Ingeniería
		

SISTEMAS DE GESTIÓN

**ANEXO 07**  
**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA**  
**S-DIO-053\_V1**

<b>1</b>																																																																						
<b>1.1</b>	Establecer requerimientos técnicos que deben cumplir los elementos filtrantes.																																																																					
<b>2</b>	<b>ALCANCE</b>																																																																					
<b>2.1</b>	Es el elemento intercambiable del sistema de filtrado el cual compuesto de una carcasa interna y externa y dentro de estas carcasas el elemento filtrante.																																																																					
<b>3</b>	<b>EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO</b>																																																																					
<b>3.1</b>	N/A.																																																																					
<b>4</b>	<b>DEFINICIONES</b>																																																																					
<b>4.1</b>	<b>Sistema de filtrado:</b> Evita el depósito de polvo o impurezas en los asientos de las válvulas, en los obturadores de los reguladores, y también en los inyectores de los aparatos de utilización. La retención de partículas sólidas es desde afuera hacia adentro.																																																																					
<b>5</b>	<b>DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b>																																																																					
<b>5.1</b>	ASTM VIII Section 1 Boiler and Pressure Vessel Code																																																																					
<b>6</b>	<b>DISPOSICIONES ESPECIFICAS</b>																																																																					
<b>6.1</b>	<p><b>Presiones:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Presiones</th> </tr> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Tipo de Filtro</th> </tr> <tr> <th>G</th> <th>FM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>De colapso</td> <td colspan="2">1.5 bar</td> </tr> <tr> <td>De trabajo</td> <td colspan="2">5, 19, 50 bar</td> </tr> <tr> <td>Restriccion inicial</td> <td colspan="2">150 mbar</td> </tr> <tr> <td>Restriccion Final</td> <td colspan="2">800 mbar</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Elemento filtrante:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Medio Filtrante</th> </tr> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Tipo de Filtro</th> </tr> <tr> <th>G</th> <th>FM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Elemento Filtrante</td> <td>Poliester No Tejido</td> <td>Celulosa tratada</td> </tr> <tr> <td>Porosidad</td> <td colspan="2">05 micras</td> </tr> <tr> <td>Peso</td> <td>550 gr/m2</td> <td>126.9 gr/m2</td> </tr> <tr> <td>Permeabilidad</td> <td>150 lit/dm2/min a 20 mmH2O</td> <td>86.4 lit/dm2/min a 20 mmH2O</td> </tr> <tr> <td>Temperatura maxima</td> <td>150 °C</td> <td>90 °C</td> </tr> <tr> <td>Area Filtrante</td> <td>8.21 dm2</td> <td>18.36 dm2</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Materiales:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Carcasa Interna</th> </tr> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Tipo de Filtro</th> </tr> <tr> <th>G</th> <th>FM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Material</td> <td colspan="2">Plancha LAF</td> </tr> <tr> <td>Proteccion a la corrosion</td> <td colspan="2">Electrozincado doble cara de 6-8 micras</td> </tr> <tr> <td>Tipo troquelado</td> <td colspan="2">Circular con agujeros de 1/4"</td> </tr> <tr> <td>Porcentaje de area libre</td> <td colspan="2">42%</td> </tr> <tr> <td>Soldadura</td> <td colspan="2">Electrica por puntos</td> </tr> </tbody> </table>	Presiones				Tipo de Filtro		G	FM	De colapso	1.5 bar		De trabajo	5, 19, 50 bar		Restriccion inicial	150 mbar		Restriccion Final	800 mbar		Medio Filtrante				Tipo de Filtro		G	FM	Elemento Filtrante	Poliester No Tejido	Celulosa tratada	Porosidad	05 micras		Peso	550 gr/m2	126.9 gr/m2	Permeabilidad	150 lit/dm2/min a 20 mmH2O	86.4 lit/dm2/min a 20 mmH2O	Temperatura maxima	150 °C	90 °C	Area Filtrante	8.21 dm2	18.36 dm2	Carcasa Interna				Tipo de Filtro		G	FM	Material	Plancha LAF		Proteccion a la corrosion	Electrozincado doble cara de 6-8 micras		Tipo troquelado	Circular con agujeros de 1/4"		Porcentaje de area libre	42%		Soldadura	Electrica por puntos	
Presiones																																																																						
	Tipo de Filtro																																																																					
	G	FM																																																																				
De colapso	1.5 bar																																																																					
De trabajo	5, 19, 50 bar																																																																					
Restriccion inicial	150 mbar																																																																					
Restriccion Final	800 mbar																																																																					
Medio Filtrante																																																																						
	Tipo de Filtro																																																																					
	G	FM																																																																				
Elemento Filtrante	Poliester No Tejido	Celulosa tratada																																																																				
Porosidad	05 micras																																																																					
Peso	550 gr/m2	126.9 gr/m2																																																																				
Permeabilidad	150 lit/dm2/min a 20 mmH2O	86.4 lit/dm2/min a 20 mmH2O																																																																				
Temperatura maxima	150 °C	90 °C																																																																				
Area Filtrante	8.21 dm2	18.36 dm2																																																																				
Carcasa Interna																																																																						
	Tipo de Filtro																																																																					
	G	FM																																																																				
Material	Plancha LAF																																																																					
Proteccion a la corrosion	Electrozincado doble cara de 6-8 micras																																																																					
Tipo troquelado	Circular con agujeros de 1/4"																																																																					
Porcentaje de area libre	42%																																																																					
Soldadura	Electrica por puntos																																																																					

Carcasa Externa		
	Tipo de Filtro	
	G	FM
Material	Plancha LAF	
Proteccion a la corrosion	Electrozincado doble cara de 6-8 micras	
Tipo troquelado	Rombico	Agujero de 1/4"
Porcentaje de area libre	65%	42%
Soldadura	Electrica por puntos	
Anillos		
	Tipo de Filtro	
	G	FM
Material	Plancha LAF	
Proteccion a la corrosion	Electrozincado doble cara de 6-8 micras	
Juntas Planas		
	Tipo de Filtro	
	G	FM
Material	Nitrilo, apto para hidrocarburos	
Medidas	Espesor y diametro de acuerdo al modelo	
Pegamento	Cianoacrilito	
Dureza	70 Shore	

Las plancha LAF tendrán un espesor mínimo de 1.2 mm

#### Dimensiones:

Modelo	Altura	Diametro Exterior	Diametro Interior
Tipo	(mm)	(mm)	(mm)
G 0.5	120	80	35
G 1	165	95	50
G 1.5	210	120	69
G 2	260	165	86
G 2.5	283	200	110
G 3	320	252	138
G 4	415	299	186
G 5	470	390	246
FM 2	120	74	33
FM 3	158	114	72
FM 4	212	145	90

En caso de que la aplicación así lo amerite se podrán sumar las capacidades de dos tipos de elementos filtrantes y colocarlos uno encima del otro para cubrir las necesidades. Las dimensiones contemplan todos los componentes del elemento y pueden tener una variación para todas las dimensiones de +/- 5mm.



6.2	<p>El proveedor debe suministrar la documentación necesaria para evidenciar el cumplimiento de las especificaciones; sin limitarse deberá presentar los siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reporte estándar de colapso del fabricante con los resultados obtenidos por cada tipo de elemento filtrante.</li> <li>• Reporte estándar de eficiencia del fabricante, debiendo contener como mínimo la curva de eficiencia del elemento por cada tipo o modelo de elemento filtrante.</li> <li>• Certificado de materiales</li> <li>• Plano dimensional</li> <li>• Instrucción de operación y mantenimiento</li> </ul> <p>De ser posible certificación en ISO 9001 de la fábrica.</p>
7	<b>DESARROLLO</b>
ITEM	DESCRIPCIÓN
7.1	N.A
8	<b>REGISTROS</b>
8.1	N.A
9	<b>ANEXO</b>
9.1	<a href="#">Anexo 1: Tipo de Filtro</a>
10	<b>CONTROL DE CAMBIOS</b>
10.1	No aplica para la primera versión.




Anexo 01: Tipo de Filtro



Filtro Tipo G



Filtro Tipo FM

Revisión y aprobación de la Guía:		
Elaboración	Revisión	Aprobación
Ivan Calderón	Eduardo Jara	Pedro Flores
Ingeniero de Proyectos	Coordinador de Proyectos	Sub Gerente de Ingeniería
		

**ANEXO 08**  
**NORMA TÉCNICA PERUANA**  
**111.010 2003 Rev. 2014**

derivaciones, la capacidad necesaria para cubrir la demanda y la ubicación del punto de entrega de gas, entre otros.

14.1.3 Los elementos de la instalación a partir de los reguladores se diseñarán considerando la presión máxima a que pueden estar sometidos teniendo en cuenta el valor de las sobrepresiones que pueden ocurrir ante defectos de funcionamiento de las respectivas válvulas de regulación y la acción de los sistemas de protección previstos (válvulas de seguridad por alivio o por bloqueo).

## 14.2 Condiciones básicas para el dimensionamiento

14.2.1 El dimensionamiento de la tubería de gas natural seco depende entre otros de los siguientes factores:

- a) Máxima cantidad de gas natural seco requerido por los equipos de consumo.
- b) Demanda proyectada futura, incluyendo el factor de simultaneidad
- c) Caída de presión permitida entre el punto de suministro y los equipos de consumo.
- d) Longitud de la tubería y cantidad de accesorios.
- e) Gravedad específica y poder calorífico del gas natural seco
- f) Velocidad permisible del gas.

14.2.2 Los rangos de caída de presión indicados en (14.2.2.1, 14.2.2.2, 14.2.2.3) considera las caídas de presión debido a los accesorios y en general todos los elementos intermedios en el tramo de tubería incluyendo a esta.

14.2.2.1 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.

14.2.2.2 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.

14.2.2.3 Los tramos de tubería que alimentan directamente los equipos de consumo, serán calculados de la misma forma que el 14.2.2.2 y el cálculo de estos tramos deberá garantizar las condiciones mínimas de presión y caudal requerido por el equipo de consumo.

14.2.3 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.

14.2.4 Para el dimensionamiento de las tuberías, se admitirán fórmulas de cálculo reconocidos, las cuales deben considerar el rango de presión de cálculo. Los datos obtenidos deberán responder por lo menos, a las exigencias de:

- a) La fórmula de Poole para presiones hasta un máximo de 5 kPa (50 mbar)

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

Donde:

- $Q$  caudal en m<sup>3</sup>/h (condiciones estándar)  
 $D$  diámetro en cm.  
 $h$  pérdida de carga en mm. de columna de H<sub>2</sub>O  
 $s$  densidad relativa del gas  
 $l$  longitud de tubería en metros, incluyendo la longitud equivalente de los accesorios que la componen. Véase tabla10 para longitudes equivalentes

- b) La fórmula de Renouard simplificada para presiones en el rango de 0 kPa a 400 kPa (0 bar a 4 bar); válida para  $Q/D < 150$

$$P_A^2 - P_B^2 = 48600.s.L. \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}$$

Donde:

- $P_A$  y  $P_B$  presión absoluta en ambos extremos del tramo, en  $\text{kg/cm}^2$  A  
 $s$  densidad relativa del gas.  
 $L$  longitud del tramo en km, incluyendo la longitud equivalente de los accesorios que la componen. Véase tabla 10.  
 $Q$  caudal en  $\text{m}^3/\text{h}$  (condiciones estándar)  
 $D$  diámetro en mm.  
 c) Para el cálculo de velocidad de circulación del fluido se utilizará la siguiente fórmula.

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

Donde:

- $Q$  Caudal en  $\text{m}^3/\text{h}$  (condiciones estándar)  
 $P$  Presión de cálculo en  $\text{kg/cm}^2$  absoluta  
 $D$  Diámetro interior de la tubería en mm.  
 $v$  velocidad lineal en m/s

Las fórmulas de dimensionamiento utilizadas deberán tener en cuenta las características particulares del gas para el cual se realiza el diseño.

14.2.5 Definido el diámetro, material de tubería y presión de diseño, se debe especificar el espesor de pared, de manera que cumpla con las pruebas de estanqueidad y condiciones operatorias.

14.2.6 El espesor mínimo de las paredes de las tuberías de acero roscadas; o soldadas de diámetro  $< 3,9$  mm (2 pulg), debe ser conforme a la cédula 40. En la Tabla 3, se indica los espesores mínimos para tuberías de acero.

**TABLA 3 – Tubería de acero**

Diámetro nominal		Espesor mínimo de la pared (mm)
mm	Pulgadas	
10,3	1/8	1,7
13,7	1/4	2,2
17,1	3/8	2,3
21,3	1/2	2,8
26,7	3/4	2,9
33,4	1	3,4
42,2	5/4	3,6
48,3	1 1/2	3,7
60,3	2	3,9

14.2.7  
Tabla 4:

El espesor mínimo de la pared de las tuberías de polietileno se indica en la

**TABLA 4 - Tubería de polietileno SDR 17,6 serie métrica**

Tamaño nominal (mm)	Espesor de la pared (mm)
32	2,3
40	2,3
63	5,8
110	6,3
160	9,1
200	11,4
250	14,2

14.2.8 El espesor mínimo de la pared de las tuberías de cobre deberá ser de 1 mm y el diámetro máximo 29 mm .

TABLA 5 – Tubería de cobre

Diámetro externo		Espesor de pared	
pulgadas	milímetro	pulgada	milímetro
5/8	15,9	0,040	1,02
¾	19,1	0,042	1,07
7/8	22,3	0,045	1,14
1 1/8	29	0,050	1,27

### 14.3 Expansión de un sistema de tubería

Cuando se requiera conectar a un sistema de tuberías nuevos equipos de consumo, éste debe someterse a una reevaluación para determinar si tiene capacidad suficiente. Si la capacidad no es suficiente se debe modificar el sistema existente.

## 15. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TUBERÍAS

### 15.1 Generalidades

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

15.1.2 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, debiendo para tal fin instalarse cuando resulte necesario pasarelas, plataformas, conductos, etc. 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.

15.1.3 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.

15.1.4 Las tuberías deberán contar con soportes intermedios en intervalos regulares, de acuerdo a su peso y diámetro. Véase Tabla 8.

15.1.5 No deben instalarse tuberías en las inmediaciones de cables eléctricos, tuberías de calefacción u otras instalaciones que puedan causar daños. En la Figura 1 se indica las distancias mínimas entre las tuberías que conducen gas y las tuberías de otros servicios.

15.1.6 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.

15.1.7 Las tuberías que cruzan pisos o paredes deberán contar con una camisa protectora o "pasamuro".

15.1.8 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.

15.1.9 No se podrán instalar tuberías en pasadizos donde vehículos o personas puedan dañarlas, tropezando, golpeándolas o ejerciendo presión sobre ellas.

15.1.10 Se evitará en la medida de lo posible instalar tuberías en ductos no ventilados, cavidades, cielo rasos, o empotrados en paredes.

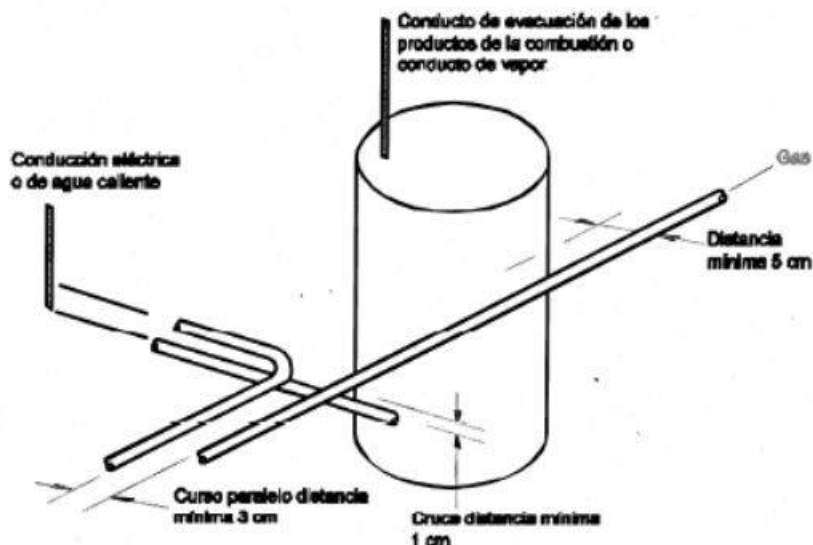


FIGURA 1 - Tuberías que conducen gas instaladas a la vista o embebidas y tubería de otros servicios

Tabla de 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

19.3 Los soportes, ganchos y anclajes deben ser instalados de manera que no interfieran con la libre expansión y contracción de la tubería entre los puntos de anclaje.

Todas las partes del sistema de soporte deben ser diseñadas e instaladas de tal manera de evitar la corrosión y que no se desenganchen por el movimiento de la tubería.

19.4 Si la tubería que contiene el gas natural seco debe ser desmontada, la línea debe desconectarse de todas las fuentes de gas y ser purgada totalmente con aire, agua o un gas inerte antes de efectuar cualquier corte o soldadura.

## 20. PRUEBA DE HERMETICIDAD

20.1 Finalizada la construcción del sistema de tuberías, deberá ser probada para verificar su hermeticidad, utilizando como fluidos el aire, nitrógeno o cualquier gas inerte, en ningún caso, oxígeno o un gas combustible. El propósito es localizar y eliminar toda pérdida en la instalación. La prueba deberá efectuarse aumentando la presión gradualmente y tomando las medidas de seguridad que corresponda.

20.2 La prueba de presión de hermeticidad deberá ser de 1,5 veces la presión máxima admisible de operación (MAPO) por un lapso no menor 2 horas. En el caso de sistemas de tuberías con una MAPO de 60 mbar o menos, la presión de prueba de hermeticidad deberá ser 100 mbar como mínimo,

20.3 Se elaborará el ACTA DE HERMETICIDAD que deberán incluir como mínimo los siguientes datos:

- Identificación de la instalación comprobada, con su plano correspondiente
- Resultados de las pruebas de comprobación, que incluye presiones antes y después de las pruebas, duración, resultados
- Nombre y fecha de la empresa que efectúa la prueba
- Nombre y fecha del verificador.

**ANEXO 09**  
**APROBACIÓN FIG 01**  
**RED INTERNA - ERMP**

1.- Datos Generales

Fecha:	15/08/2016	Expediente:	PIG 1	Rev:	A
Cliente:	MOLITALIA S.A._ PLANTA LURIGANCHO	Instalador:	CORPORACIÓN SOLIVAN		
Dirección:	AV. CENTRAL S/N, PARCELA 35 - LURIGANCHO	Certificadora:			

2.- Lista de Verificación

	Si	No	COMENTARIOS
Solicitud de Revisión de Expediente firmado por el Cliente e IG3: <u>JOSE LUIS MORAN / JUAN JOSE PONTE MORILLO IG3 N°00 503</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Certificado de expediente/obras de las instalaciones(*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Cronograma de Obras	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Copia de Revisión de Expediente PIG1 Aprobado (*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Copia de Acta de Ubicación de la Estación:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Copia de Respuesta de Solicitud de Factibilidad de Suministro:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Memoria Descriptiva:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Datos del Cliente (Persona de Contacto - Rubro - Dirección): <u>JOSE LUIS MORAN - ALIMENTOS PARA MASCOTAS - JUAN JOSE PONTE MORILLO IG3 N°00503</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Datos del Instalador Empresa - IG3: <u>CORPORACIÓN SOLIVAN - JUAN JOSE PONTE MORILLO IG3 N°00503</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Descripción de las Unidades de Consumo: <u>SECADOR LINEA 1 (210.08 Sm3/h); CALDERA 1 (241.22 Sm3/h)</u> <u>COCINA (1.46 Sm3/h); CALENTADOR DE AGUA 1 (1.3 Sm3/h)</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Parámetros de Diseño:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Capacidad máxima (m3/h) ≤ Q SFS <u>454.07 Sm³/hr ≤ 454.86 Sm³/hr</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Presión Regulada (barg) = Presión regulada de la RSFS <u>2.5 Bar = 2.5 Bar</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Planos:

Plano de Ubicación: <u>CS-1030139-JE-U-01 REV.0</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FALTA FIRMA DE IG3
Plano de Layout: <u>CS-1030139-JE-G-01 REV.0</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Muestra la ubicación de la estación y válvula de cierre principal:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Muestras válvulas de cierre en el sistema de tuberías:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Indica uso de áreas:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ubicación de equipos de consumo:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Muestra Planilla de Consumos de equipos a instalar:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Plano Isométrico: <u>CS-1030139-JE-I-01 REV.0</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	CORREGIR EL CAJETIN DEBE INDICAR PLANO ISOMETRICO
Muestra la ubicación de la estación y Válvula de Cierre Principal:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Muestras válvulas de cierre en el sistema de tuberías:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Indica de tipo de junta (soldado - roscado):	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Indica altura de tuberías (Ref al NPT):	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ubicación de ERS:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Planilla de cálculo de velocidades y caídas de presión:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Planilla de Materiales y Equipos: Descripción, Marca, Normas y Presiones de Diseño:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Plano Mecánico de ERS (*):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vista de elevación y planta:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Indica venteo a los 4 vientos:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Planilla de cálculo de velocidades y caídas de presión:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Planilla de Materiales y Equipos: Descripción, Marca, Normas y Presiones de Diseño:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Plano Welding MAP de Isométrico (*):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Juntas coinciden con Welding Book:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Juntas coinciden con Reporte END:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Planos P&ID del Tren de Válvulas del Sistema de Combustión (*):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Planos P&ID y descripción de equipos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Valor de Calibración: (Reguladores -Válvulas de Seguridad - Presostatos)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tiempo de seguridad en secuencia de arranque y parada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Planilla de cálculo de velocidades y caídas de presión:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	


Procedimientos de Soldadura:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Especificación del Proceso de Soldadura WPS <u>SOL-WPS-003-15</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Registro Calificación del Proceso de Soldadura PQR <u>SOL-PQR-003-15</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Homologación de Soldador WPQ vigente (*): <u>DNI:6522838 W-WAC WILLY OSCAR ALFARO CONDORI</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Registro de Parámetros de Equipo de Electrofundición y Certificado de Fusionista (*):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Memoria de cálculo de protección anódica/catódica (*):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Registro de Prueba de Hermeticidad firmado por el IG3, el Cliente y Cálidda (*):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Reporte de Ensayos No Destructivos (*):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Certificación del Inspector de END (*):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Registro de comisionado de equipos (*):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Manual de operación de las Instalaciones (*):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Programa de Mantenimiento (*):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Procedimiento de puesta en marcha (*):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Check List y Certificado de Materiales y Equipos (*):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
CD (Cont: P.Isométrico y P. Layout de red Interna, Plano de ERS's, conforme a obra en PDF) (*):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Estudio de Riesgo de las Instalaciones Internas (*):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Plan de Contingencias (*):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Acta de Compromiso del Cliente (*):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

3.- Estatus de Revisión

Aprobado <input checked="" type="checkbox"/>	Observado <input type="checkbox"/>	Rechazado <input type="checkbox"/>	Expediente devuelto: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
--	------------------------------------	------------------------------------	---

4.- Comentarios:

<p>LA CERTIFICACIÓN DEBE INDICAR OBRA BIEN EJECUTADA Y DEBE CORRESPONDER A PROCESO CONSTRUCTIVO</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>Responsable de Revisión - Cálidda</p> <p></p> <p>Firma:</p> <p>Nombre: VICTOR HERRERA</p>
<p>Nota:</p> <p>(*) Documentos se presenta en el Expediente Conforme a Obra</p> <p>- El Analisis de Riesgo, Plan de Contingencias y Acta de compromiso se presentarán en un Folder aparte para su revisión por HSE.</p> <p>LA PRESENTE REVISION SE REALIZA SOBRE LA BASE DE LA DOCUMENTACION 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>	

**1.- Datos Generales**

Fecha: 19/08/2016 Expediente: ERM 1 Rev: A

Cliente: MOLITALIA S.A. PLANTA LURIGANCHO Instalador: CORPORACIÓN SOLIVAN

Dirección: AV. CENTRAL S/N, PARCELA 35 - LURIGANCHO Certificadora: ---

**2.- Lista de Verificación**

		COMENTARIOS	
Solicitud de Revisión de Expediente firmado por el Cliente e IG3:	SI <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	JOSE LUIS MORAN / JUAN JOSE PONTE MORILLO IG3 N°00 503	
Certificado de Obra de las instalaciones original (*):	SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
Copia de Respuesta de SFS:	SI <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Pe=10/5 BAR; Pr=2.5 bar; Q=454.86 Sm3/h G-100 02"	
Copia de Acta de Ubicación:	SI <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
<b>Procedimientos de Soldadura:</b>			
Especificación del proceso de Soldadura WPS	SI <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	SOL-WPS-003-15	
Registro Calificación del Proceso de Soldadura PQR	SI <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	SOL-PQR-003-15	
Homologación de Soldador WPG vigente	SI <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	WILLY OSCAR ALFARO CONDORI W-WAC	
Procedimiento de Arenado y Pintado:	SI <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	CS-OP-POE.ME.05	

**Memoria Descriptiva:**

Cálculo y Selección del Medidor: ROTATIVO G100 Ø3" GFO SI  No

Cálculo de Resistencia de Tubería: 3" y 4" SI  No

Selección de Regulador: SI  No

Selección de Válvula de Bloqueo por Sobrepresión: BLOQUEO INCORPORADO P<sub>b</sub>=3.25 bar SI  No

Selección de Válvula de Alivio: SI  No

Cálculo de Velocidades y Caídas de Presión: SI  No

Selección de Elemento Filtrante: SI  No

Cálculo de Carcaza de Filtro según ASME VIII: SI  No

Parámetros de Diseño: Capacidad máxima (m<sup>3</sup>/h) ≥ Q SFS (ver nota) 454.86 Sm3/h ≥ 454.86 Sm3/h SI  No

    Presión de Diseño - Pr. máxima / mínima (barg) de suministro 19 barg - 10 barg / 5 barg SI  No

    Presión Regulada (barg) = Presión regulada de la RSFS 2.5 barg SI  No

**Plano Mecánico del Skid (Presentar 02 copias impresas en formato A2):**

Vista de Planta y Elevación SI  No

Datos de Diseño: P. Prueba: 28.5 barg P. Diseño: 19 barg P. Oper: 10 barg P. Min. Suministro: 5 barg P. Regulada: 2.5 barg SI  No

Caudal Máximo a Presión Regulada: 454.86 Sm3/h 100% de END: 100% SI  No

Termopozo de Ø3/4" a una distancia de 2D aguas abajo del medidor y spool stand by: SI  No

Válvulas de Ø1/4" aguas arriba y abajo de spool stand by: SI  No

Pintura: Tub. Válv. amarillo (RAL 1004), Filtros Blanco (RAL 9010), Soportes Verde (RAL 6002) SI  No

Planilla de Materiales y Equipos: Descripción, Marca, Normas y Presiones de Diseño. SI  No

Equipos:

Medidor -> Marca: GFO MAPO: 21 barg Gsize: 100 Certificado (\*): SI  No

    Tipo: ROTATIVO Cod. Modelo: N/S Lote: ---

Unid. Correctora -> Marca: ITRON Pr. de Op: 0.9 - 10 barA Certificado (\*): SI  No

    Modelo: Corus PTZ N/S:

Válvula Reguladora -> Marca: EQA P. Reg: 2.5 bar Tipo: Roscado Certificado (\*): SI  No

    Diámetro: 2" Modelo: 956 Bridado N/S:

Válvula de Bloqueo por Sobrepresión -> Incorporado a la Válvula Reguladora: SI  No

    Marca: EQA P. Set: 3.25 bar Certificado (\*): SI  No

    Diámetro: 2" Modelo: 956 N/S:

Válvula de Alivio -> Marca: FARINOLA P. Set: 2.6 bar Certificado (\*): SI  No

    Diámetro: 3/4 X1" Modelo: 054D N/S:

Válvula de Bola -> Marca: NEWAY Serie: 150 Certificado (\*): SI  No

    Size: 3"

Válvula Mariposa -> Marca: --- Serie: 150 Certificado (\*): SI  No

    Size: 4"

Válvula de Bloqueo y Purga -> Marca: ABAC Serie: 3000 Certificado (\*): SI  No

    Size: 1/2"

Juntas Espirometálicas -> Marca: --- Serie: 150 Certificado (\*): SI  No

    Size: 2" y 3"

**Plano Welding MAP de Skid (\*):**

Juntas coinciden con Welding Book: SI  No

Juntas coinciden con Reporte END: SI  No

**Plano Mecánico de Filtro (Presentar 02 copias impresas en formato A2):**

Datos de Diseño: P. Prueba: 28.5 barg P. Diseño: 19 barg P. Oper: 10 barg P. Min. Suministro: 5 barg P. Regulada: 2.5 barg SI  No

Caudal Máximo a Presión Regulada: 2403 Sm3/h 100% de END: SI SI  No

Cuplas y Válvulas para Presión Diferencial de Ø1/4": SI  No

Cupla y Válvula de Ø1/2" para Purgado: SI  No

Indica Elemento Filtrante: SI 1 ELEMENTO G: 2 SI  No

Indica Cordones de Soldadura: SI --- Cant: 12 SI  No

**Plano Welding MAP de Carcaza de Filtro (\*):**

Juntas coinciden con Welding Book: SI  No

Juntas coinciden con Reporte END: SI  No

**Plano de Recinto (Presentar 02 copias impresas en formato A2):**

Muestra la ubicación del Recinto, AIE, V.S y Pozos de PAT: SI  No

Instalaciones Eléctricas APE, (inc toma futura) SI  No

Reporte de Prueba de Hermeticidad (\*): SI  No

Reporte de Ensayos No Destructivos (Skid -Filtros) (\*): SI  No

Certificación del Inspector de END (\*): SI  No

Registro de Medición de Puesta a Tierra, resistencia mínima 5 ohmios (\*): SI  No

Registro de Medición de Espesores de Pintura (\*): SI  No

Check List y Certificado de Materiales y Equipos (\*): SI  No

CD (Cont: Acta de Ubicación, RSFS, P. Mec. de Skid, P. Mec. de Filtro, P. de Recinto, Certificado de Medidor, Corrector, y Plan de mantenimiento en PDF) (\*): SI  No

**3.- Estatus de Revisión**

Aprobado  Observado  Rechazado

Expediente devuelto: SI  No

COPIA

**4.- Comentarios:**

LA CERTIFICACION A PRESENTAR EN CONFORME A OBRA DEBERA DE CORRESPONDER A TODO EL PROCESO CONSTRUCTIVO.

\*Se debe presentar el Certificado de Aprobación del modelo expedido u homologado por el Servicio Nacional de Metrología - INDECOP

\*Se debe presentar el Certificado de Verificación Integral del medidor expedido por un organismo autorizado por el Servicio Nacional de Metrología - INDECOP

**Nota:**

(\*) Documentos se presenta en el Expediente Conforme a Obra

- La Capacidad Máxima del SKID estará en función del elemento de menor capacidad instalado ( Tubería - Filtro - Regulador - Medidor)
- La soporteía debe asegurar la estabilidad y buen funcionamiento del medidor y filtro.
- Presentar Fichas Técnicas de equipos que no se hacen mención en la Especificación Técnica Diseño, Construcción e Instalación de una Acometida (S-DIO-015) en expediente ERM.
- La aprobación de los documentos correspondientes al proceso de soldadura como WPS, PQR y WPG es preliminar y deberá ser validado en obra por el área de Proyectos de Cálida antes de la construcción de la ERM.
- Los planos impresos, una vez aprobados serán sellados, y serán distribuidos de la siguiente manera: una copia para el Cliente / Instalador Registrado y la segunda copia quedará en poder del área de proyectos de Cálida.

Responsable de Revisión - Cálida

Firma:

Nombre: VICTOR HERRERA

LA PRESENTE REVISION SE REALIZA SOBRE LA BASE DE LA DOCUMENTACION PRESENTADA AL CONCESIONARIO Y NO EXIME AL INSTALADOR DE SU RESPONSABILIDAD COMO DISEÑADOR, CONSTRUCTOR DE LA OBRA Y REALIZADOR DE LOS PROCEDIMIENTOS E INGENIERIA DE DETALLE.

**ANEXO 10**

**COMUNICADO DE INICIO DE**

**ACTIVIDADES**

CS-CITGN-1030139-CAL-01

**CARGO**

Lima, 18 de Agosto de 2016

Señores:

**CALIDDA**

Torre 2 - Centro Comercial La Rambla, Calle Morelli 150, San Borja

Presente

Atención : Sr. Carlos Mogrovejo

Asunto : **COMUNICADO DE INICIO DE ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN DE RED INTERNA DE GAS NATURAL – PLANTA DE ALIMENTO PARA MASCOTAS - MOLITALIA S.A. – LURIGANCHO – CHOSICA.**



Sirva la presente, para saludarlos y a la vez, comunicarles que ya habiendo obtenido la aprobación del PIG 1 de la Red Interna de Gas Natural, hemos programado dar inicio a los trabajos relacionados con la construcción del proyecto, dentro de 10 días útiles contando a partir del día de ingreso del presente documento.

Esto para la Instalación de la Red Interna de Gas Natural ubicada dentro del predio de la empresa **MOLITALIA S.A.** en su planta industrial ubicada en Vía Chosica – Central S/N Parcela 35 – Lurigancho – Chosica.

**Referencia:** Cuenta Contrato N° 524736.

Con esto se estaría cumpliendo lo indicado en el artículo 9.7.2.1 del "Procedimiento Para la Habilitación de Suministros en Instalaciones Internas de Gas Natural" de la normativa vigente.

Sin otro en particular y agradeciendo su respuesta así como la atención que puedan brindar a la presente, me despido.

Atentamente.



Nombre y apellido: Frank Kuzma Saldaña

Cargo: Ing. Residente

Fecha: 18/08/2016

	<b>Calidda</b> Centro de Administración de Documentos
Rad. N°	<b>R2016021326</b>
Urgente SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	Anexos SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
P.c.d.: <u>4111</u>	Enviar a: _____
Clasificado por: _____	Archivado en: _____

CODIGO	REVISION	FECHA	PAGINA
CS-OP-P.01-F.07	0	17/08/2016	1



**ANEXO 11**

**RESOLUCIÓN N°164-2005-OS-CD**

**PROCEDIMIENTO DE HABILITACIÓN**

**DE SUMINISTROS**

- Carga térmica por equipos.
- Consumo de gas natural.
- Características del consumo: demanda máxima y mínima.
- Criterios de caídas de presión permitidas y velocidades máximas.
- Detalles y cálculos de los sistemas de combustión.

**9.2.3. Evaluación de las Solicitudes de Revisión**

En caso de establecerse que el Consumidor no ha cumplido con lo dispuesto en los numerales 9.2.1. y 9.2.2., la solicitud de revisión será devuelta al Consumidor, indicándose las observaciones encontradas.

**9.2.4. Revisión al Proyecto de Instalación de Gas Natural (P.I.G.)**

El Concesionario comunicará el resultado de la revisión del P.I.G. en un plazo no mayor de diez (10) días útiles contados a partir de la entrega de la solicitud de revisión.

**9.2.5. Aprobación del Proyecto de Instalación de Gas Natural (P.I.G.)**

Una vez aprobado el P.I.G. el Concesionario entregará una copia de éste al Consumidor o al Instalador registrado, con el cual se podrá dar inicio a los trabajos, siendo a su vez obligación del instalador entregar al futuro Consumidor dicha copia aprobada.

**9.2.6. Obligación del Concesionario de suministrar información:**

El Concesionario se encuentra obligado a suministrar semanalmente a OSINERG, con actualización al primer día útil de cada semana, la relación de todos los proyectos aprobados.

**9.2.7. Requisitos que debe cumplir el Instalador para la Construcción de las Instalaciones.**

El Instalador deberá cumplir con los siguientes requisitos para la construcción de las instalaciones internas:

**9.2.7.1. Comunicar, con no menos de 10 días útiles de anticipación, al Concesionario la fecha de inicio de la construcción de las Instalaciones Internas.**

9.2.7.2. Entregar durante y/o al final de la construcción al Concesionario, para el caso de tuberías de acero al carbono, polietileno, cobre, y equipos de combustión, los siguientes documentos:

- a) Certificados de Calidad de los materiales y equipos empleados, los que deberán cumplir con la normativa correspondiente.
- b) Plano P&ID de la(s) Estación(es) de Regulación Secundaria incluyendo detalles del tren de válvulas de regulación y seguridad y de los sistemas de combustión, para cada punto de consumo. En los citados planos se deberá indicar los valores de calibración de reguladores, válvulas de seguridad, presostatos, tiempos de seguridad en secuencia de arranque y parada y planilla de cálculo de la velocidad y caída de presión en el tren de válvulas.
- c) Certificados de homologación de soldadores / fusionistas.

ACERO CARBONO	POLIETILENO	COBRE
- ASME IX	CEN EN 1555 y norma asociadas (ISO/DIS 19480 EN 12007 y ISO 12176)	
- API 1104		- NTP 342.522-2002
- Norma Europea		- NTP 342.052-2000
- Ente calificador		

- d) Registro de los Ensayos No Destructivos realizados a las tuberías soldadas.
- e) Resultado de las pruebas hidráulicas y/o neumáticas en lo que corresponda y, de acuerdo a la normativa nacional y/o norma internacional aplicable (ASME B31.3). Las pruebas, deberán ser presenciadas por el Concesionario.
- f) Plano isométrico conforme a obra.
- g) Registro del comisionado de equipos.
- h) Registro de los parámetros de los equipos empleados en soldaduras de polietileno por electrofusión y soldaduras de acero al arco (incluyendo de trazabilidad de los accesorios).
- i) Procedimiento para la puesta en marcha de las instalaciones internas.

9.2.8. Documentación a presentarse concluida la construcción de las Instalaciones internas (aún descubiertas, en el caso de tuberías empotradas):

El Consumidor o el Instalador registrado deberá presentar al Concesionario la siguiente documentación:

- a) Estudio de Riesgo de las instalaciones internas de gas natural, donde se considerará todos los riesgos que surjan del proceso y de las actividades relacionadas al trabajo.
- b) Manual de Operaciones de las instalaciones.
- c) Plan de Contingencias.

**ANEXO 12**  
**ACTA DE UBICACIÓN DE**  
**ESTACIÓN PRIMARIA**

**1. Datos Generales**

Cliente **MOLITALIA S.A. - PLANTA LURIGANCHO** Fecha: **14/07/2016**  
 Modelo ERM: **Av. Central s/n Parcela 35 - Luriganchu** Revisión: **B**

**2. Condiciones Actuales del Lugar**

	SI	NO	N/A	COMENTARIOS
¿La válvula de servicio requiere contar con protección mecánica para evitar el parqueo vehicular?		X		VERIFICAR
¿Es un lugar abierto? En caso de no serlo se deberá asegurar una ventilación adecuada	X			
¿En el área circundante a la ERM existe almacenamiento de materiales peligrosos?		X		
¿El terreno dentro y circundante a la ERM esta nivelado?		X		Existe un canal de riego
¿Es necesario algunas obras previas para colocar la ERM?		X		La Planta esta en proceso de construcción
<b>En Caso de Recinto con Puerta Interior:</b>				
¿Está en un área libre de obstáculos?				
¿Existen zonas de seguridad y rutas debidamente señalizadas antes de llegar a la ERM?				
¿Está en una zona de operaciones? (en este caso se requiere un acceso libre de salida)				

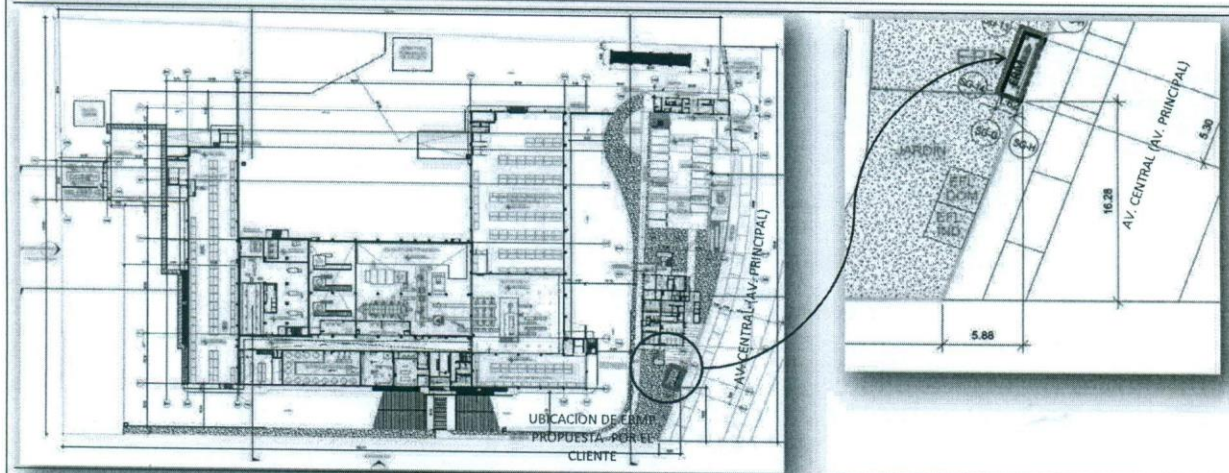
**3. Interferencias**

	SI	NO	N/A	COMENTARIOS
¿Existen interferencias subterráneas dentro del área del recinto de la ERM?		X		VERIFICAR
¿Existen instalaciones eléctricas aéreas a menos de 3 m. del recinto de la ERM?		X		VERIFICAR
¿Existen otras interferencias en el área de influencia del recinto de la ERM tales como sistemas, tanques con líquidos inflamables, etc.?		X		VERIFICAR

**4. Distancias de Seguridad (Cálida, evaluará los casos en que no se pueda cumplir las distancias mínimas requeridas.)**

Para una ERM con recinto:	SI	NO	N/A	COMENTARIOS
Debe estar a más de 6 metros de un caldero Piro tubular.	X			VERIFICAR
Debe estar a más de 7.5 metros de calentado de Aceite térmico.	X			VERIFICAR
Debe estar a más de 7.6 metros de una Sub-estación Eléctrica.	X			VERIFICAR
Debe estar a más de 5 metros de una línea de alta tensión aé	X			VERIFICAR
Debe estar a más de 7.5 metros de un tanque de combustible líquido y/o químico.	X			VERIFICAR
Debe estar a más de 3 metros de equipos eléctricos industriales.		X		
Debe estar a más de 0.5 metros de líneas de media tensión subterráneas.	X			VERIFICAR

**5. Croquis del lugar**



**6. Observaciones** EL PRESENTE DOCUMENTO NO GARANTIZA EL SUMINISTRO DE GAS NATURAL

La ubicación de la válvula de servicio es referencia, su ubicación final sera definida por la contratista de calida  
 Para el caso de las interferencias eléctricas, estas deben ser reubicadas, anuladas o contar con protección antiexplosiva.  
 Para el caso de las interferencias subterráneas y otras estas deben ser reubicadas o anuladas.

**Cálida**  
 Firma:   
 Nombre: **VICTOR HERRERA**  
 Cargo: **ING. DE PROYECTOS**

**Cliente**  
**MOLITALIA S.A.**  
 Firma:   
 Nombre: **JOSE LUIS MORAN ACIEGO**  
 Cargo: **ABOGADO**

**Nota:** La suscripción del formato por las partes constituye un acuerdo de ubicación de la ERM de mutuo consentimiento, cualquier requerimiento y/o necesidad por parte del Cliente de alterar modificar, bajo cualquier concepto este acuerdo de ubicación, deberá ser explícitamente solicitado al Concesionario para la evaluación correspondiente. El envío de información que altere o vulnere este acuerdo, en cualesquiera de las etapas del proyecto, sin cumplir lo indicado en el párrafo precedente no conlleva de manera alguna, la aceptación por parte del Concesionario, ni asume éste responsabilidad alguna de ningún tipo para con el Cliente.

**ANEXO 13**

**PLANO DE RECINTO DE**

**ESTACIÓN PRIMARIA**

LISTADO DE MATERIALES	
POS	DESCRIPCION
1	2 unid. Artefacto de iluminación incandescente 1x200W o fluorescente, a prueba de explosión clase 1 división 1 para iluminación normal.
2	21 ml. Tubería condut # 1/2" APE c/cable AWG 12
3	10 unid. Elemento sellador Antiexplosivo clase 1 división 1
4	1 unid. Interruptor Antiexplosivo clase 1 división 1, marca Cooper
5	1 unid. Tomacorriente Antiexplosivo clase 1 división 1, Marca Cooper
6	3 unid. Caja de paso tipo LR Antiexplosivo clase 1 división 1
7	1 unid. Caja de paso tipo T Antiexplosivo clase 1 división 1

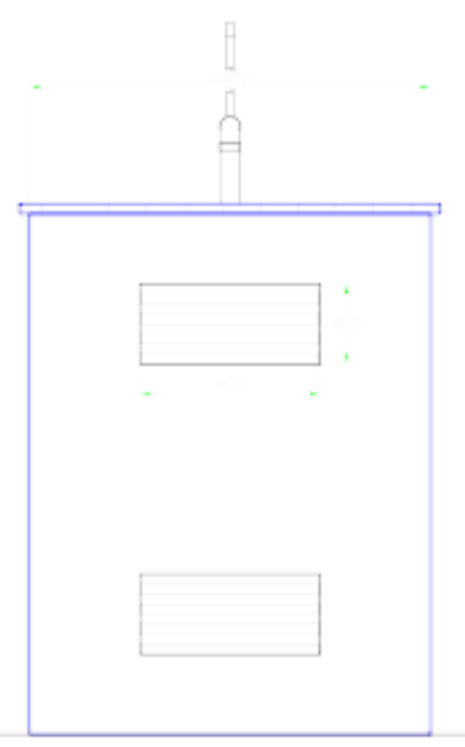
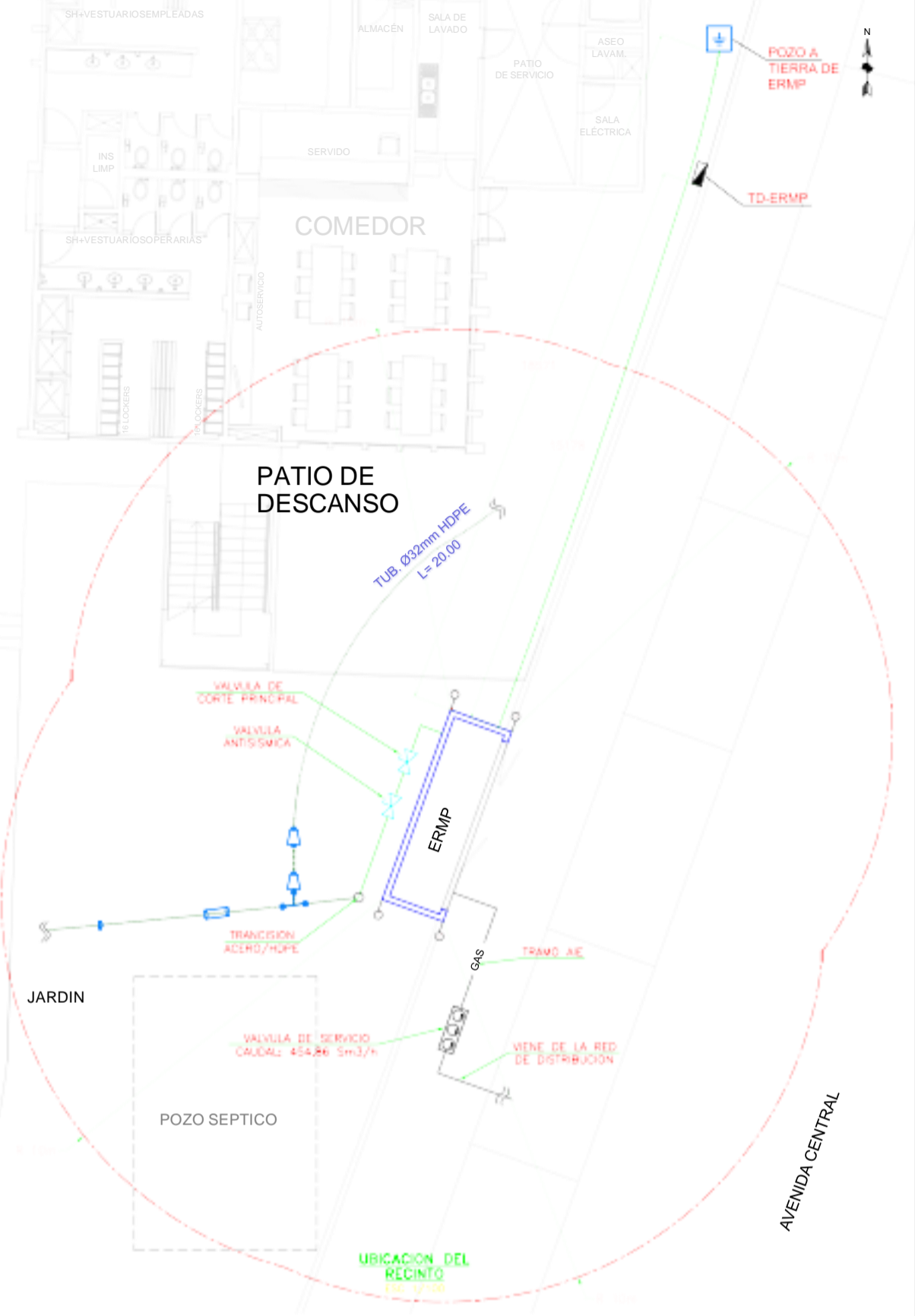
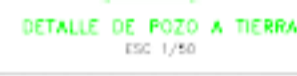
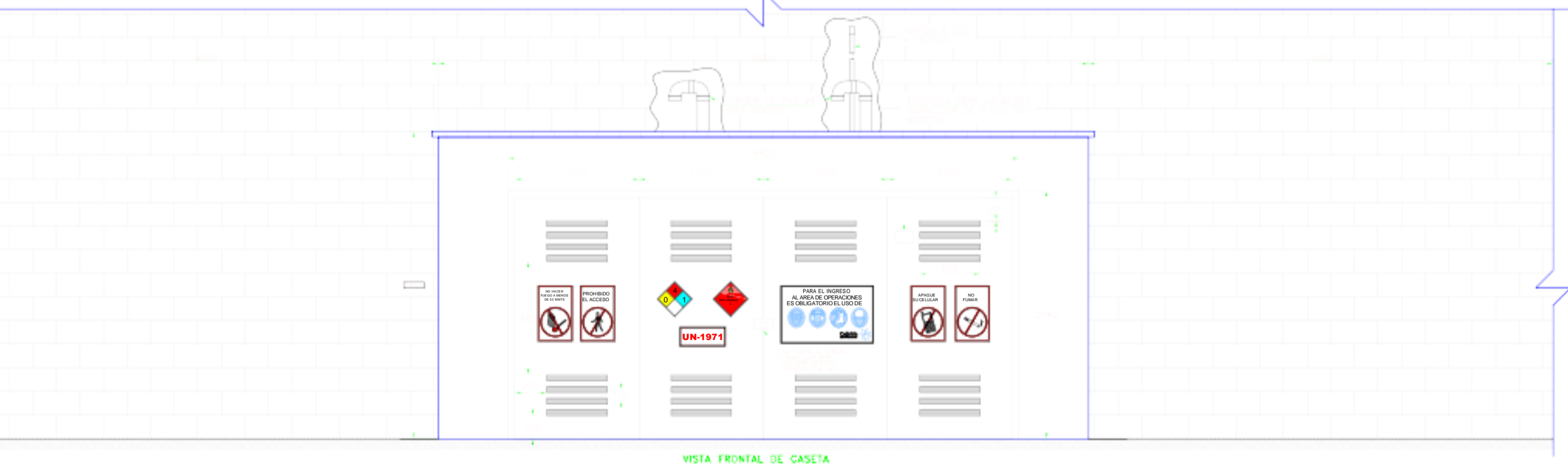
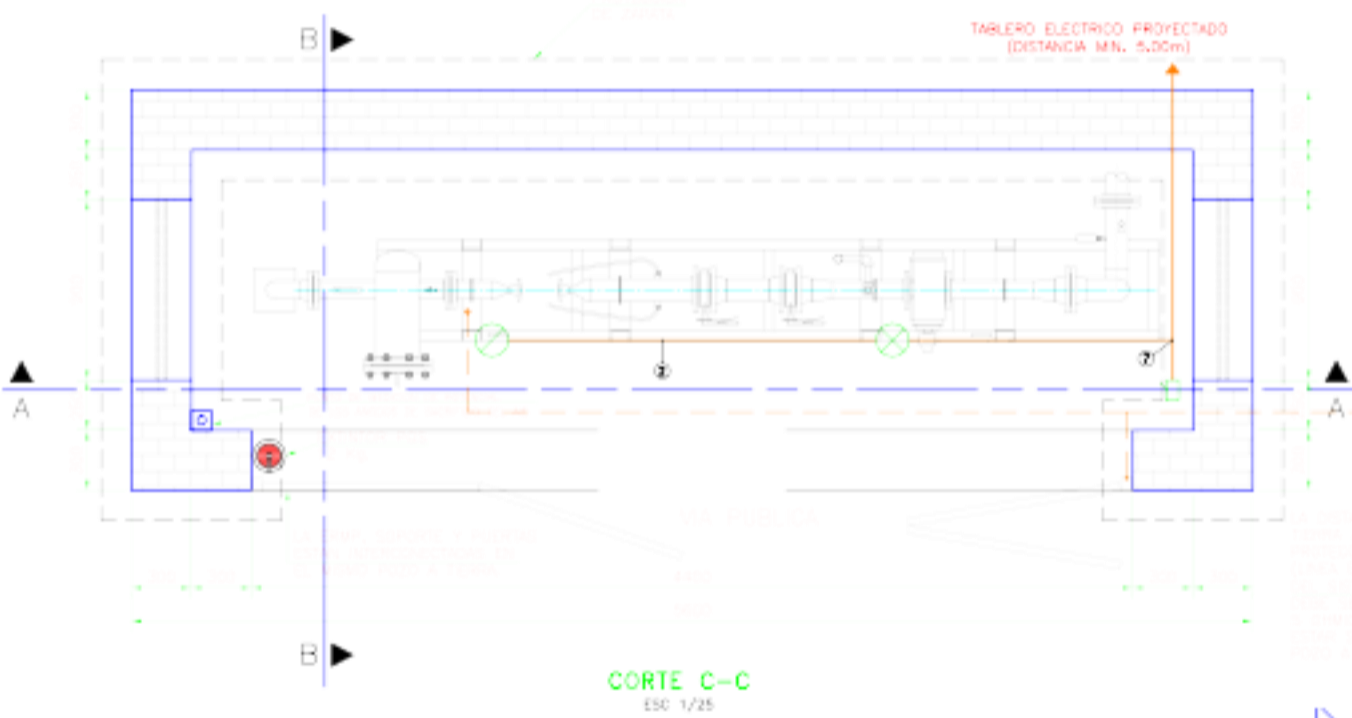
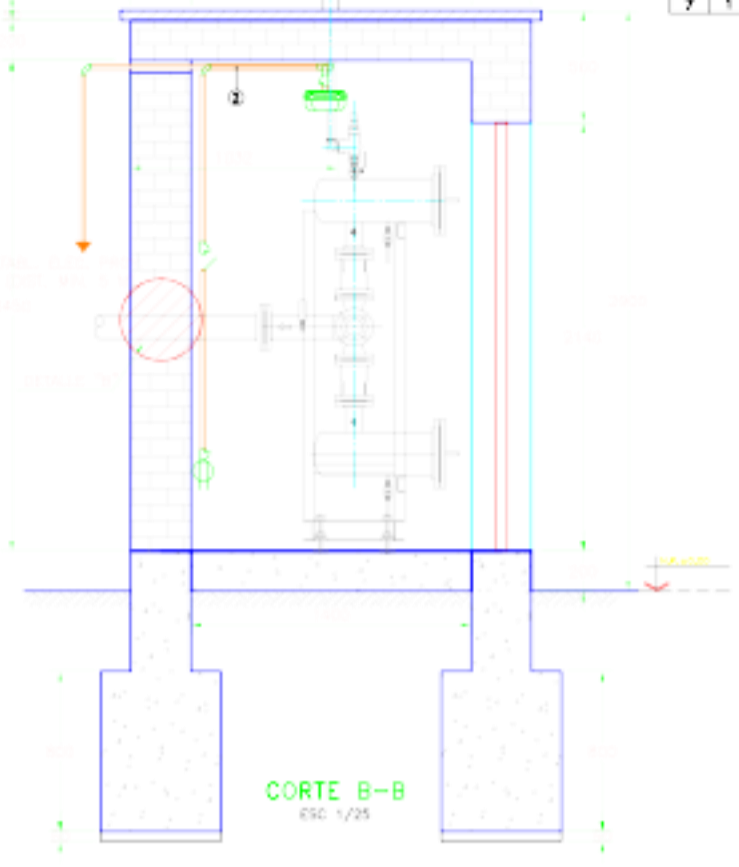
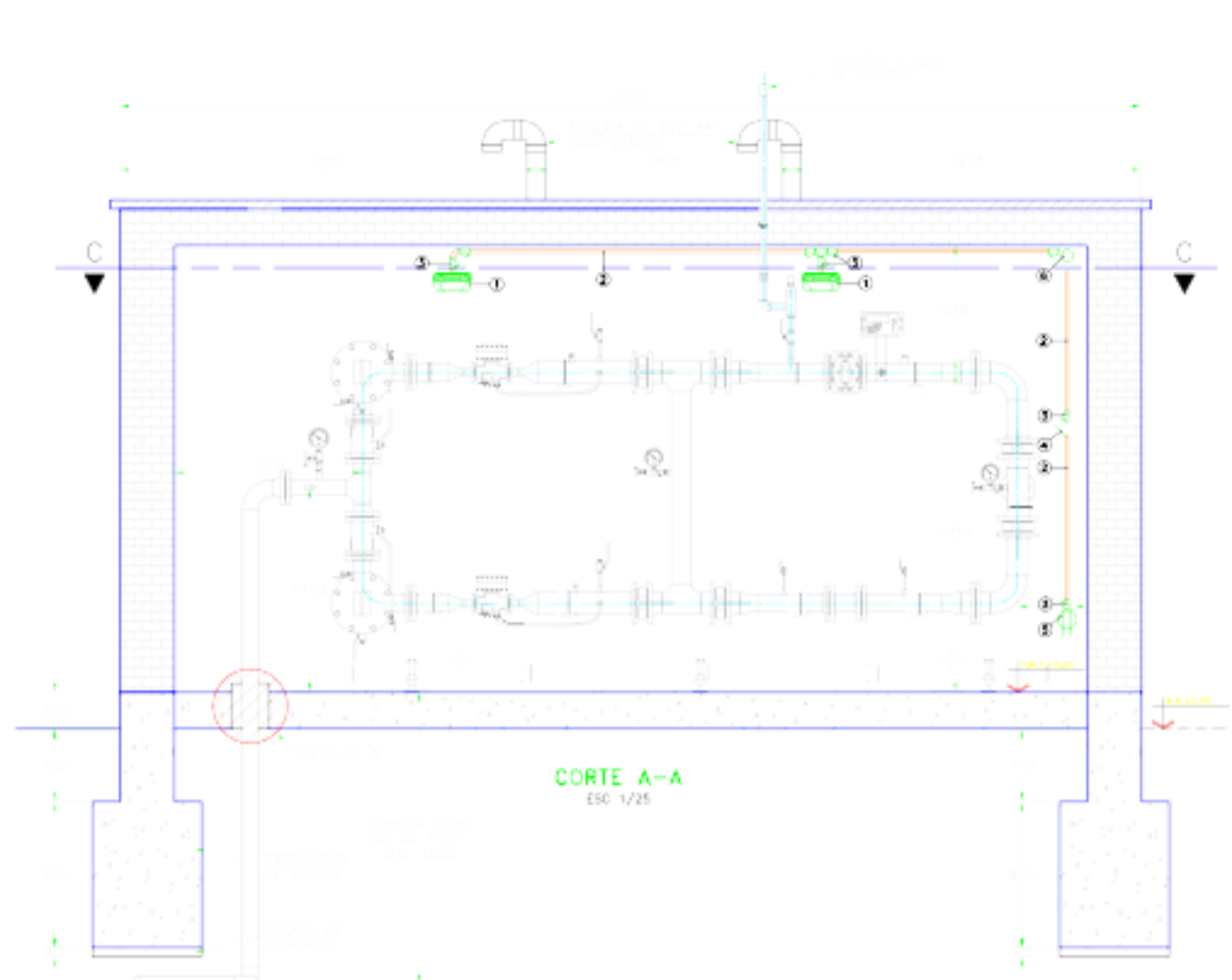
MEDIDAS DE REJILLAS		
VENTILACION	CANT.	DIMENSIONES (m)
SUPERIOR (PUERTAS)	16	0.05x0.52
SUPERIOR (VENTANAS)	02	0.40x0.90
INFERIOR (PUERTAS)	16	0.05x0.52
INFERIOR (VENTANAS)	02	0.40x0.90

CALCULO DE VENTILACION - CASETA E.R.M.P.	
	NECESARIO ADOPTRADO
SUP. PAREDES	20.57 m <sup>2</sup>
AIREACION TOTAL (50%)	1.03 m <sup>2</sup>
AIREACION SUPERIOR (50%)	0.52
AIREACION INFERIOR (20%)	0.21

**\*NOTA:**

- La ERM.P. está montada sobre una losa de cimentación armada de 0.20m de espesor. Es responsabilidad del Cliente entregar el terreno limpio y nivelado.
- La ERM.P. está tratada en un galbete de ladrillo, espesor de pared 0.30m, se recomienda en zonas con riesgo de impacto.
- Siempre deberá haber un acceso libre para el personal de O.N.I.C. a la ERM.P., la apertura de las puertas será hacia afuera.
- Los carteles son de 0.70mx0.40m, sus instalaciones serán definidas por Calidat.
- La ventilación mínima es de 5% de la superficie lateral del recinto y se ha distribuido al 80% en la parte superior y 20% en la parte inferior.
- Las ventosas de las válvulas de seguridad se han elevan a los cuatro vientos sobre la construcción adyacente y han sido selladas conjuntamente con los O.N.I.C. durante la obra.
- La instalación interna de gas natural no forma parte de la acometida y empieza en la conexión de la sala de la ERM.P.
- La superficie tiene un acabado con pintura de poliuretano color verde RAL-6001
- El caudal autorizado por Calidat es de 454.86 Sm<sup>3</sup>/h
- La ERM.P. se ha instalado en un galbete con paredes de mampostería de ladrillos con un espesor mínimo de 0.30 m, revocada con fibrotubo y pintada interiormente con latex y/o concreto armado con un espesor mínimo de 0.10 m. La cubierta es de material incombustible.

**AS BUILT**



REV.	CONTINUA A OTRA	DESCRIPCION	FECHA	DISEÑADO	PROYECTADO	ELABORADO	REVISADO	APROBADO	OTRO	PLANO DE REFERENCIA
1			12/11/14	VICTOR ANCAIMA	SOLIVAN	JOSÉ GALLO	J.R.	JOSÉ GALLO		

**Corporación Soliván**  
Servicio de Ingeniería de Vanguardia

**J.E. CONTRATISTAS S.A.**

INGENIERIA BASICA  
PLANTA MOLITALIA-HUACHIPA  
ESTACION DE REGULACION Y MEDICION PRIMARIA  
PLAN DE RECINTO DE E.R.M.P.

NO. 1030139

CS-1030139-JE-M-03

**ANEXO 14**  
**PROTOCOLO DE ELECTROFUSIÓN**

INSPECCIÓN DE SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN

PROYECTO: Planta de Producción - CAJAMAQUILLA.  
 PLANO DE REFERENCIA: CS-1030139-JE-H-07.

CENTRO DE COSTO:  
 AREA / UBICACIÓN: EXT. EDIF. AUXILIAR/BOCAS

N° DE REGISTRO:  
 FECHA: 04/10/16

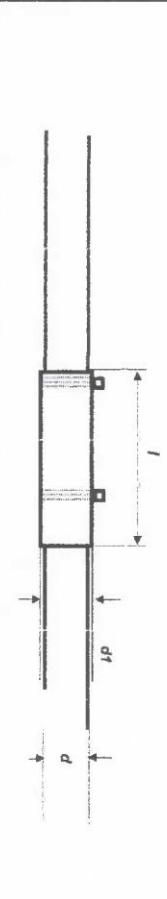
CS-OP-1030139-POP-10-F-01	Versión:	0
	Emisión	10/08/2016
	Pag.	1 De 1

LINEA:

FORMA DE LA JUNTA (REFERENCIAL)

ESPECIFICACIÓN DE TUBERÍA		ESPECIFICACIÓN DE PRTMO	
Diámetro	32 mm.	Diámetro	32 mm.
SDR	11	SDR	11
PE	80	PE	100
Cable	AMARILLO	Cable	ALBAZO
Fabricante	PICOLL	Fabricante	PLASSON
TIPO	...	TIPO	...

PREPARACIÓN DE FUSIÓN		Observaciones	
Observaciones			



SOLDADURA NUMERO / CODIGO DE JUNTA	CODIGO DE FITTING	CORTE DE TUBERÍA	LIMPIAR DE TUBERÍA	RASPAR DE TUBERÍA	DESENGRASAR TUBERÍA	MARCAR TUBERÍA	TIPO DE ACCESORIO / TUBERÍA	PARÁMETROS DE SOLDADURA				INSPECCIÓN VISUAL	APROBACIÓN			
								ALINEAMIENTO DE FITTING	LECTURA DE DATOS	VERIFICAR DATOS	TEMPERATURA AMBIENTE					
J-11-M	-	✓	✓	✓	✓	✓	Cono. 40° HØRE 110 mm / Tub. HØRE 110 mm.	✓	✓	✓	20 °C	200 s.	20 min	✓	OK	OK
J-11-X	-	✓	✓	✓	✓	✓	Tub. HØRE 110 mm / Cono. 90° HØRE 110 mm.	✓	✓	✓	20 °C	200 s.	20 min	✓	OK	OK
J-11-Y	-	✓	✓	✓	✓	✓	Cono. 90° HØRE 110 mm / Tub. HØRE 110 mm.	✓	✓	✓	20 °C	200 s.	20 min	✓	OK	OK
J-11-Z	-	✓	✓	✓	✓	✓	Tub. HØRE 110 mm / Trans. AC / HØRE 110 mm.	✓	✓	✓	20 °C	160 s.	16 min	✓	OK	OK
J-11-C3	-	✓	✓	✓	✓	✓	Tub. HØRE 63 mm / Red. 63-32 mm. HØRE	✓	✓	✓	20 °C	70 s.	7 min	✓	OK	OK
J-11-D4	-	✓	✓	✓	✓	✓	Red. 63-32 mm. HØRE / Tub. HØRE 32 mm.	✓	✓	✓	20 °C	40 s.	5 min	✓	OK	OK
J-11-I4	-	✓	✓	✓	✓	✓	Tub. HØRE 32 mm. / Cono. 90° HØRE 32 mm.	✓	✓	✓	20 °C	40 s.	5 min	✓	OK	OK
J-11-J10	-	✓	✓	✓	✓	✓	Cono. 90° HØRE 32 mm / Tub. HØRE 32 mm.	✓	✓	✓	20 °C	40 s.	5 min	✓	OK	OK
J-11-K11	-	✓	✓	✓	✓	✓	Tub. HØRE 32 mm. / Trans. AC / HØRE 32 mm.	✓	✓	✓	20 °C	160 s.	16 min	✓	OK	OK
J-11-E	-	✓	✓	✓	✓	✓	Tub. HØRE 110 mm. / Curva HØRE 110 mm.	✓	✓	✓	28 °C	160 s.	16 min	✓	OK	OK
J-11-G	-	✓	✓	✓	✓	✓	Curva HØRE 110 mm. / Tub. HØRE 110 mm.	✓	✓	✓	28 °C	160 s.	16 min	✓	OK	OK
J-11-H	-	✓	✓	✓	✓	✓	Tub. HØRE 110 mm. / Curva HØRE 110 mm.	✓	✓	✓	28 °C	160 s.	16 min	✓	OK	OK
J-11-I	-	✓	✓	✓	✓	✓	Curva HØRE 110 mm. / Tub. HØRE 110 mm.	✓	✓	✓	22 °C	160 s.	16 min	✓	OK	OK

EQUIPO: ELECTROFUSION  
 OPERADOR: Quispe Infante Alexander  
 OBSERVACIONES:

MARCA: GF + Ovición  
 MODELO: MS20  
 FECHA:

NOMBRES Y APELLIDOS

APROBACION

FIRMA

FECHA

ELECTROFUSIONISTA	Quispe Infante Alexander		13/10/16
ING. DE CALIDAD - CORP. SOLMAN			
SUP. DE CALIDAD - JE. CONSTRUCCIONES GENERALES	Edm Oro Sifra		13/10/16
ING. RESIDENTE - JE. CONSTRUCCIONES GENERALES			
SUPERVISOR - CLIENTE			



INSPECCIÓN DE SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN

PROYECTO: Planta de Producción - CATARQUELLA  
PLANO DE REFERENCIA: CS-1030139-JE-H-07

CENTRO DE COSTO: 1030139  
AREA / UBICACIÓN: EXT. Edif. Auxiliar / Bdsas

N° DE REGISTRO:  
FECHA: 01/10/16

LÍNEA:

ESPECIFICACIÓN DE TUBERÍA

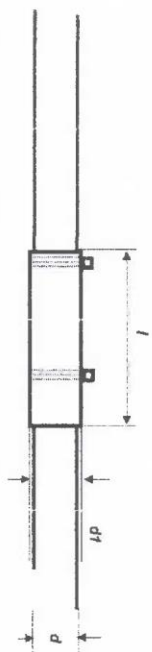
Diámetro	110 mm.	Diámetro	110 mm.
SDR	13	SDR	13
PE	100	PE	100
Cólor	NARANJA	Cólor	NARANJA
Fabricante	CONVERTIS	Fabricante	PLASSON
Tipo		Tipo	

ESPECIFICACIÓN DE FITTING

Diámetro	110 mm.	Diámetro	110 mm.
SDR	13	SDR	13
PE	100	PE	100
Cólor	NARANJA	Cólor	NARANJA
Fabricante	CONVERTIS	Fabricante	PLASSON
Tipo		Tipo	

Observaciones

FORMA DE LA JUNTA (REFERENCIAL)



PREPARACION DE FUSION

PARAMETROS DE SOLDADURA

INSP. VISUAL

APROBACION

SOLDADURA NUMERO / CODIGO DE JUNTA	CODIGO DE FITTING	CORTE DE TUBERIA	LIMPIAR DE TUBERIA	RASPAR DE TUBERIA	DESENGRASAR TUBERIA	MARCAR TUBERIA	TIPO DE ACCESORIO / TUBERIA	ALINEAMIENTO DE FITTING	LECTURA DE DATOS	VERIFICAR DATOS	TEMPERATURA AMBIENTE	TIEMPO CALENTAMIENTO	TIEMPO ENFRIAMIENTO en MIN	VERIFICAR TESTIGOS DE FUSION	ALINEAMIENTO	CONFORMIDAD OPERADOR	APROBACION
J-11-A	-	✓	✓	✓	✓	✓	Tubo Ac/H/DPE 110mm / Tub. H/DPE 110mm.	✓	✓	✓	18 °C	200 s.	90 min	✓	✓	OK	OK
J-11-B	-	✓	✓	✓	✓	✓	Tubo H/DPE 110 mm / Codo. 90° H/DPE 110 mm.	✓	✓	✓	18 °C	200 s.	90 min	✓	✓	OK	OK
J-11-C	-	✓	✓	✓	✓	✓	Codo. 90° H/DPE 110 mm / Tub. H/DPE 110 mm.	✓	✓	✓	18 °C	200 s.	90 min	✓	✓	OK	OK
J-11-D	-	✓	✓	✓	✓	✓	Tub. H/DPE 110 mm / Tee H/DPE 110 mm.	✓	✓	✓	18 °C	200 s.	90 min	✓	✓	OK	OK
J-11-E	-	✓	✓	✓	✓	✓	Tee H/DPE 110 mm / Tub. H/DPE 110 mm.	✓	✓	✓	18 °C	200 s.	90 min	✓	✓	OK	OK
J-11-A1	-	✓	✓	✓	✓	✓	Tee H/DPE 110 mm / Red. H/DPE 110 x 63 mm.	✓	✓	✓	18 °C	200 s.	90 min	✓	✓	OK	OK
J-11-V	-	✓	✓	✓	✓	✓	Tub. H/DPE 110 mm / Codo. 90° H/DPE 110 mm.	✓	✓	✓	18 °C	200 s.	90 min	✓	✓	OK	OK
J-11-W	-	✓	✓	✓	✓	✓	Codo. 90° H/DPE 110 mm / Tub. H/DPE 110 mm.	✓	✓	✓	18 °C	200 s.	90 min	✓	✓	OK	OK
J-11-X	-	✓	✓	✓	✓	✓	Tub. H/DPE 110 mm / Codo. 90° H/DPE 110 mm.	✓	✓	✓	18 °C	200 s.	90 min	✓	✓	OK	OK
J-11-Y	-	✓	✓	✓	✓	✓	Codo. 90° H/DPE / Tub. H/DPE 110 mm.	✓	✓	✓	18 °C	200 s.	90 min	✓	✓	OK	OK
J-11-Z	-	✓	✓	✓	✓	✓	Tub. H/DPE 110 mm / Codo. H/DPE 110 mm.	✓	✓	✓	18 °C	160 s.	16 min	✓	✓	OK	OK
J-11-K	-	✓	✓	✓	✓	✓	Codo. H/DPE 110 mm / Tub. H/DPE 110 mm.	✓	✓	✓	18 °C	160 s.	16 min	✓	✓	OK	OK

EQUIPO: ElectroFusion  
OPERADOR: Quispe  
OBSERVACIONES: Im Fante

MARCA: GF + Omicron  
MODELO: N580

FECHA: Alexander  
APROBACION: Alexander

ELECTROFUSIONISTA

ING. DE CALIDAD - CORP. SOLIVAN

SUP. DE CALIDAD - J.E. CONSTRUCCIONES GENERALES  
ING. RESIDENTE - J.E. CONSTRUCCIONES GENERALES  
SUPERVISOR - CLIENTE

NOMBRES Y APELLIDOS

APROBACION

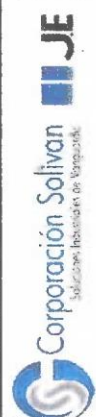
FIRMA

FECHA

Quispe Im Fante Alexander  
Eder Ocho SUTTA

*[Signature]*

04/10/16  
04/10/16



FORMATO

CS-OP-1030139-POP.10-F.01  
 Versión: 0  
 Emisión: 10/08/2016  
 Pág. 1 De 1

INSPECCIÓN DE SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN

PROYECTO: **Planta de Producción - Cajamaelquilla**  
 PLANO DE REFERENCIA: **CS-1030139-STE-H-07**  
 CENTRO DE COSTO: **1030139**  
 AREA / UBICACIÓN: **EXT. EDIF. AUXILIAR / SOLSAS**  
 N° DE REGISTRO:  
 FECHA: **04/10/16**

LÍNEA: **FORMA DE LA JUNTA (REFERENCIAL)**



ESPECIFICACIÓN DE TUBERÍA		ESPECIFICACIÓN DE FITTING		Observaciones
Díametro	SDR	Díametro	SDR	
110 mm	11	110 mm	11	
PE	11	PE	11	
Color: <b>VERDE</b>		Color: <b>VERDE</b>		
Fabricante: <b>GRUPO CAS</b>		Fabricante: <b>GRUPO CAS</b>		
Tipo: <b>PLA 3000</b>		Tipo: <b>PLA 3000</b>		

SOLDADURA NUMERO / CODIGO DE JUNTA	PREPARACIÓN DE FUSIÓN				TIPO DE ACCESORIO / TUBERÍA	PARÁMETROS DE SOLDADURA						INSPECCIÓN VISUAL		APROBACIÓN
	CORTE DE TUBERÍA	LIMPIAR DE TUBERÍA	RASPAR DE TUBERÍA	DESENGRASAR TUBERÍA		MARCAR TUBERÍA	LECTURA DE DATOS	VERIFICAR DATOS	TEMPERATURA AMBIENTE	TIEMPO CALENTAMIENTO	TIEMPO ENFRÍAMIENTO en MIN	VERIFICAR TESTIGOS DE FUSIÓN	ALINEAMIENTO	
J-11-L	✓	✓	✓	✓	Tub. HDPE 110 mm / Copla HDPE 110 mm.	✓	✓	✓	20 °C	200 s	20 min	✓	✓	OK
J-11-M	✓	✓	✓	✓	Copla HDPE 110 mm / Tub. HDPE 110 mm.	✓	✓	✓	20 °C	160 s	16 min	✓	✓	OK
J-11-B2	✓	✓	✓	✓	Red. 110x63 mm HDPE / Tub. HDPE 63 mm.	✓	✓	✓	20 °C	70 s	7 min	✓	✓	OK
J-11-N	✓	✓	✓	✓	Tub. HDPE 110 mm / Copla HDPE 110 mm.	✓	✓	✓	20 °C	160 s	16 min	✓	✓	OK
J-11-O	✓	✓	✓	✓	Copla HDPE 110 mm / Tub. HDPE 110 mm.	✓	✓	✓	20 °C	160 s	16 min	✓	✓	OK
J-11-P	✓	✓	✓	✓	Tub. HDPE 110 mm / Tub. HDPE 110 mm.	✓	✓	✓	20 °C	160 s	16 min	✓	✓	OK
J-11-Q	✓	✓	✓	✓	Copla HDPE 110 / Tub. HDPE 110 mm.	✓	✓	✓	20 °C	160 s	16 min	✓	✓	OK
J-11-R	✓	✓	✓	✓	Tub. HDPE 110 mm / Copla HDPE 110 mm.	✓	✓	✓	20 °C	160 s	16 min	✓	✓	OK
J-11-S	✓	✓	✓	✓	Copla HDPE 110 mm / Tub. HDPE 110 mm.	✓	✓	✓	20 °C	160 s	16 min	✓	✓	OK
J-11-T	✓	✓	✓	✓	Tub. HDPE 110 mm / Copla HDPE 110 mm.	✓	✓	✓	20 °C	160 s	16 min	✓	✓	OK
J-11-U	✓	✓	✓	✓	Copla HDPE 110 mm / Tub. HDPE 110 mm.	✓	✓	✓	20 °C	160 s	16 min	✓	✓	OK
J-11-V	✓	✓	✓	✓	Tub. HDPE 110 mm / Copla 90 HDPE 110 mm.	✓	✓	✓	20 °C	200 s	20 min	✓	✓	OK

EQUIPO: **ELECTROFUSION** MARGA: **GF + OMICRON** MODELO: **HSA 20**

OPERADOR: **Quispe Jimenez** OBSERVACIONES: **Alta calidad**

APROBACIÓN	
NOMBRES Y APELLIDOS	FECHA
<b>Quispe Jimenez</b>	<b>04/10/16</b>
<b>EDIF. OPO SUTIA</b>	<b>04/10/16</b>
ING. DE CALIDAD - CORP. SOLIVAN	
SUP. DE CALIDAD - J.E. CONSTRUCCIONES GENERALES	
ING. RESIDENTE - J.E. CONSTRUCCIONES GENERALES	
SUPERVISOR - CLIENTE	

**ANEXO 15**  
**CERTIFICADO DE FUSIONISTA**

## CONSTANCIA

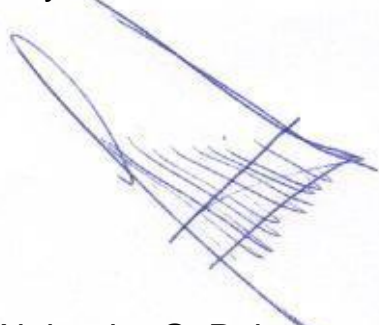
**POLIPRODUCCION Y SERVICIOS INDUSTRIALES S.A.** empresa dedicada al servicio de termofusión y electrofusión de tuberías de HDPE ,representante de las marcas TRANSWELL y SAB **Spa.**, fabricante de maquinas para Termofusion , electrofusion y demás equipos para soldadura de HDPE, PP y PVC. certifica que el siguiente Tecnico:

- **ALEXANDER QUISPE INFANTE**

Está ampliamente entrenado y capacitado para operar máquinas de Electrofusión, conoce ampliamente los procesos de soldadura utilizados en la instalación de accesorios electro soldables según Norma UNE EN 1555 y EN 12201:2003 de nuestras representadas, para su uso en redes de gas, agua potable, relaves mineros, líneas de aire comprimido , etc.

Lima, JULIO de 2016

Muy Atentamente



Alejandro G. Pairazaman Ferradas  
Gerente General

**ANEXO 16**  
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN -**  
**PROCTOR**



# GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. (Ref. Alt. Cdra. 3 y 4 de Eduardo de Habich)

Central: 01-342-5602 / 01-483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879

rrhh@geos-asociados.com • administracion@geos-asociados.com

Web: www.geos-asociados.com

## CONTROL DE COMPACTACIÓN IN SITU ASTM D 1556

SOLICITANTE : J.E  
 OBRA : PLANTA MILITARIA CASTAÑUELA  
 UBICACIÓN :

Tipo de capas a ensayar (base, subbase, material selecto, subrasante, rellenos, etc) \_\_\_\_\_

FECHA DE ENSAYO: 04/11/16 ING. Responsable: \_\_\_\_\_

MUESTRA			MARTILLO		MARTILLO
PROGRESIVA	<u>01580</u>	<u>01580</u>	<u>01580</u>		<u>01580</u>
ZONA	<u>01015</u>	<u>01010</u>	<u>01010</u>		<u>01010</u>
OBSERVACIÓN	<u>Punto tubo GAS</u>				
ENSIDAD DE CAMPO (ASTMD 1556-00)	<u>BASE</u>	<u>BASE</u>			<u>S/RASANTE</u>
1 Peso de frasco + arena (gr)	<u>7500</u>	<u>7500</u>			<u>7500</u>
2 Peso de frasco + arena sobrante (gr)	<u>2990</u>	<u>2915</u>			<u>3095</u>
3 Peso de arena empleada (1) - (2) (gr)	<u>4510</u>	<u>4525</u>			<u>4405</u>
4 Peso de arena en el cono (gr)	<u>1620</u>	<u>1620</u>			<u>1620</u>
5 Peso de arena en el hueco (gr) (3) (4)	<u>2890</u>	<u>2905</u>			<u>2785</u>
6 Densidad de la arena (gr/cc)	<u>139</u>	<u>139</u>			<u>139</u>
7 Volumen del Hueco cc (5) (6)	<u>2079</u>	<u>2090</u>			<u>2004</u>
8 Peso del tarro + suelo + grava (gr)	<u>4895</u>	<u>5260</u>			<u>4610</u>
9 Peso de tarro (gr)	<u>25</u>	<u>25</u>			<u>25</u>
10 Peso del suelo + grava (8) - (9) (gr)	<u>4870</u>	<u>5235</u>			<u>4585</u>
11 Peso retenido en el tamiz 3/4 (gr) (N°4)	<u>790</u>	<u>760</u>			<u>485</u>
12 % grava 3/4 (N°4)	<u>16%</u>	<u>14%</u>			<u>11%</u>
13 Peso especifico de la grava	<u>265</u>	<u>265</u>			<u>265</u>
14 Volumen de la grava (cc) (11) / (1-3)	<u>298</u>	<u>287</u>			<u>183</u>
15 Peso del suelo (gr) (10) - (11)	<u>4572</u>	<u>4475</u>			<u>4100</u>
16 Volumen del suelo (cc) (7) - (14)	<u>1781</u>	<u>1803</u>			<u>1821</u>
17 Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )b (15) / (16)	<u>256</u>	<u>248</u>			<u>225</u>

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216 - 98 OBS EMPLEADO SPEEDY)					
18 Lectura de SPEEDY	<u>6.4</u>		<u>6.2</u>		<u>7.5</u>
19 Porcentaje de Humedad de Campo					

RESUMEN DE ENSAYO PROCTOR					
20 Máxima densidad seca P.S. o P.M. (gr/cc)	<u>230</u>		<u>230</u>		<u>218</u>
21 Optimo contenido de humedad %	<u>6.1</u>		<u>6.1</u>		<u>7.6</u>
22 Densidad seca (gr/cc) 17/ (19+100)x100	<u>240</u>		<u>233</u>		<u>209</u>
% Compactación (22) (20) x 100	<u>104.3</u>		<u>101.3</u>		<u>95.8</u>

<b>ELABORADO POR</b> Nombre: <u>Jenny</u> ID: <u>04</u> <u>Del Aguila Vilchez</u> M: <u>11</u> A: <u>16</u>		<b>REVISADO POR</b>  Nombre: <u>Jenny</u> ID: <u>04</u> M: <u>11</u> A: <u>16</u>		<b>APROBADO POR</b> Nombre: _____ ID: _____ M: _____ A: _____	
--	--	--	--	--	--

**ANEXO 17**  
**PRUEBA DE ARENADO Y**  
**RUGOSIDAD**

S/T IND : \_\_\_\_\_ Cliente : Corporacion Solivan

Usuario: Matilla S.N

Servicio: Prueba de Arenado y Rugosidad de 90 GR

Lugar de inspeccion : Callo Acacias  
Huachipa

Fecha de inspeccion: 17/10/16

El servicio se realizó normalmente ? :  SI  NO

Resultado del Servicio :

Se realizó de Su de Rugosidad y Supervision del Arenado en  
presencia de Ing. representante de Corporacion Solivan  
Cumpliendo con los parametros del Procedimiento y estando entre los rangos  
de medición de 2.4 mills y 9 de 2.5 mills  
Temperatura 21 °  
% Humedad 75 %

**Equipos Utilizados**

Nombre del Equipo	Codigo del Equipo	Certificado de calibracion	Fecha de calibración
<u>Rugosimetro</u>	<u>TAP-775</u>	<u>LLI-00124-2016</u>	<u>25/04/16</u>
↗	↗	↗	↗

Observaciones:

**Nota!** El presente documento sólo acredita la presencia del inspector/supervisor en el lugar de inspección y declara cualquier eventualidad ocurrida.  
 En caso de tomar muestras, estas serán desechadas después de haber transcurrido 3 meses. Inspectorate al no conservar contramuestras, no dará por procedente reclamos posteriores sobre los resultados encontrados

Se tomó muestras ? : SI  Cantidad : \_\_\_\_\_ NO  X

Angela Espinoza  
 Nombre / Firma  
 Inspector / Supervisor  
 INSPECTORATE SERVICES PERU S.A.C

Juan José Ponce Morillo  
 Nombre / Firma  
 Rpte. Del Cliente  
 Juan José Ponce Morillo  
 DNI: 40386087  
 I63 - 503



**ANEXO 18**  
**HOMOLOGACIÓN DE SOLDADORES**



REGISTRO ACTIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN

WPQ

REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE SOLDADORES (WPQ)

(De acuerdo a ASME Sección IX)

Versión: 0

Emisión: 01/09/16

Pág.: 1 de 1

Nombre y apellidos RICARDO AURELIO CALDAS SALVADOR  
 Evaluado por Milagros Ruth Aramayo Alonso  
 Identificación del WPS SOL-WPS-003-15  
 Especificación del material base: ASTM A 53 Grado B

D.N.I. 44315982 FECHA DE PRUEBA: 06/09/16  
 Identificación W-RCS  
 Cupon  Soldadura de Producción  
 Espesor 3.91 mm

Variables de soldadura (QW-350)	Valor usado calificación	Rango Calificado
Proceso de soldadura	GTAW	GTAW
TIPO (i.e.; manual, semi-automático)	Manual	Manual
Backing (with/without)	Sin Backing	Con y sin Backing
Back weld (with/without)	Sin Back weld	Con y sin Back weld
<input type="checkbox"/> Chapa <input checked="" type="checkbox"/> Tubería	2"	Tubería 1" a ilimitado
Metal base P-Number to P-Number	P-Number 1 to P-Number 1	P-Number 1
Especificación del material de aporte (SFA)	SFA 5.18	---
Clasificación del material de aporte	ER70S-6	---
Metal de aporte F-Number(s)	F-Number 6	F-Number 6
Inserto consumible (GTAW or PAW)	---	---
Tipo de aporte (solid/metal or flux cored/powder) (GTAW or PAW)	Varilla solida	Varilla solida
Espesor depositado por cada proceso	3.91 mm	to 7.82 mm
Proceso 1 <input checked="" type="checkbox"/> 3 Capa de soldadura mínimo <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	1 pass: 3 mm	6 mm.
Proceso 2 <input type="checkbox"/> 3 Capa de soldadura mínimo <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	2 - n pass: 3.7 mm.	7.4 mm.
Posición de calificación (2G, 6G, 3F, etc.)	6G	6G TODAS ( Soldadura de ranura con penetración completa o parcial y Soldadura de Filete)
Progresion vertical (Ascendente y descendente)	Ascendente	Ascendente
Tipo de fuel gas (OFW)	---	---
Gas inerte de respaldo (GTAW, PAW, GMAW)	Sin gas de respaldo	con o sin gas de respaldo
Modo de transferencia (spray/globular or pulve to short circuit-GMAW)	---	---
GTAW corriente tipo/polaridad (AC, DCEP, DCEN)	DCEN	DCEN
Otros	Gas 99.9% Argon	Gas 99.9% Argon

RESULTADOS

Resultado de Inspeccion Visual (QW-302.4) Acceptable  
 Cara y raiz transversal [QW-462.3(a)] PRUEBA N° : 00102-16  
 Cara y raiz longitudinal [QW-462.3(b)]  Lado (QW-462.2)

Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
Doblez de cara 01	Acceptable	Doblez de raiz 01	Acceptable
Doblez de cara 02	Acceptable	Doblez de raiz 02	Acceptable

Otros ensayos: N/A

Nosotros certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y probadas de acuerdo a requerimientos del Código ASME Sección IX (edición 2010)

Firmado CORPORACIÓN SOLIVAN  
 Fabricante o Contratista  
 Elaborado por Milagros Ruth Aramayo Alonso  
 Autorizado por Juan Ponte  
 Fecha 15/09/2016



REGISTRO ACTIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN

WPQ

REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE SOLDADORES (WPQ)

(De acuerdo a ASME Sección IX)

Versión: 0

Emisión: 01/09/16

Pág.: 1 de 1

Nombre y apellidos ORLANDO CHANTA ROMERO D.N.I. 10816130 FECHA DE PRUEBA: 06/09/16  
 Evaluado por Milagros Ruth Aramayo Alonso Identificación W-OCR  
 Identificación del WPS SOL-WPS-003-15  Cupon  Soldadura de Producción  
 Especificación del material base: ASTM A 53 Grado B Espesor 3.91 mm

Variables de soldadura (QW-350)	Valor usado calificación	Rango Calificado
Proceso de soldadura	GTAW	GTAW
TIPO (i.e.; manual, semi-automatico)	Manual	Manual
Backing (with/without)	Sin Backing	Con y sin Backing
Back weld (with/without)	Sin Back weld	Con y sin Back weld
<input type="checkbox"/> Chapa <input checked="" type="checkbox"/> Tubería	2"	Tubería 1" a ilimitado
Metal base P-Number to P-Number	P-Number 1 to P-Number 1	P-Number 1
Especificación del material de aporte (SFA)	SFA 5.18	---
Clasificación del material de aporte	ER70S-6	---
Metal de aporte F-Number(s)	F-Number 6	F-Number 6
Inserto consumible (GTAW or PAW)	---	---
Tipo de aporte (solid/metal or flux cored/powder) (GTAW or PAW)	Varilla solida	Varilla solida
Espesor depositado por cada proceso	3.91 mm	to 7.62 mm
Proceso 1 <input checked="" type="checkbox"/> 3 Capa de soldadura mínimo <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	1 pass: 3 mm	6 mm.
Proceso 2 <input type="checkbox"/> 3 Capa de soldadura mínimo <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	2 - n pass: 3.7 mm.	7.4 mm.
Posición de calificación (2G, 6G, 3F, etc.)	6G	6G TODAS ( Soldadura de ranura con penetración completa o parcial y Soldadura de Filete)
Progresion vertical (Ascendente y descendente)	Ascendente	Ascendente
Tipo de fuel gas (OFW)	---	---
Gas inerte de respaldo (GTAW, PAW, GMAW)	Sin gas de respaldo	con o sin gas de respaldo
Modo de transferencia (spray/globular or pulse to short circuit-GMAW)	---	---
GTAW corriente tipo/polaridad (AC, DCEP, DCEN)	DCEN	DCEN
Otros	Gas 99.9% Argon	Gas 99.9% Argon

RESULTADOS


Resultado de Inspeccion Visual (QW-302.4) Acceptable  
 Cara y raiz transversal [QW-462.3(a)]  Cara y raiz longitudinal [QW-462.3(b)]  Lado (QW-462.2)  
 PRUEBA N° : 00103-16

Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
Doblez de cara 01	Acceptable	Doblez de raiz 01	Acceptable
Doblez de cara 02	Acceptable	Doblez de raiz 02	Acceptable

Otros ensayos: N/A

Nosotros certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y probadas de acuerdo a requerimientos del Código ASME Sección IX (edición 2010)

Firmado CORPORACIÓN SOLIVAN  
 Fabricante o Contratista  
 Elaborado por Milagros Ruth Aramayo Alonso  
 Autorizado por Juan Ponte  
 Fecha 15/09/2016

	<b>REGISTRO ACTIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>WPQ</b>
	<b>REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE SOLDADORES (WPQ)</b>	
	(De acuerdo a ASME Sección IX)	
		Versión: 0
		Emisión: 01/09/16
		Pág.: 1 de 1

Nombre y apellidos	<b>LUIS GUILLERMO VALLADOLID SANDI</b>	D.N.I.	<b>45243010</b>	FECHA DE PRUEBA:	<b>06/09/16</b>
Evaluated por	<b>Milagros Ruth Aramayo Alonso</b>	Identificación			<b>W-LVS</b>
Identificación del WPS	<b>SOL-WPS-003-15</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Cupon		<input type="checkbox"/> Soldadura de Producción	
Especificación del material base:	<b>A8M A 53 Grado B</b>	Espesor			<b>3.91 mm</b>

Variables de soldadura (QW-350)	Valor usado calificación	Rango Calificado
Proceso de soldadura	<b>GTAW</b>	<b>GTAW</b>
TIPO (i.e.: manual, semi-automático)	<b>Manual</b>	<b>Manual</b>
Backing (with/without)	<b>Sin Backing</b>	<b>Con y sin Backing</b>
Back weld (with/without)	<b>Sin Back weld</b>	<b>Con y sin Back weld</b>
<input type="checkbox"/> Chapa <input checked="" type="checkbox"/> Tubería	<b>2"</b>	<b>Tubería 1" a ilimitado</b>
Metal base P-Number to P-Number	<b>P-Number 1 to P-Number 1</b>	<b>P-Number 1</b>
Especificación del material de aporte (SFA)	<b>SFA 5.18</b>	<b>---</b>
Clasificación del material de aporte	<b>ER70S-6</b>	<b>---</b>
Metal de aporte F-Number(s)	<b>F-Number 6</b>	<b>F-Number 6</b>
Inserto consumible (GTAW or PAW)	<b>---</b>	<b>---</b>
Tipo de aporte (solid/metal or flux cored/powder) (GTAW or PAW)	<b>Varilla solida</b>	<b>Varilla solida</b>
Espesor depositado por cada proceso	<b>3.91 mm</b>	<b>to 7.62 mm</b>
Proceso 1 <input checked="" type="checkbox"/> 3 Capa de soldadura mínimo <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	<b>1 pass: 3 mm</b>	<b>6 mm.</b>
Proceso 2 <input type="checkbox"/> 3 Capa de soldadura mínimo <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	<b>2 - n pass: 3.7 mm.</b>	<b>7.4 mm.</b>
Posición de calificación (2G, 6G, 3F, etc.)	<b>6G</b>	<b>6G TODAS ( Soldadura de ranura con penetración completa o parcial y Soldadura de Filete)</b>
Progresion vertical (Ascendente y descendente)	<b>Ascendente</b>	<b>Ascendente</b>
Tipo de fuel gas (OFW)	<b>---</b>	<b>---</b>
Gas inerte de respaldo (GTAW, PAW, GMAW)	<b>Sin gas de respaldo</b>	<b>con o sin gas de respaldo</b>
Modo de transferencia (spray/globular or pulse to short circuit-GMAW)	<b>---</b>	<b>---</b>
GTAW corriente tipo/polaridad (AC, DCEP, DCEN)	<b>DCEN</b>	<b>DCEN</b>
Otros	<b>Gas 99.9% Argon</b>	<b>Gas 99.9% Argon</b>

**RESULTADOS**

Resultado de Inspeccion Visual (QW-302.4)	<b>Acceptable</b>
<input checked="" type="checkbox"/> Cara y raiz transversal [QW-462.3(a)]	<input type="checkbox"/> Cara y raiz longitudinal [QW-462.3(b)]
<input type="checkbox"/> Lado (QW-462.2)	
PRUEBA N° : 00101-16	

Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
<b>Doblez de cara 01</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Doblez de raiz 01</b>	<b>Acceptable</b>
<b>Doblez de cara 02</b>	<b>Acceptable</b>	<b>Doblez de raiz 02</b>	<b>Acceptable</b>

Otros ensayos:

N/A

Nosotros certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y probadas de acuerdo a requerimientos del Código ASME Sección IX (edición 2010)

Firmado	<b>CORPORACIÓN SOLIVAN</b>
Elaborado por	Fabricante o Contratista
Autorizado por	<b>Milagros Ruth Aramayo Alonso</b>
Fecha	<b>Juan Ponte</b>
	<b>15/09/2016</b>




REGISTRO ACTIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN

WPQ

REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE SOLDADORES (WPQ)

(De acuerdo a ASME Sección IX)

Versión: 1

Emisión: 01/09/16

Pág.: 1 de 1

Nombre y apellidos Willy Oscar Alfaro Condori  
 Evaluado por Milagros Ruth Aramayo Alonso  
 Identificación del WPS SOL-WPS-003-15  
 Especificación del material base: ASTM A 53 Grado B

D.N.I. 9522838 FECHA DE PRUEBA: 06/09/16  
 Identificación W-WAC  
 Cupon  Soldadura de Producción  
 Espesor 3.91 mm

Variables de soldadura (QW-350)	Valor usado calificación	Rango Calificado
Proceso de soldadura	GTAW	GTAW
TIPO (i.e.: manual, semi-automatico)	Manual	Manual
Backing (with/without)	Sin Backing	Con y sin Backing
Back weld (with/without)	Sin Back weld	Con y sin Back weld
<input type="checkbox"/> Chapa <input checked="" type="checkbox"/> Tubería	2"	Tubería 1" a ilimitado
Metal base P-Number to P-Number	P-Number 1 to P-Number 1	P-Number 1
Especificación del material de aporte (SFA)	SFA 5.18	---
Clasificación del material de aporte	ER70S-6	---
Metal de aporte F-Number(s)	F-Number 6	F-Number 6
Inserto consumible (GTAW or PAW)	---	---
Tipo de aporte (solid/metal or flux cored/powder) (GTAW or PAW)	Varilla solida	Varilla solida
Espesor depositado por cada proceso	3.91 mm	to 7.82 mm
Proceso 1 <input checked="" type="checkbox"/> 3 Capa de soldadura mínimo <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	1 pass: 3 mm	6 mm.
Proceso 2 <input type="checkbox"/> 3 Capa de soldadura mínimo <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	2 - n pass: 3.7 mm.	7.4 mm.
Posición de calificación (2G, 6G, 3F, etc.)	6G	6G TODAS ( Soldadura de ranura con penetración completa o parcial y Soldadura de Filete)
Progresion vertical (Ascendente y descendente)	Ascendente	Ascendente
Tipo de fuel gas (OFW)	---	---
Gas inerte de respaldo (GTAW, PAW, GMAW)	Sin gas de respaldo	con o sin gas de respaldo
Modo de transferencia (spray/globular or pulse to short circuit-GMAW)	---	---
GTAW corriente tipo/polaridad (AC, DCEP, DCEN)	DCEN	DCEN
Otros	Gas 99.9% Argon	Gas 99.9% Argon

RESULTADOS

Resultado de Inspeccion Visual (QW-302.4) Acceptable

Cara y raiz transversal [QW-462.3(a)]  Cara y raiz longitudinal [QW-462.3(b)]  Lado (QW-462.2)  
 PRUEBA N° : EVC-SOLIVAN - 001/16

Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
Doblez de cara 01	Acceptable	Doblez de raiz 01	Acceptable
Doblez de cara 02	Acceptable	Doblez de raiz 02	Acceptable

Otros ensayos: N/A

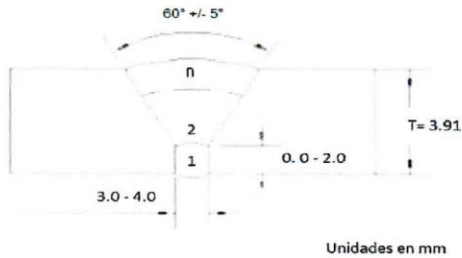
Nosotros certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y probadas de acuerdo a requerimientos del Código ASME Sección IX (edición 2013)

Firmado CORPORACIÓN SOLIVAN  
 Fabricante o Contratista  
 Elaborado por Milagros Ruth Aramayo Alonso  
 Autorizado por Juan Ponte  
 Fecha 15/09/2016

**ANEXO 19**  
**PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**

	<b>REGISTRO</b>	Fecha:	13/02/2015
	ACTIVIDAD DE LA CONSTRUCCION	Edición:	0
	REGISTRO DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS) (De acuerdo ASME Sección IX - 2013)	Página:	1 de 1

**DISEÑOS DE JUNTA UTILIZADO (QW-402)**



Unidades en mm

Tipo: **A TOPE**

Individual  Doble Soldadura

Refuerzo: Sí  No

Material de Refuerzo: \_\_\_\_\_

Abertura de Raíz **3 mm** Dimensión de Cara de Raíz **3 mm**

Ángulo de Canal **60° +/- 5°** Radio (J - U) \_\_\_\_\_

Remoción de Raíz: Sí  No  Método \_\_\_\_\_

Nombre de la Compañía **CORPORACIÓN SOLIVAN S.A.C.**

Proceso(s) de Soldadura **GTAW**

Número(s) PQR de Soporte **SOL-PQR-003-15**

Número de Identificación **SOL-WPS-003-15**

Revisión **1** Fecha **13/02/15** Por **M. ARAMAYO**

Autorizado por **JUAN PONTE** Fecha **13/02/15**

Tipo - Manual  Semiautomático

Máquina  Automático

**POSICIÓN (QW-405)**

Posición de Canal: **Todas** Filete: \_\_\_\_\_

Progresión Vertical: Ascendente  Descendente

**CARACTERISTICAS ELECTRICAS (QW-409)**

Modo Transferencia (GMAW) Corto - Circuito

Globular  Rocío

Corriente: AC  DC  Polaridad: EN (-)

Rango de Amperaje: VER TABLA Rango de Voltaje: VER TABLA

Tamaño y tipo de Electrodo de Tungsteno **2.5 mm EWTh-2**  
(Tungsteno Puro, 2% toriado, etc)

Modo Transferencia en GMAW \_\_\_\_\_

Velocidad de alimentación del alambre \_\_\_\_\_

**METALES DE BASE (QW-403)**

N°P **1** Grupo N° **1**

Especificación de Material **ASTM A53 Gr B**

Análisis químico y propiedades mecánicas \_\_\_\_\_

Rango de espesores

Metal Base Ranura **1.5 mm hasta 7.85 mm**

Diametro Tubo **25 mm a ilimitado**

Reenviar  No R

APROBADO

APROBADO CON RESERVACIONES

NO APROBADO; CORREGIR Y PRESENTAR

RECHAZADO

FECHA: **13/02/15**

FIRMA: \_\_\_\_\_

**METALES DE APORTE (QW-404)**

Especificación N° SFA **5.18**

Clasificación AWS **ER 70S - 6**

N° A **6** N° F **1** Tamaño del electrodo **2.5 mm**

Metal depositado

Rango de espesores:

Ranura **Hasta 7.82 mm**

Filete \_\_\_\_\_

Fundente (Clase) \_\_\_\_\_

Inserto consumible \_\_\_\_\_

**PRECALENTAMIENTO (QW-406)**

Temp. Min. de Prealentamiento **150 MIN**

Temp. Min. de Interpase **15°C Min** Maxima \_\_\_\_\_

**TRATAMIENTO POST - SOLDADURA (QW-406)**

Temperatura **N.A.**

Tiempo **N.A.**

**TECNICA (QW-410)**

Cordón Estrecho u Ondulado: **COMO SEA REQUERIDO**

Orificio o tamaño de protección gaseosa **ø 12.0 mm**

Limpieza Inicial y entrepasadas **ESCOBILLADO Y/O ESMERILADO**

Método de resane de raíz **ESMERILADO**

Oscilación **COMO SEA REQUERIDA**

Distancia de boquilla a pieza de trabajo \_\_\_\_\_

Pase Multipase o Pase Individual **MULTIPLE**

Electrodo simple o múltiple **SIMPLE**

Velocidad de avance ( rango) **08-12 cm / min**

Martilleo \_\_\_\_\_

Otros \_\_\_\_\_

Pase o Capa(s) de Soldadura	Proceso	Metales de Aporte		Corriente			Voltios (V)	Velocidad de Recorrido cm/min	Otros
		Clase	Díámetro mm	Tipo	Polaridad	Amperios o Velocidad de Alimentación de Alambre			
1	GTAW	ERT0S-6	2.5	DC	EN (-)	90 - 110 A	09 - 11	06 - 08	
2 - n	GTAW	ERT0S-6	2.5	DC	EN (-)	90 - 120 A	09 - 12	06 - 08	



 **Milagros Ruth Li Aramayo Alonso**  
CWI 16012831  
QC1 EXP. 1/1/2019

Firmado **CORPORACION SOLIVAN S.A.C.**  
Fabricante o Contratista

Elaborar por **MILAGROS ARAMAYO ALONSO**

Autorizado por **JUAN PONTE MORILLO**

Fecha **19/02/2015**

**R2016-025571**

Nombre de la Compañía: CORPORACIÓN SOLIVAN S.A.C.  
 Proceso(s) de Soldadura: GTAW  
 Número(s) PQR de Soporte: -

Número de Identificación: SOL-PQR-003-15  
 Revisión 0 Fecha 13/0/2015 Por MILAGROS ARAMAYO  
 Autorizado por JUAN PONTE Fecha 13/0/2015  
 Tipo - Manual  Semiautomático   
 Máquina  Automático

**DISEÑOS DE JUNTA UTILIZADO** (QW-402)  
 Tipo: A TOPE  
 Individual  Doble Soldadura   
 Refuerzo: Si  No   
 Material de Refuerzo: -  
 Abertura de Raíz 3 mm Dimensión de Cara de Raíz 0 - 2 mm  
 Ángulo de Canal 60° +/- 5° Radio (J - U) -  
 Remoción de Raíz: Si  No  Método -

**POSICIÓN** (QW-405)  
 Posición de Canal: Todas 6G Filete: -  
 Progresión Vertical: Ascendente  Descendente

**METALES DE BASE** (QW-403)  
 Especificación de Material: ASTM A53  
 Tipo o Grado: GRADO B  
 Espesor De Canal 3.91 Filete -  
 Diámetro Tubo: 2" sch 40

**CARACTERISTICAS ELECTRICAS** (QW-409)  
 Modo Transferencia (GMAW): Corto - Circuito   
 Globular  Rocío   
 Corriente: AC  DC  Polaridad: EN (-)  
 Fuente de Alimentación: CC  CV   
 Otros: --

**METALES DE APORTE** (QW-404)  
 Especificación N° SFA: 5.18  
 Clasificación AWS: ER 70S - 6

**TECNICA**

Cordón Estrecho u Ondulado: COMO SEA REQUERIDO

Pase Multipase o Pase Individual: MULTIPLE

Número de Electrodo: PROYECTOS

Separación de Electrodo: Longitudinal   
 Lateral   
 Ángulo: Reenviar  No R

Tubo de Contacto o Distancia de Trabajo: NO APROBADO CORREGIR Y PRESENTAR

Marcado: NO

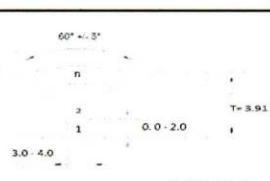
Limpieza de Interfase: SI

**TRATAMIENTO POST-SOLDADURA** FECHA: 19/02/15  
 Temperatura: SI  
 Tiempo: NO

**LA PRESENTE APROBACION SE REALIZA SOBRE LA BASE DE LA DOCUMENTACION PRESENTADA AL CONCESIONARIO Y NO EXIME AL RESPONSABLE DE SU RESPONSABILIDAD COMO CONSTRUCTOR DE LA ACOMETIDA Y REALIZADOR DE LOS PROCEDIMIENTOS E INGENIERIA DE DETALLE**

**PROTECCIÓN** (QW-408)  
 Fundente: - Gas: ARGON  
 Composición: 99.90%  
 Electrodo-Fundente (Clase): - Tasa de Flujo: 15-20 L/ Min  
 Tamaño de Copa de Gas: -

**PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**

Pase o Capa(s) de Soldadura	Proceso	Metales de Aporte		Corriente			Voltios (V)	Velocidad de Recorrido cm/min	DETALLES DE LA JUNTA
		Clase	Diámetro mm	Tipo	Polaridad	Amperios o Velocidad de Alimentación de Alambre			
1	GTAW	ER70S-6	2.5	DC	EN (-)	90 - 110 A	09 - 11	06 - 08	
2	GTAW	ER70S-6	2.5	DC	EN (-)	90 - 120 A	09 - 12	06 - 08	
3 - n	GTAW	ER70S-6	2.5	DC	EN (-)	90 - 120 A	10 - 12	06 - 08	

**ENSAYO DE TRACCIÓN**

Número de muestras	Anchura	Espesor	Área	Carga de Rotura, N°	Resistencia Máximo, Mpa	Carácter de Falla y Localización
T1	19.21 mm	3.85 mm	73.96	35127	475	metal base
T2	19.05 mm	3.71 mm	70.58	32880	465	metal base

**ENSAYO DE DOBLADO GUIADO**

Número de Muestras	Tipo de Doblado	Resultado	Observaciones
F1	DOBLEZ DE CARA	ACEPTABLE	-
F2	DOBLEZ DE CARA	ACEPTABLE	-
R1	DOBLEZ DE RAÍZ	ACEPTABLE	-
R2	DOBLEZ DE RAÍZ	ACEPTABLE	-



**INSPECCIÓN VISUAL**

<b>Apariencia</b>	<b>Conforme</b>
<b>Socavado</b>	-
<b>Porosidad Tubular</b>	-
<b>Convexidad</b>	-
<b>Fecha de ensayo</b>	

Otros Ensayos: NO

**Examinación radiografía - ultrasonica**

<b>N° de Reporte RT:</b>	--	<b>Resultado:</b>	---
<b>N° de Reporte UT:</b>	--	<b>Resultado:</b>	---

**RESULTADO DE ENSAYO DE SOLDADURA DE FILETE**

<b>Tamaño mínimo</b>	-	<b>Tamaño máximo</b>	-
<b>Pase múltiple</b>	-	<b>Pase individual</b>	-
<b>Macrografía</b>	-	<b>Macrografía</b>	-
1 _____ 3 _____		1 _____ 3 _____	
2 _____		2 _____	

**Ensayo de Tracción de soldadura completa de metal**

<b>Resistencia a la Tracción , psi</b>	-
<b>Resistencia punto de fluencia, psi</b>	-
<b>Alargamiento en 2 pulg. %</b>	-
<b>Número de ensayo de Laboratorio</b>	-

<b>Nombre del soldador</b>	<b>Dante Lyon Diestra</b>	<b>Numero de Estampa</b>	<b>DL</b>
<b>Ensayo llevado por</b>	<b>Jose Soto</b>	<b>Prueba de Laboratorio N°</b>	<b>ET-2015-55 Laboratorio Soldexa Lab-F-34</b>

Nosotros los firmantes , certificamos que las declaraciones en este record estan correctas y que las soldaduras de ensayo fueran preparadas, soldadas y aprobadas en conformidad con los requerimientos SECCION IX del Código ASME 2013



<b>Firmado</b>	<b>CORPORACION SOLIVAN S.A.C.</b> Fabricante o Contratista
<b>Elaborar por</b>	<b>MILAGROS ARAMAYO ALONSO</b>
<b>Autorizado por</b>	<b>JUAN PONTE MORILLO</b>
<b>Fecha</b>	<b>19/02/2015</b>

 <b>Cálidda</b> GAS NATURAL DEL PERÚ <b>PROYECTOS</b>	
APROBADO APROBADO CON OBSERBACIONES NO APROBADO, CORREGIR Y PRESENTAR RECHAZADO	Reenviar <input type="checkbox"/> No R <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
FIRMA: _____	FECHA: 19/02/15
LA PRESENTE APROBACIÓN SE REALIZA SOBRE LA BASE DE LA DOCUMENTACIÓN PRESENTADA AL CONCESIONARIO Y NO EXIME AL INSTALADOR DE SU RESPONSABILIDAD COMO CONSTRUCTOR DE LA ACOMETIDA Y REALIZADOR DE LOS PROCEDIMIENTOS E INGENIERÍA DE DETALLE.	

2016- 025571

**REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE SOLDADORES (WPQ)**

(De acuerdo a ASME Sección IX)

Nombre y apellidos: <b>Dante Lyon Diestra</b>	D.N.I.: <b>09783741</b>
Evaluado por: <b>Milagros Ruth Aramayo Alonso</b>	Identificación: <b>DL</b>
Identificación del WPS: <b>SOL-WPS-003-15</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Cupon <input type="checkbox"/> Soldadura de Producción
Especificación del material base: <b>ASTM A 53 Grado B</b>	Espesor: <b>3.91 mm</b>

Variables de soldadura (QW-350)	Valor usado calificación	Rango Calificado
Proceso de soldadura	GTAW	GTAW
TIPO (i.e.: manual, semi-automaticO)	Manual	Manual
Backing (with/without)	Sin Backing	---
Back weld (with/without)	Sin Back weld	---
<input type="checkbox"/> Chapa <input checked="" type="checkbox"/> Tubería	2"	Tubería 1" a ilimitado
Metal base P-Number to P-Number	P-Number 1 to P-Number 1	P-Number 1
Especificación del material de aporte (SFA)	SFA 5.18	---
Clasificación del material de aporte	ER70S-6	---
Metal de aporte F-Number(s)	F-Number 6	F-Number 6
Inserto consumible (GTAW or PAW)	---	---
Tipo de aporte (solid/metal or flux cored/powder) (GTAW or PAW)	solid electrode	---
Espesor depositado por cada proceso	3.91 mm	to 7.82 mm
Proceso 1 <u>  </u> 3 Capa de soldadura mínim <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	1 pass: 3 mm	6 mm.
Proceso 2 <u>  </u> 3 Capa de soldadura mínim <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	2 - n pass: 3.7 mm.	7.4 mm.
Posición de calificación (2G, 6G, 3F, etc.)	6G	6G
Progresion vertical (Ascendente y descendente)	Acendente	Acendente
Tipo de fuel gas (OFW)	---	---
Gas inerte de respaldo (GTAW, PAW, GMAW)	---	---
Modo de transferencia (spray/globular or pulse to short circuit-GMAW)	---	---
GTAW corriente tipo/polaridad (AC, DCEP, DCEN)	DCEN	DCEN
Otros	Gas 100% Argon	Gas 100% Argon

**RESULTADOS**

Resultado de Inspeccion Visual (QW-302.4) Acceptable

Cara y raiz transversal [QW-462.3(a)]  Cara y raiz longitudinal [QW-462.3(b)]  Lado (QW-462.2)

Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
Doblez de cara 01	Acceptable	Doblez de raiz 02	Acceptable
---	---	---	---

Otros ensayos: N/A

Nosotros certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y probadas de acuerdo a requerimientos del Código ASME Sección IX

Firmado CORPORACIÓN SOLIVAN S.A.C.  
Fabricante o Contratista  
Elaborado por Milagros Ruth Aramayo Alonso  
Autorizado por Juan Ponte Morillo  
Fecha 2015-02-13

 **Yhen Einez Mayhua Amao**  
CWI 13113131  
QC1 EXP. 11/1/2016



**PROYECTOS**

APROBADO

APROBADO CON OBSERVACIONES  Reenviar  No R

NO APROBADO, CORREGIR Y PRESENTAR

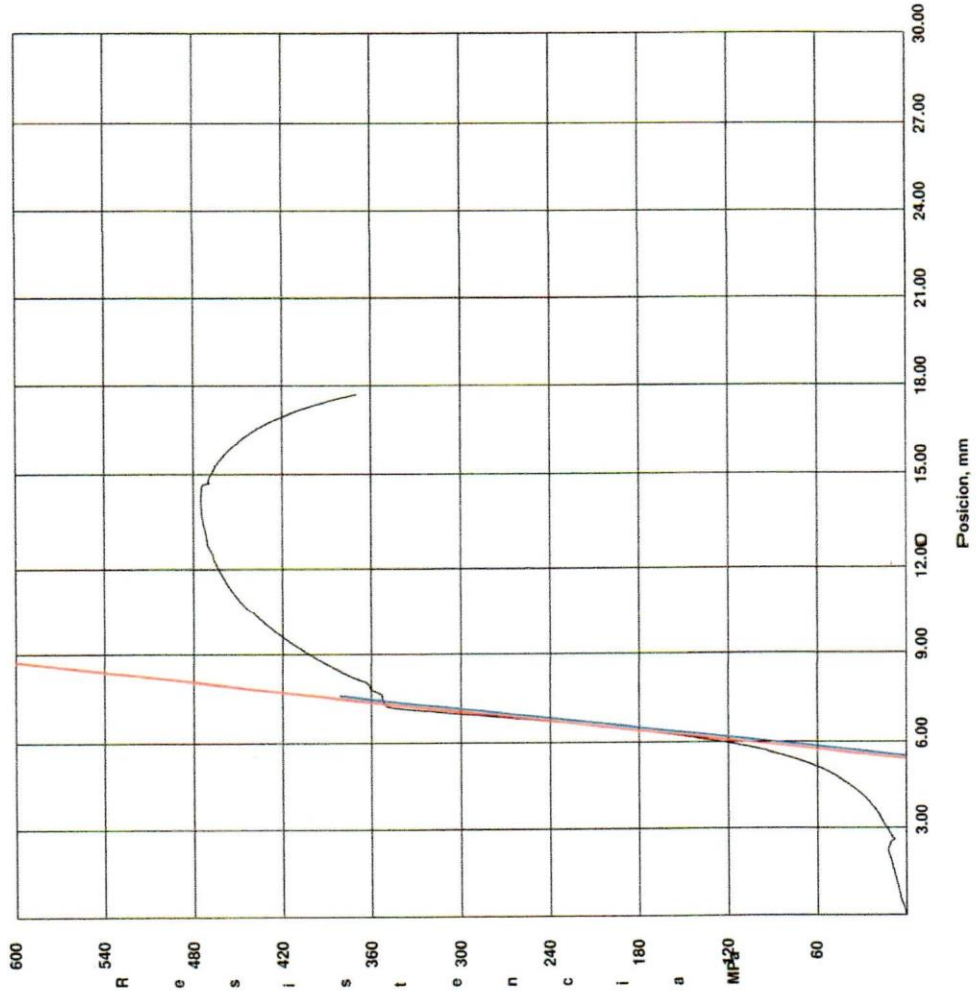
RECHAZADO

FIRMA: [Signature] FECHA: 17/02/15

LA PRESENTE APROBACIÓN SE REALIZA SOBRE LA BASE DE LA DOCUMENTACIÓN PRESENTADA AL CONCESSIONARIO Y NO EXIME AL INSTALADOR DE SU RESPONSABILIDAD COMO CONSTRUCTOR DE ACOMETIDA Y REALIZADOR DE LOS PROCEDIMIENTOS E INGENIERIA DE TALLE.

**SOLDEX S.A.**  
**LAB-F-34 Edición 01**  
**Reporte y Gráfica Ensayo Tracción**  
**Lurín-Lima-Perú**  
**ASTM A370-14**

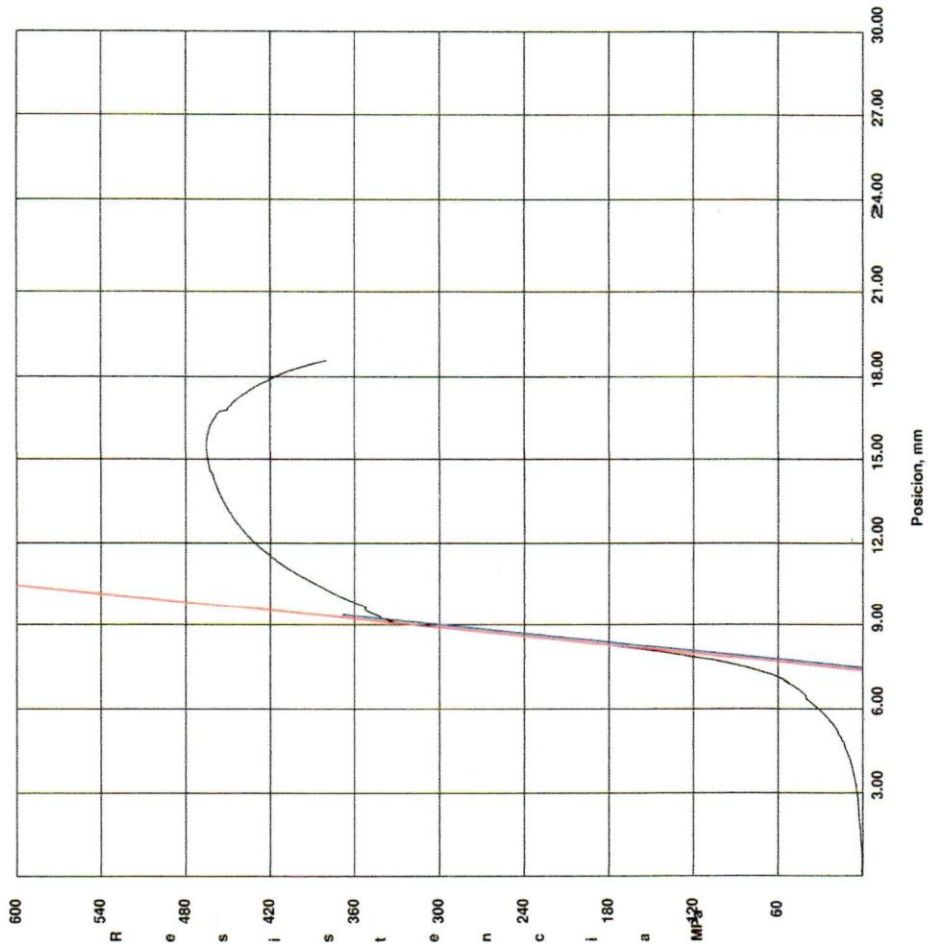
Ensayista	José Soto
Nº Ensayo:	ET-2015-55
Id. Probeta:	T1
a) Ancho, mm:	19.21
b) Espesor, mm:	3.85
Area, mm <sup>2</sup> :	73.96
c) Lon. Sec. Reducida, mm:	36.65
d) Lon. Sec. Agarre, mm:	146.39
e) Lon. Total Probeta, mm:	250.00
f) Radio, mm:	25.00
L. Fluencia, N:	26023
L. Fluencia, MPa:	352
Fuerza Máxima, N:	35127
R. Tracción, MPa:	475
Lo, mm:	0.00
Lf, mm:	0.00
Elongación, %:	0
Fecha Ensayo:	2015/02/16
Hora:	12:14
Tº Ensayo:	25.8
Rotura:	Material Base
La Probeta:	Si Cumple
Norma Calificación:	ASME IX-2013
Revisado por:	Ing. Requejo



**SOLDEX S.A.**  
**LAB-F-34 Edición 01**  
**Reporte y Gráfica Ensayo Tracción**  
**Lurin-Lima-Perú**

**ASTM A370-14**

Ensayista	José Soto
Nº Ensayo:	ET-2015-55
Id. Probeta:	T2
a) Ancho, mm:	19.05
b) Espesor, mm:	3.71
Area, mm²:	70.68
c) Lon. Sec. Reducida, mm:	36.09
d) Lon. Sec. Agarre, mm:	145.02
e) Lon. Total Probeta, mm:	250.00
f) Radio, mm:	25.00
L. Fluencia, N:	23984
L. Fluencia, MPa:	339
Fuerza Máxima, N:	32880
R. Tracción, MPa:	465
Lo, mm:	0.00
Lf, mm:	0.00
Elongación, %:	0
Fecha Ensayo:	2015/02/16
Hora:	12:20
Tº Ensayo:	25.8
Rotura:	Material Base
La Probeta:	Si Cumple
Norma Calificación:	ASME IX-2013
Revisado por:	Ing. Requejo





**REGISTRO DE ENSAYO DE DOBLADO y NICK BREAK**  
(Registration test Bend and Nick Break)

**CT-F-08**  
Edición 04

N° INFORME (Report): LC-100-2015

CLIENTE (Customer): CORPORACIÓN SOLIVAN

LUGAR DE PRUEBA (Laboratory): Centro Tecnológico de Soldadura

REALIZADO POR (Conducted by): Luis Chiara

FECHA DE ENSAYO (Date of test): 2015 02 13 N° de Registro (CT-F-07): SERVICIO

IDENTIFICACION ESPECIMENES (ID of specimens)				RESULTADOS DE LA PRUEBA (Results)	
N°	N° ESTAMPA (Specimen)	TIPO <sup>a</sup> (Type)	ESPESOR NOMINAL (Thickness)	RESULTADO <sup>b</sup> (Result)	DISCONTINUIDAD (Discontinuities)
1	CP/PQR-003-DC1	DTC	3.9	CONFORME	NINGUNA
2	CP/PQR-003-DC2	DTR	3.9	CONFORME	NINGUNA
3	CP/PQR-003-DR1	DTC	3.9	CONFORME	NINGUNA
4	CP/PQR-003-DR2	DTR	3.9	CONFORME	NINGUNA
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

<sup>a</sup> Tipo de ensayos (Type of test): DTC: Doble Transversal-Cara (Transverse Bend -Face) / DTR: Doble Transversal-Raiz (Transverse Bend-Root)  
DLC: Doble Longitudinal-Cara (Longitudinal Bend-Face) / DLR: Doble Longitudinal-Raiz (Longitudinal Bend-Root)  
DL: Doble-Lado (Bend-Side) / RSF: Ruptura Soldadura Filete (Fillet Weld Break) / NB: Nick Break

<sup>b</sup> C: Conforme (Pass) / NC: No Conforme (No Pass)

\* Nota(Note): Medidas en milímetros (Sizes in millimeters)

**OBSERVACIONES (Remarks):**

- Norma Aplicada en el ensayo (Test in conformance with the requirements of): ASME IX - 2013
- Especificación del material base y N° P o N° S o Grupo (Base Metal): ASTM A53 Gr B
- Diámetro del punzón utilizado (plunger diameter): 25.0mm
- Distancia entre rodillos según norma (Distance between rollers as standard): 41.0mm
- De acuerdo al cliente, estas muestras pertenecen a los ensayos de dobles requeridos para la calificación de procedimiento y/o soldador (According to the customer these specimens belong to bend tests required for procedure qualification and welder)

\*Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización de SOLDEX S.A.

\*Prohibited the total or partial reproduction of this report without the authorization of SOLDEX S.A.

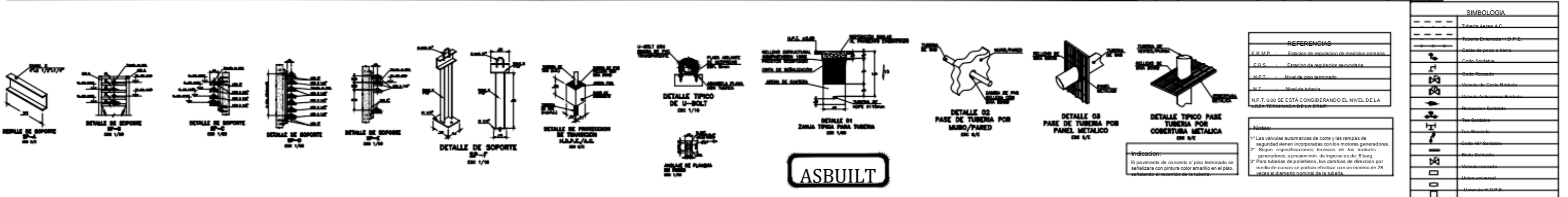
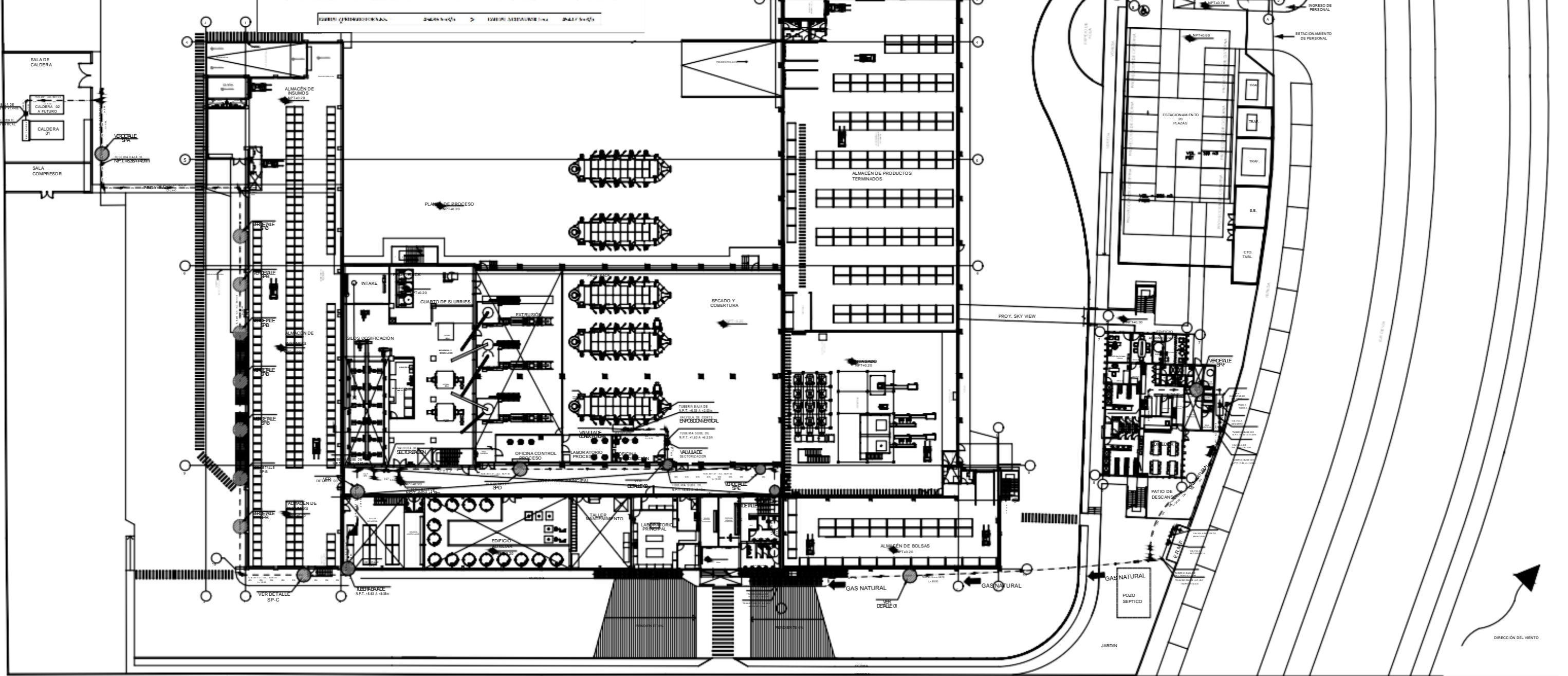
SOLDEX S.A.

**ANEXO 20**  
**PLANO LAY OUT**  
**PLANTA MOLITALIA -**  
**CAJAMARQUILLA**

PRESIÓN MÁXIMA DE SUMINISTRO DE RED 10 bars  
 PRESIÓN MÁXIMA DE SUMINISTRO DE RED 0 bar  
 PRESIÓN DE REGULADA PREVISTA EN SALIDA 0.25 bars  
 PRESIÓN DE REGULADA 3.5 bars  
 Caudal Máximo Autorizado (INSTANTÁNEO) 250 m<sup>3</sup>/hr

Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Presión (bars)	Caudal (m <sup>3</sup> /hr)
50	3.0	0.25	1.5
75	2.0	0.25	3.4
100	1.5	0.25	6.7
150	1.0	0.25	15.0
200	0.7	0.25	23.5
250	0.5	0.25	37.0
300	0.4	0.25	51.0
350	0.35	0.25	65.3
400	0.3	0.25	80.0
450	0.25	0.25	95.2
500	0.2	0.25	110.7

Item	Descripción	Material	Unidad	Cant.	Presión	Caudal
<b>SECCIONES DE TUBERÍAS</b>						
01	Codo 90°	200 x 3.0	1/4"	1	0.25	1.5
02	Codo 90°	300 x 4.0	1/4"	1	0.25	3.4
03	Trayecto de 10m	300 x 4.0	1/4"	1	0.25	3.4
04	Trayecto de 20m	300 x 4.0	1/4"	1	0.25	3.4
05	Trayecto de 30m	300 x 4.0	1/4"	1	0.25	3.4
06	Trayecto de 40m	300 x 4.0	1/4"	1	0.25	3.4
07	Trayecto de 50m	300 x 4.0	1/4"	1	0.25	3.4
<b>CONEXIONES DE TUBERÍAS</b>						
08	Conexión 90°	200 x 3.0	1/4"	1	0.25	1.5
09	Conexión 90°	300 x 4.0	1/4"	1	0.25	3.4
10	Conexión 90°	400 x 5.0	1/4"	1	0.25	6.7
11	Conexión 90°	500 x 6.0	1/4"	1	0.25	10.0
12	Conexión 90°	600 x 7.0	1/4"	1	0.25	13.5
13	Conexión 90°	700 x 8.0	1/4"	1	0.25	17.0
14	Conexión 90°	800 x 9.0	1/4"	1	0.25	20.5
15	Conexión 90°	900 x 10.0	1/4"	1	0.25	24.0
16	Conexión 90°	1000 x 11.0	1/4"	1	0.25	27.5
17	Conexión 90°	1100 x 12.0	1/4"	1	0.25	31.0
18	Conexión 90°	1200 x 13.0	1/4"	1	0.25	34.5
19	Conexión 90°	1300 x 14.0	1/4"	1	0.25	38.0
20	Conexión 90°	1400 x 15.0	1/4"	1	0.25	41.5
21	Conexión 90°	1500 x 16.0	1/4"	1	0.25	45.0
22	Conexión 90°	1600 x 17.0	1/4"	1	0.25	48.5
23	Conexión 90°	1700 x 18.0	1/4"	1	0.25	52.0
24	Conexión 90°	1800 x 19.0	1/4"	1	0.25	55.5
25	Conexión 90°	1900 x 20.0	1/4"	1	0.25	59.0
26	Conexión 90°	2000 x 21.0	1/4"	1	0.25	62.5
27	Conexión 90°	2100 x 22.0	1/4"	1	0.25	66.0
28	Conexión 90°	2200 x 23.0	1/4"	1	0.25	69.5
29	Conexión 90°	2300 x 24.0	1/4"	1	0.25	73.0
30	Conexión 90°	2400 x 25.0	1/4"	1	0.25	76.5
31	Conexión 90°	2500 x 26.0	1/4"	1	0.25	80.0
32	Conexión 90°	2600 x 27.0	1/4"	1	0.25	83.5
33	Conexión 90°	2700 x 28.0	1/4"	1	0.25	87.0
34	Conexión 90°	2800 x 29.0	1/4"	1	0.25	90.5
35	Conexión 90°	2900 x 30.0	1/4"	1	0.25	94.0
36	Conexión 90°	3000 x 31.0	1/4"	1	0.25	97.5
37	Conexión 90°	3100 x 32.0	1/4"	1	0.25	101.0
38	Conexión 90°	3200 x 33.0	1/4"	1	0.25	104.5
39	Conexión 90°	3300 x 34.0	1/4"	1	0.25	108.0
40	Conexión 90°	3400 x 35.0	1/4"	1	0.25	111.5
41	Conexión 90°	3500 x 36.0	1/4"	1	0.25	115.0
42	Conexión 90°	3600 x 37.0	1/4"	1	0.25	118.5
43	Conexión 90°	3700 x 38.0	1/4"	1	0.25	122.0
44	Conexión 90°	3800 x 39.0	1/4"	1	0.25	125.5
45	Conexión 90°	3900 x 40.0	1/4"	1	0.25	129.0
46	Conexión 90°	4000 x 41.0	1/4"	1	0.25	132.5
47	Conexión 90°	4100 x 42.0	1/4"	1	0.25	136.0
48	Conexión 90°	4200 x 43.0	1/4"	1	0.25	139.5
49	Conexión 90°	4300 x 44.0	1/4"	1	0.25	143.0
50	Conexión 90°	4400 x 45.0	1/4"	1	0.25	146.5
51	Conexión 90°	4500 x 46.0	1/4"	1	0.25	150.0
52	Conexión 90°	4600 x 47.0	1/4"	1	0.25	153.5
53	Conexión 90°	4700 x 48.0	1/4"	1	0.25	157.0
54	Conexión 90°	4800 x 49.0	1/4"	1	0.25	160.5
55	Conexión 90°	4900 x 50.0	1/4"	1	0.25	164.0
56	Conexión 90°	5000 x 51.0	1/4"	1	0.25	167.5
57	Conexión 90°	5100 x 52.0	1/4"	1	0.25	171.0
58	Conexión 90°	5200 x 53.0	1/4"	1	0.25	174.5
59	Conexión 90°	5300 x 54.0	1/4"	1	0.25	178.0
60	Conexión 90°	5400 x 55.0	1/4"	1	0.25	181.5
61	Conexión 90°	5500 x 56.0	1/4"	1	0.25	185.0
62	Conexión 90°	5600 x 57.0	1/4"	1	0.25	188.5
63	Conexión 90°	5700 x 58.0	1/4"	1	0.25	192.0
64	Conexión 90°	5800 x 59.0	1/4"	1	0.25	195.5
65	Conexión 90°	5900 x 60.0	1/4"	1	0.25	199.0
66	Conexión 90°	6000 x 61.0	1/4"	1	0.25	202.5
67	Conexión 90°	6100 x 62.0	1/4"	1	0.25	206.0
68	Conexión 90°	6200 x 63.0	1/4"	1	0.25	209.5
69	Conexión 90°	6300 x 64.0	1/4"	1	0.25	213.0
70	Conexión 90°	6400 x 65.0	1/4"	1	0.25	216.5
71	Conexión 90°	6500 x 66.0	1/4"	1	0.25	220.0
72	Conexión 90°	6600 x 67.0	1/4"	1	0.25	223.5
73	Conexión 90°	6700 x 68.0	1/4"	1	0.25	227.0
74	Conexión 90°	6800 x 69.0	1/4"	1	0.25	230.5
75	Conexión 90°	6900 x 70.0	1/4"	1	0.25	234.0
76	Conexión 90°	7000 x 71.0	1/4"	1	0.25	237.5
77	Conexión 90°	7100 x 72.0	1/4"	1	0.25	241.0
78	Conexión 90°	7200 x 73.0	1/4"	1	0.25	244.5
79	Conexión 90°	7300 x 74.0	1/4"	1	0.25	248.0
80	Conexión 90°	7400 x 75.0	1/4"	1	0.25	251.5
81	Conexión 90°	7500 x 76.0	1/4"	1	0.25	255.0
82	Conexión 90°	7600 x 77.0	1/4"	1	0.25	258.5
83	Conexión 90°	7700 x 78.0	1/4"	1	0.25	262.0
84	Conexión 90°	7800 x 79.0	1/4"	1	0.25	265.5
85	Conexión 90°	7900 x 80.0	1/4"	1	0.25	269.0
86	Conexión 90°	8000 x 81.0	1/4"	1	0.25	272.5
87	Conexión 90°	8100 x 82.0	1/4"	1	0.25	276.0
88	Conexión 90°	8200 x 83.0	1/4"	1	0.25	279.5
89	Conexión 90°	8300 x 84.0	1/4"	1	0.25	283.0
90	Conexión 90°	8400 x 85.0	1/4"	1	0.25	286.5
91	Conexión 90°	8500 x 86.0	1/4"	1	0.25	290.0
92	Conexión 90°	8600 x 87.0	1/4"	1	0.25	293.5
93	Conexión 90°	8700 x 88.0	1/4"	1	0.25	297.0
94	Conexión 90°	8800 x 89.0	1/4"	1	0.25	300.5
95	Conexión 90°	8900 x 90.0	1/4"	1	0.25	304.0
96	Conexión 90°	9000 x 91.0	1/4"	1	0.25	307.5
97	Conexión 90°	9100 x 92.0	1/4"	1	0.25	311.0
98	Conexión 90°	9200 x 93.0	1/4"	1	0.25	314.5
99	Conexión 90°	9300 x 94.0	1/4"	1	0.25	318.0
100	Conexión 90°	9400 x 95.0	1/4"	1	0.25	321.5



**ASBUILT**

**REFERENCIAS**

E.R.M.P. Estación de regulación de medición estandar

E.R.S. Estación de regulación secundaria

N.P.T. Nivel de piso terminado

N.T. Nivel de tubería

N.P.T. 0.00 SE ESTÁ CONSIDERANDO EL NIVEL DE LA COTA TERMINADA DE LA CRUP.

**Notas:**

- Las valvulas automáticas de corte y las rampas de seguridad vienen incorporadas con los motores generadores.
- Segun especificaciones técnicas de los motores generadores, a presión min. de ingreso es de 8 barg.
- Para 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.

**Indicaciones:**

El pavimento de concreto o piso terminado se señalizará con pintura color amarillo en el piso, señalizando el recorrido de la tubería.

SIMBOLOGIA	
[Symbol]	Tubería Ases A.C.
[Symbol]	Tubería Enterrada H.D.P.E.
[Symbol]	Cable de paño o serra
[Symbol]	Codo Soldable
[Symbol]	Codo Roscado
[Symbol]	Unión de Corte Soldado
[Symbol]	Unión de Corte Roscado
[Symbol]	Reducción Soldable
[Symbol]	Reducción Roscado
[Symbol]	Tea Soldable
[Symbol]	Tea Roscado
[Symbol]	Codo 45° Soldable
[Symbol]	Codo 45° Roscado
[Symbol]	Unión universal
[Symbol]	Unión H.D.P.E.
[Symbol]	Transición de A.C. a H.D.P.E.

**ANEXO 21**  
**PLANO ISOMÉTRICO**  
**PLANTA MOLITALIA -**  
**CAJAMARQUILLA**

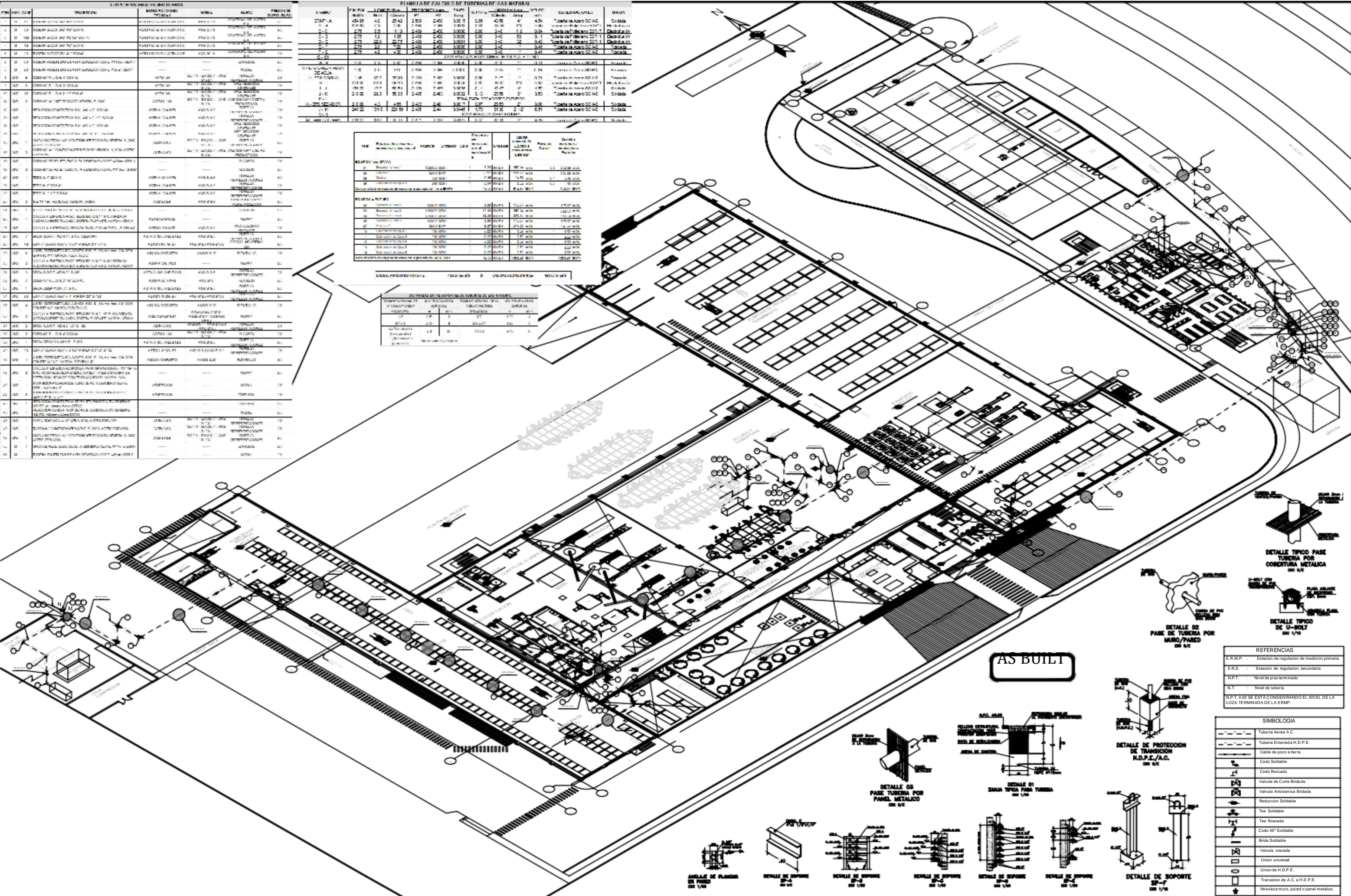


ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...
5	...	...	...	...	...
6	...	...	...	...	...
7	...	...	...	...	...
8	...	...	...	...	...
9	...	...	...	...	...
10	...	...	...	...	...
11	...	...	...	...	...
12	...	...	...	...	...
13	...	...	...	...	...
14	...	...	...	...	...
15	...	...	...	...	...
16	...	...	...	...	...
17	...	...	...	...	...
18	...	...	...	...	...
19	...	...	...	...	...
20	...	...	...	...	...
21	...	...	...	...	...
22	...	...	...	...	...
23	...	...	...	...	...
24	...	...	...	...	...
25	...	...	...	...	...
26	...	...	...	...	...
27	...	...	...	...	...
28	...	...	...	...	...
29	...	...	...	...	...
30	...	...	...	...	...
31	...	...	...	...	...
32	...	...	...	...	...
33	...	...	...	...	...
34	...	...	...	...	...
35	...	...	...	...	...
36	...	...	...	...	...
37	...	...	...	...	...
38	...	...	...	...	...
39	...	...	...	...	...
40	...	...	...	...	...
41	...	...	...	...	...
42	...	...	...	...	...
43	...	...	...	...	...
44	...	...	...	...	...
45	...	...	...	...	...
46	...	...	...	...	...
47	...	...	...	...	...
48	...	...	...	...	...
49	...	...	...	...	...
50	...	...	...	...	...

PIANTA DE CALCHOS DE TUBERIAS DE GAS NATURAL											
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL						
1	...	...	...	...	...						
2	...	...	...	...	...						
3	...	...	...	...	...						
4	...	...	...	...	...						
5	...	...	...	...	...						
6	...	...	...	...	...						
7	...	...	...	...	...						
8	...	...	...	...	...						
9	...	...	...	...	...						
10	...	...	...	...	...						
11	...	...	...	...	...						
12	...	...	...	...	...						
13	...	...	...	...	...						
14	...	...	...	...	...						
15	...	...	...	...	...						
16	...	...	...	...	...						
17	...	...	...	...	...						
18	...	...	...	...	...						
19	...	...	...	...	...						
20	...	...	...	...	...						
21	...	...	...	...	...						
22	...	...	...	...	...						
23	...	...	...	...	...						
24	...	...	...	...	...						
25	...	...	...	...	...						
26	...	...	...	...	...						
27	...	...	...	...	...						
28	...	...	...	...	...						
29	...	...	...	...	...						
30	...	...	...	...	...						

PIANTA DE CALCHOS DE TUBERIAS DE GAS NATURAL											
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL						
1	...	...	...	...	...						
2	...	...	...	...	...						
3	...	...	...	...	...						
4	...	...	...	...	...						
5	...	...	...	...	...						
6	...	...	...	...	...						
7	...	...	...	...	...						
8	...	...	...	...	...						
9	...	...	...	...	...						
10	...	...	...	...	...						
11	...	...	...	...	...						
12	...	...	...	...	...						
13	...	...	...	...	...						
14	...	...	...	...	...						
15	...	...	...	...	...						
16	...	...	...	...	...						
17	...	...	...	...	...						
18	...	...	...	...	...						
19	...	...	...	...	...						
20	...	...	...	...	...						
21	...	...	...	...	...						
22	...	...	...	...	...						
23	...	...	...	...	...						
24	...	...	...	...	...						
25	...	...	...	...	...						
26	...	...	...	...	...						
27	...	...	...	...	...						
28	...	...	...	...	...						
29	...	...	...	...	...						
30	...	...	...	...	...						

PIANTA DE CALCHOS DE TUBERIAS DE GAS NATURAL											
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL						
1	...	...	...	...	...						
2	...	...	...	...	...						
3	...	...	...	...	...						
4	...	...	...	...	...						
5	...	...	...	...	...						
6	...	...	...	...	...						
7	...	...	...	...	...						
8	...	...	...	...	...						
9	...	...	...	...	...						
10	...	...	...	...	...						
11	...	...	...	...	...						
12	...	...	...	...	...						
13	...	...	...	...	...						
14	...	...	...	...	...						
15	...	...	...	...	...						
16	...	...	...	...	...						
17	...	...	...	...	...						
18	...	...	...	...	...						
19	...	...	...	...	...						
20	...	...	...	...	...						
21	...	...	...	...	...						
22	...	...	...	...	...						
23	...	...	...	...	...						
24	...	...	...	...	...						
25	...	...	...	...	...						
26	...	...	...	...	...						
27	...	...	...	...	...						
28	...	...	...	...	...						
29	...	...	...	...	...						
30	...	...	...	...	...						

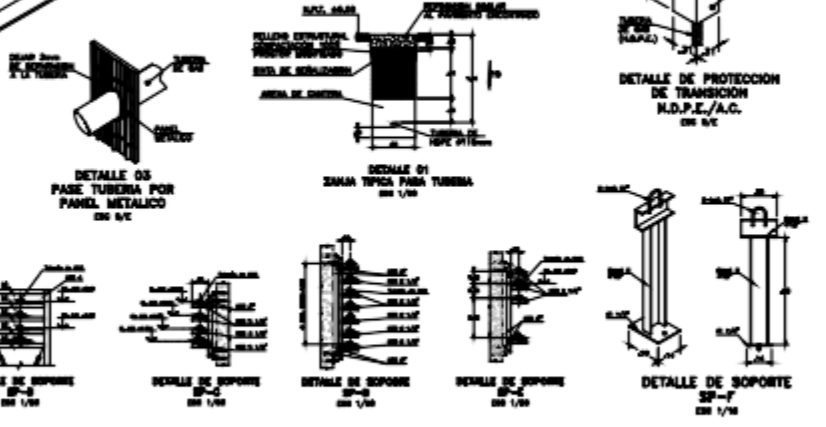


**AS BUILT**



REFERENCIAS	
E.R.M.P.	: Estacion de regulacion de medicion primaria
E.R.S.	: Estacion de regulacion secundaria
N.P.T.	: Nivel de piso terminado
N.T.	: Nivel de tuberia
N.P.T. 0.00 SE ESTA CONSIDERANDO EL NIVEL DE LA LOZA TERMINADA DE LA E.R.M.P.	

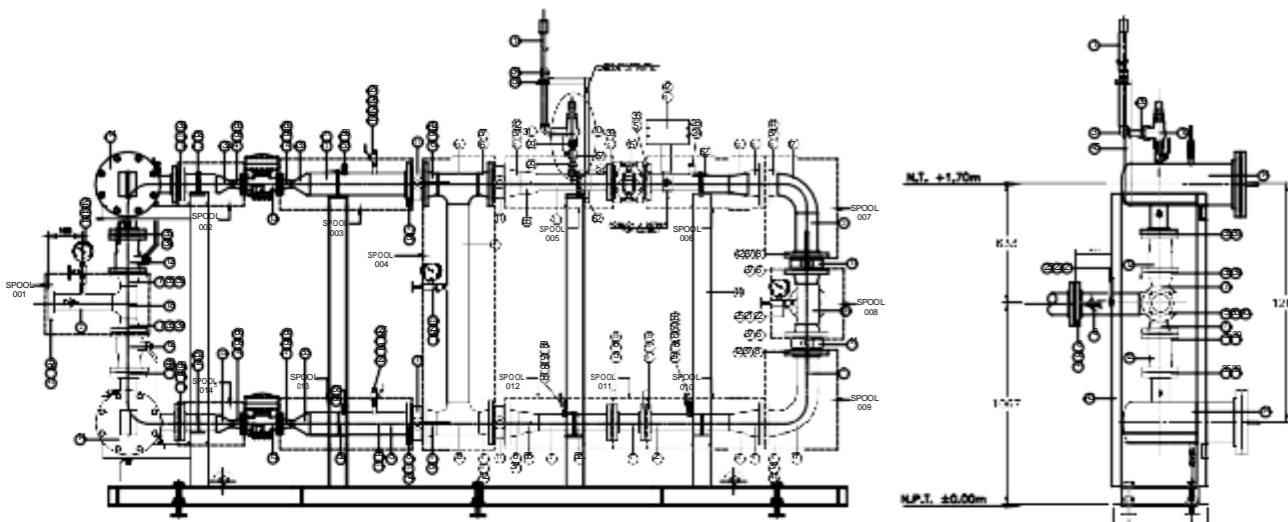
SIMBOLOGIA	
---	Tuberia Aerea A.C.
---	Tuberia Enterrada H.D.P.E.
---	Cable de pozo a tierra
---	Codo Soldado
---	Codo Roscado
---	Valvula de Corte Brida da
---	Valvula Antisensida Bridada
---	Reduccion Soldable
---	Tee Soldable
---	Tee Roscado
---	Codo 45° Soldable
---	Brida Soldable
---	Valvula roscada
---	Union universal
---	Union de H.D.P.E.
---	Transicion de A.C. a H.D.P.E.
---	Atravesa muro, pared o panel metalico.



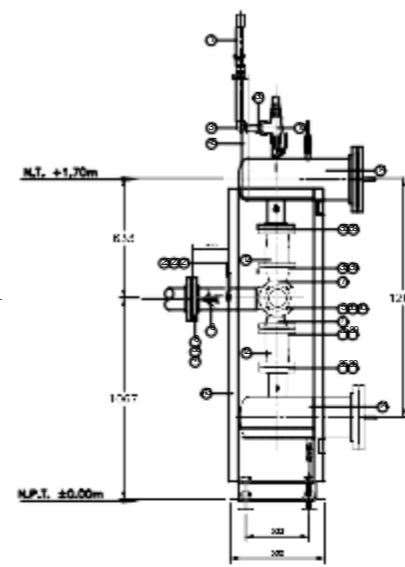
**ANEXO 22**  
**PLANO DE DETALLE DE BASE**  
**METÁLICA**  
**ESTACIÓN PRIMARIA**



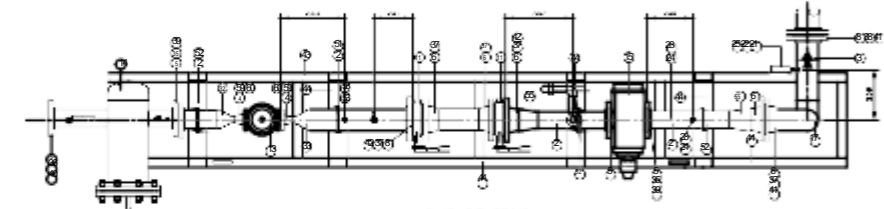
**ANEXO 23**  
**PLANO DE DESPIECE DE SPOOLS**  
**ESTACIÓN PRIMARIA**



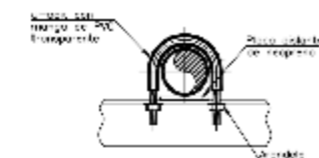
SKID DE ERMP  
VISTA FRONTAL  
ESC 1/30



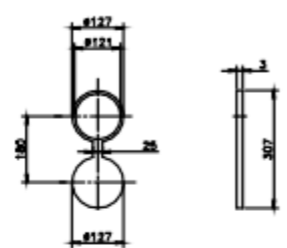
SKID DE ERMP  
VISTA LATERAL  
ESC 1/30



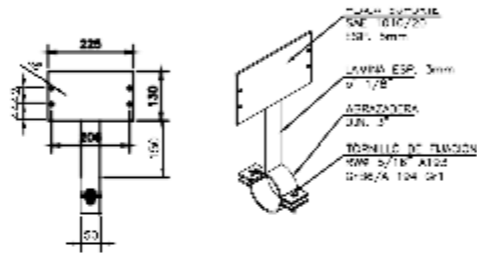
SKID DE ERMP  
VISTA DE PLANTA  
ESC 1/30



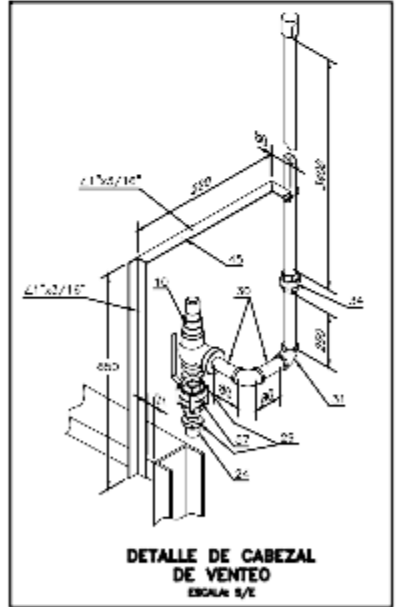
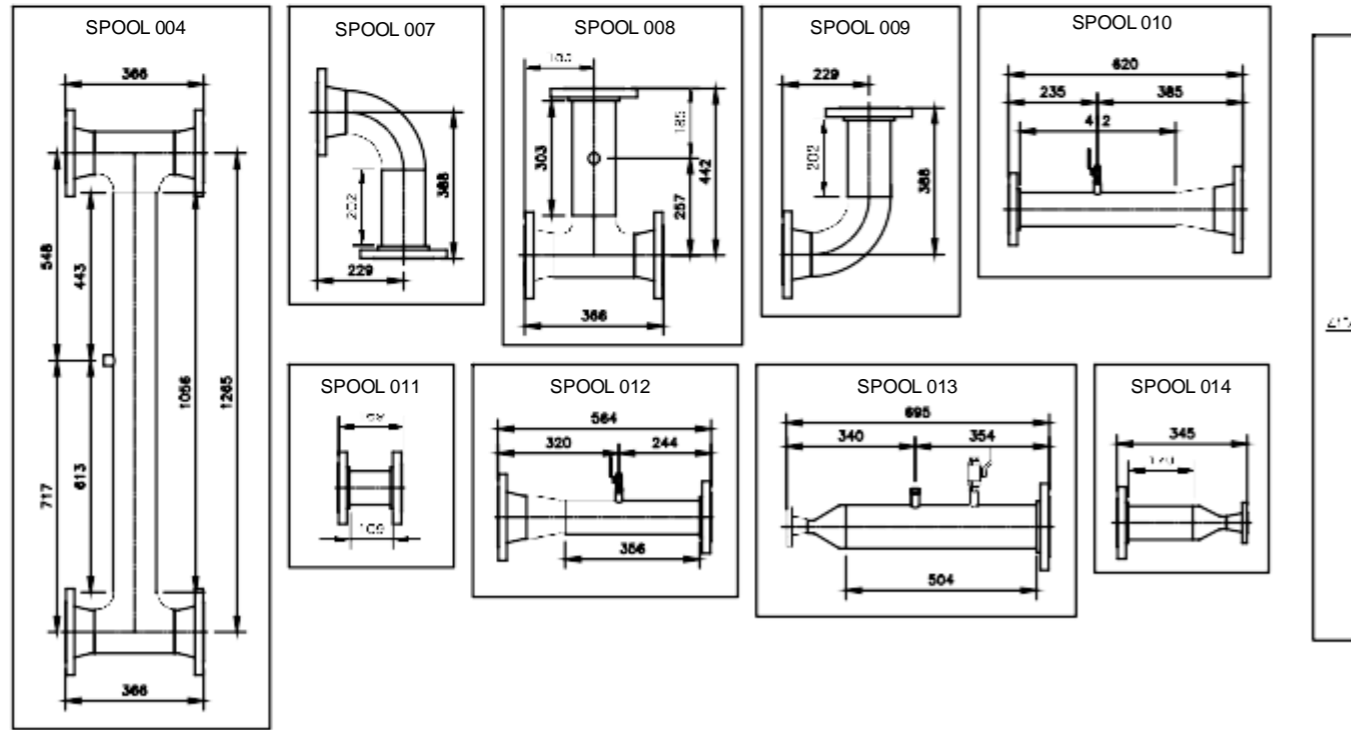
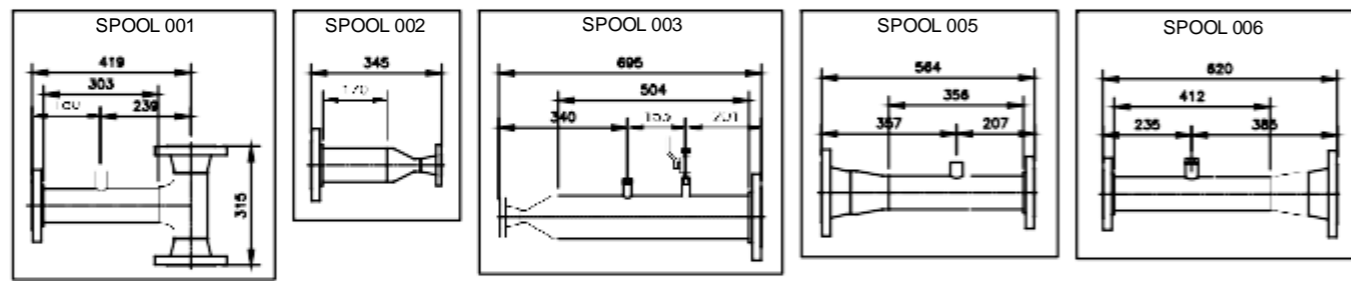
DETALLE TÍPICO  
DE SOPORTE DE TUBERÍA  
ESCALA 5/E



VISTA FRONTAL VISTA LATERAL  
DETALLE DE DISCO CIEGO  
ESCALA 5/E



DETALLE ITEM 47  
SOPORTE DE CORRECTOR  
ESCALA 1/10



DETALLE DE CABEZAL  
DE VIENTO  
ESCALA 5/E

**NOTAS:**  
 -EL ESPESOR FINAL DE PINTURA SERÁ DE 200 MICRONES (8 MILLS).  
 -LAS TUBERÍAS Y VALVULAS SERÁN DE COLOR AMARILLO (RAL 1004).  
 -LOS FILTROS SERÁN DE COLOR BLANCO (RAL 9001).  
 -LOS SOPORTES SERÁN DE COLOR VERDE (RAL 6002).  
 -LOS REGULADORES SERÁN DE COLOR ROJO (RAL 3001).  
 -LAS UNIONES SOLDADAS DE LA PARTE DE ALTA PRESIÓN **DEBERÁ TENER INSPECCIÓN**  
 END AL 100% Y LA PARTE DE BAJA PRESIÓN AL 30% COMO MÍNIMO.  
 -LA DISTANCIA MÍNIMA DEL TRAMO RECTO AGUA ARRIBA DEL MEDIDOR SERÁ DE 2D (D DIÁMETRO  
 NOMINAL DEL MEDIDOR).  
 -LA DISTANCIA MANUAL DEL TRAMO RECTO AGUA ABAJO DEL MEDIDOR SERÁ DE 3D (D DIÁMETRO  
 NOMINAL DEL MEDIDOR).  
 -LA DISTANCIA MANUAL ENTRE EL MEDIDOR Y LA DUELA CON TERMOPOZO SERÁ DE 2D (D DIÁMETRO  
 NOMINAL DEL MEDIDOR).  
 -LA MANTA NEVA DEBERÁ INSTALARSE DE ACERDO A LOS SIGUIENTES CASOS:  
 -CUANDO EL MEDIDOR SEA DEL TIPO ROTAMETRO O EN LA BRIDA AGUA ARRIBA DEL MEDIDOR.  
 -CUANDO EL MEDIDOR SEA DEL TIPO TURBINAL O EN CADA RAMA, EN LA BRIDA DE LAS VALVULAS  
 AGUA ARRIBA DE LOS FILTROS, 10 AL 2 UNCS.  
 -LA ERMP ESTÁ DISEÑADA PARA SOPORTAR UN CAUDAL DE HASTA 2000 Sm<sup>3</sup>/h.  
 -LAS JUNTAS DIALECTRICAS SERÁN DE MATERIA SIN ASBESTO, NO ADMITIÉNDOSE JUNTAS DE MICHARTA  
 SE ADMITEN JUNTAS DEL TIPO CARLOCK DE FIERA NOM ASBESTO.  
 -SE INSTALARÁ UNA JUNTA DIALECTICA AGUA ARRIBA DE LA VALVULA DE SERVICIO.

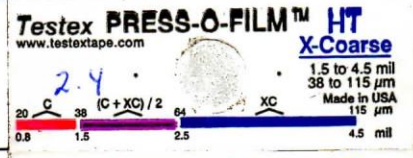
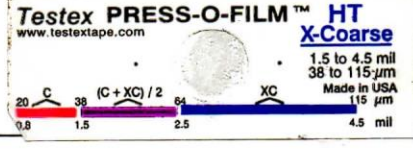
LISTA DE MATERIALES					
ITEM	UNID	CANT.	DESCRIPCION	ESPECIFICACIONES TECNICAS	NOTAS
1	M	3.5	TUBERIA GOCSTURA 60" SCH 40	ASTM A106 GR. A	ASTM A106
2	M	10	TUBERIA GOCSTURA 60" SCH 40	ASTM A106 GR. A	ASTM A106
3	M	2	TUBERIA GOCSTURA 60" SCH 40	ASTM A106 GR. A	ASTM A106
4	UNID	1	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
5	UNID	1	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
6	UNID	1	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
7	UNID	1	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
8	UNID	1	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
9	UNID	1	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
10	UNID	1	CORRECTOR DE FLUJO ELECTRONICO MODELO PIZ MARCA TRON		
11	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
12	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
13	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
14	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
15	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
16	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
17	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
18	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
19	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
20	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
21	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
22	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
23	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
24	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
25	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
26	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
27	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
28	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
29	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
30	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
31	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
32	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
33	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
34	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
35	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
36	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
37	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
38	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
39	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
40	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
41	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
42	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
43	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
44	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
45	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
46	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
47	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
48	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
49	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
50	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
51	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
52	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
53	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
54	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
55	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
56	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
57	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
58	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
59	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106
60	UNID	2	VALVULA DE SERVICIO 12" 150 LB	ASTM A106	ASTM A106

DATOS DE DISEÑO	
PRESION DE DISEÑO	19 barg
PRESION MAXIMA DE ENTRADA	10 barg
PRESION MINIMA DE ENTRADA	5 barg
PRESION REGULADA	2.5 barg
SETEO DE BLOQUEO POR ALTA PRESION	3.25 barg
CAUDAL AUTORIZADO	454.86 Sm <sup>3</sup> /h
PRESION DE PRUEBA DE RESISTENCIA Y HERMETICIDAD	28.5 barg
PROCESO DE SOLDADURA	ASME IX
TERMINACION SUPERFICIE ARENADO	NORMA SSPC-SP10
EFM PINTURA EPOXI: CAMARILLO RAL 1004	8 mils
FILTRO PINTURA EPOXI: C/BLANCO RAL 9010	8 mils
SOPORTE PINTURA EPOXI: C/VERDE RAL 6002	8 mils

DATOS DE VALVULA DE ALIVIO	
PRESION DE APERTURA	2.9 barg
PRESION DE CIERRE	2.6 barg
CAUDAL DE VENTEO	22.74 Sm <sup>3</sup> /h

**ANEXO 24**  
**PROTOCOLO DE ENSAYO DE**  
**RUGOSIDAD**

**ACTA DE ENSAYO DE RUGOSIDAD**

DATOS GENERALES					
PROYECTO	CLIENTE	CENTRO DE COSTO	FECHA	N° REGISTRO	
SUMINISTRO Y MONTAJE DE SISTEMA DE GAS NATURAL	MOLITALIA S.A.	1030139	17/10/2016	001	
EDT		LUGAR DE ENSAYO			
ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN PRIMARIA (ERMP)		AV. LAS ACASIAS MZ. 2J LOTE 25 - URB. LA , HUACHIPA			
DATOS DEL EQUIPO					
EQUIPO	MARCA	PRESS-O-FILM	COMPARADOR		
MEDIDOR DE PERFIL DE RUGOSIDAD	MITUTOYU	TESTEX	TIPO RELOJ		
MEDICIONES DE RUGOSIDAD					
ITEM	CODIGO DE TUBERÍA	PERFIL DE SUPERFICIE		CONFORMIDAD	
		Comparador	Rugosímetro (mils)	SI	NO
1	SPOOL 001		2.4	X	
2	SPOOL 003		2.5	X	
3					
4					
5					
6					
7					
OBSERVACIONES					
APROBACION					
INGENIERO QA / QC		INSTALADOR IG3		ENTIDAD COMPETENTE	
NOMBRE Y APELLIDO		NOMBRE Y APELLIDO		NOMBRE Y APELLIDO	
FIRMA		FIRMA		FIRMA	

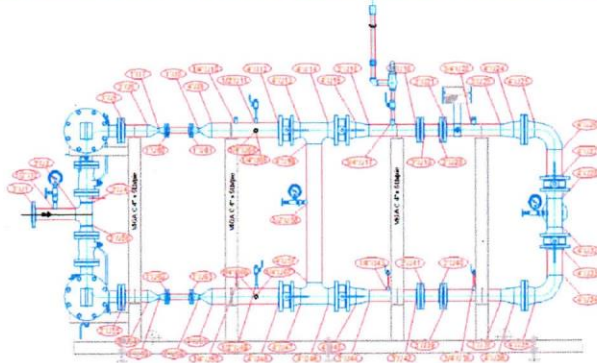
**ANEXO 25**  
**REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL**  
**DE SOLDADURA**



**DATOS GENERALES**

<b>PROYECTO</b>	<b>CLIENTE</b>	<b>CENTRO DE COSTO</b>	<b>FECHA</b>	<b>N° REGISTRO</b>
Nueva Planta de Alimentos - MOUTALIA	JE CONSTRUCCIONES GENERALES	1030139	14/10/16	001
<b>DESCRIPCION DEL ELEMENTO</b>	<b>CODIGO DEL ELEMENTO</b>	<b>PLANO DE REFERENCIA</b>	<b>ESTANDAR DE REFERENCIA</b>	
Estacion de Regulacion y Medicion Primaria - ERMP	---	CS-1030139 - JE - M - 05	---	

**ESQUEMA**



**LEYENDA DE DEFECTOS**

- FV: Falta de fusion
- FI: Fisura
- CR: crater
- DF: Falta de cateto
- FL: Falta de Llenado
- SO: Socavacion
- SR: Sobremona
- PA: Porosidad Aislada
- PD: Porosidad Dispersa

**DETALLE**

ITEM	CODIGO DEL ELEMENTO (S)	JUNTA	CODIGO DEL SOLDADOR	TIPO DE JUNTA		WPS	N° PASE	VARIABLE		DEFEC TO	RESULTADO		FECHA DE INSPECCION
				A TOPE	FILETE			A	V		REPARAR	ACEPTADO	
1	Tub 3" / Codo 3"	3" / JSR	W-WAC	✓	-	SOL-WPS-003-15	1	105	10.1	-	-	✓	14/10/16
	"	3" / JSR	W-WAC	✓	-	SOL-WPS-003-15	2	100	9.1	-	-	✓	14/10/16
2	Red 3" / Brida 3"	3" / J4R	W-WAC	✓	-	SOL-WPS-003-15	1	108	10.1	-	-	✓	14/10/16
	"	3" / J4R	W-WAC	✓	-	SOL-WPS-003-15	2	117	11.8	-	-	✓	14/10/16
3	Red 3" / Tub 3"	3" / JSR	W-WAC	✓	-	SOL-WPS-003-15	1	116	12	-	-	✓	14/10/16
	"	3" / JSR	W-WAC	✓	-	SOL-WPS-003-15	2	116	12.1	-	-	✓	14/10/16
4	Tub 3" / Red 3"	3" / JS4R	W-WAC	✓	-	SOL-WPS-003-15	1	112	8.3	-	-	✓	14/10/16
	"	3" / JS4R	W-WAC	✓	-	SOL-WPS-003-15	2	115	12.8	-	-	✓	14/10/16
5	Red 3" / Brida 1"	1" / J7R	W-WAC	✓	-	SOL-WPS-003-15	1	105	7.3	-	-	✓	14/10/16
	"	1" / J7R	W-WAC	✓	-	SOL-WPS-003-15	2	100	9.2	-	-	✓	14/10/16
6	Brida 1" / Red 4"	1" / J8R	W-WAC	✓	-	SOL-WPS-003-15	1	100	7.1	-	-	✓	14/10/16
	"	1" / J8R	W-WAC	✓	-	SOL-WPS-003-15	2	105	7.5	-	-	✓	14/10/16
7	Brida 1" / Red 4"	1" / JS2R	W-WAC	✓	-	SOL-WPS-003-15	1	100	7.1	-	-	✓	14/10/16
	"	1" / JS2R	W-WAC	✓	-	SOL-WPS-003-15	2	103	9.3	-	-	✓	14/10/16

**OBSERVACIONES**

**INSTRUMENTOS UTILIZADOS :**

BRIDGE GAGE	FILET WELD GAGE	V - WAC GAGE	OTROS
-------------	-----------------	--------------	-------

**APROBACION**

INSPECTOR DE SOLDADURA		ING. DE CALIDAD		ENTIDAD COMPETENTE	
NOMBRE Y APELLIDO	Milagros Ruth Li Aramayo Alonso	NOMBRE Y APELLIDO	EDEL ORO S.T.H	NOMBRE Y APELLIDO	
FIRMA	<i>[Signature]</i>	FIRMA	<i>[Signature]</i>	FIRMA	
FECHA	CWI 16012831 OC1 EXP. 1/1/2019	FECHA		FECHA	

**ANEXO 26**  
**REGISTRO DE TINTES PENETRANTES**  
**RED INTERNA**



**CONTROLES  
TECNOLOGICOS** S.  
A.  
C.

Calle San Guido 155 - 102 Lima 32 Teléfono.: 263-0363  
Cel : 9965-11209 email: ventas@controlestecnologicos.com

**REPORTE DE  
LÍQUIDOS  
PENETRANTES**

PAGINA	1 de 1
FORMATO	CT-PT
REPORTE	Nº 8574-10-16
FECHA ELAB.:	24 / 10 / 2016

**EMPRESA** : CORPORACION SOLIVAN  
**ATENCIÓN** : Sr. BRAULIO TEMOCHE  
**PROYECTO** : SUMINISTRO Y MONTAJE DE SISTEMA DE GAS NATURAL,  
PLANTA MOLITALIA – HUACHIPA – RED INTERNA DE GAS NATURAL

**UNIDAD ANALIZADA:** RED INTERNA  
**AREA** : Unión en filete  
**MATERIAL:** ASTM A53 - SCH 40

**INFORMACIÓN TÉCNICA**

<b>PROCEDIMIENTO:</b> END-PT-01	<b>REVISION:</b> 01	<b>TÉCNICA-PROCEDIMIENTO:</b> Penetrante y Revelador aplicado por rocío (spray); limpieza y remoción manualmente con trapo y solvente
<b>TIPO Y MÉTODO DE EXAMEN</b>		
<b>TIPO:</b> II (Penetrante Visible) <b>METODO:</b> C (removible con solvente)		<b>TIEMPO DE PENETRACIÓN:</b> 15 min.
<b>INSUMOS PARA EL EXAMEN:</b> Developer D101-A, Penetrant P101S-A y Cleaner C101 -A		<b>TEMPERATURA DURANTE ENSAYO:</b> 20 °C
<b>FABRICANTE:</b> CANTESCO		<b>OBSERVACIÓN:</b> Con lupa de aumento
<b>CONDICIÓN DE SUPERFICIE:</b> Escobillado		<b>NORMA DE PROCEDIMIENTO:</b> ASME Sección V Art 6
<b>FUENTE DE ILUMINACIÓN:</b> lámpara de luz blanca o Luz del día (natural)		<b>NORMA DE CALIFICACIÓN:</b> ASME Sección B31.3
		<b>SE ANEXA FOTOGRAFÍAS:</b> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

**RESULTADO DEL ENSAYO**

Nº	IDENTIFICACION	DISCONTINUIDAD	CALIFICACION	OBSERVACIÓN
01	RED INTERNA J42	---	ACEPTADO	TUB. Ø 2½"
02	J43	---	ACEPTADO	TUB. Ø 2½"
03				
04		<b>TOTAL: 02 JUNTAS</b>		
05				
06				
07				
08				
09				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				

**NOMENCLATURA**

Porosidad agrupada (Aa) Porosidad aislada (Ac) Porosidad tubular (Ab) Sobre monta (Sm)  
Fisura (E) Cordón irregular (I) Salpicadura (S) Socavado Externo (F)

**LUGAR Y FECHA DE EJECUCIÓN :**  
LIMA, 23 de Octubre del 2016

**EJECUTADO POR :**  
HENRRY VARGAS ESTRADA

**INSPECCIONADO POR:**

**AUTORIZADO POR:**

**SUPERVISADO POR:**

CONTROLES TECNOLOGICOS SAC

CORPORACION SOLIVAN

James Henry Vargas Estrada  
Level II RT-IMP-ET-PT (SWT-TG-1A)  
CONTROLES TECNOLOGICOS SAC

**ANEXO 27**  
**REGISTRO DE GAMMAGRAFIADO**  
**RED INTERNA**



**CONTROLES  
TECNOLOGICOS** S.  
A.  
C.

Calle San Guido 155 - 102 Lima 32 Telefono:263-0363  
Cel 965-11209 ventas@controlestecnologicos.com

**REPORTE  
RADIOGRÁFICO**

REPORTE N° 8572-10-16

Pag: 1 de 2

Fecha : 17/10/2016

**EMPRESA** : CORPORACION SOLIVAN  
**ATENCIÓN** : Sr. BRAULIO TEMOCHE  
**PROYECTO** : SUMINISTRO Y MONTAJE DE SISTEMA DE GAS NATURAL, PLANTA  
MOLITALIA – HUACHIPA – RED INTERNA DE GAS NATURAL

**PROCEDIMIENTO  
END RT-01**

**INFORMACIÓN TÉCNICA**

Código/Standard	ASME B31.3	Equipo/Modelo	AMERTEST 660B
Material Base	ASTM A53 Gr. B	Fuente	Iridio 192 / 3.89 mm
Espesor	5.16 / 5.49 / 6.02 mm (SCH40)	Actividad	10 Ci
Dimensiones	Ø 2½" - Ø 3" - Ø 4"	Distancia	27 cm – 9.5 cm
Penetrámetro No	ASTM 1A	Técnica Radiográfica	Pared Doble – Vista Doble/Simple
Penetrámetro Ubicación	Lado Película	Tiempo exposición	19' 45" - 0' 48" - 1' 22"
Hilo Esencial	0.008"Ø - 0.010"Ø	Densidad de película	2.0 – 4.0
Tipo de Película	AGFA D4	Numero de IQI's	1
Dimensión de Película	70 x 150 mm - 70 x 200 mm	Procesamiento Película	Manual
Pantalla de plomo	0,005"	Tiempo de Revelado	6 minutos

**RESULTADO DEL ENSAYO**

N°	IDENTIFICACIÓN	DISCONTINUIDAD	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES
01	J15 1 – 2	---	ACEPTADO	TUB. Ø4"
02	2 – 3	---	ACEPTADO	
03	3 – 1	---	ACEPTADO	
04	J26 1 – 2	---	ACEPTADO	TUB. Ø4"
05	2 – 3	---	ACEPTADO	
06	3 – 1	---	ACEPTADO	
07	J29 A	---	ACEPTADO	TUB. Ø2½"
08	B	---	ACEPTADO	
09	J29-2 1 – 2	---	ACEPTADO	TUB. Ø3"
10	2 – 3	---	ACEPTADO	
11	3 – 1	---	ACEPTADO	
12	J29-7 1 – 2	---	ACEPTADO	TUB. Ø3"
13	2 – 3	---	ACEPTADO	
14	3 – 1	Ac	ACEPTADO	
15	J29-12 1 – 2	---	ACEPTADO	TUB. Ø3"
16	2 – 3	Ac	ACEPTADO	
17	3 – 1	---	ACEPTADO	
18	J29-15 1 – 2	---	ACEPTADO	TUB. Ø3"
19	2 – 3	---	ACEPTADO	
20	3 – 1	---	ACEPTADO	
21	J40 A	Ac	ACEPTADO	TUB. Ø2½"
22	B	---	ACEPTADO	

**NOMENCLATURA DE DISCONTINUIDADES**

Aa: Porosidad agrupada	Bc: Inclusión alternado	Fa: Socavado interno	Fb: Socavado externo
Ac: Porosidad aislada	C: Falta de fusión	Ec: Concavidad Externa	I: Cordón irregular
Ab: Porosidad tubular	D: Penetración inadecuada	Bt: Quemón (BT)	E: Exceso de Penetración
Ba: Inclusión aislada	Dh: Desalineamiento High-Low	F: Fisura	W: Inclusión de Tungsteno
Bb: Inclusión alineada			Ic: Concavidad interna

**LUGAR Y FECHA DE EJECUCIÓN**  
LIMA, 16 de octubre del 2016

**EJECUTADO POR:**  
HENRRY VARGAS ESTRADA

**INSPECCIONADO POR:**

**AUTORIZADO POR:**

**SUPERVISADO POR:**

CONTROLES TECNOLÓGICOS SAC

CORPORACION SOLIVAN

  
Edinson Cruzado Valle  
Level II RT (SNT-TC-1A)  
CONTROLES TECNOLÓGICOS SAC

**ANEXO 28**  
**PRESIÓN DE PRUEBA**  
**CÓDIGO ASME B31.3**

la presión de prueba necesaria, para esa parte de la prueba, cuando la presión supere el 150% de la presión de diseño de la junta de expansión, la junta de expansión se retirará de forma temporal o se agregarán sujeciones temporales para soportar las fuerzas de empuje de presión.

(b) Una junta de expansión con fuelles metálicos con autosujeciones (por ejemplo, uniones, bridas, equilibrio por presión, etc.) tienen tornillería de sujeción diseñada para soportar las fuerzas de empuje de presión. Salvo como lo indiquen las limitaciones en el párrafo (c), un sistema de tuberías que tiene juntas de expansión con autosujeción se deberá someter a pruebas de fugas según el párrafo 345. Una junta de expansión con autosujeción que ya se haya sometido a pruebas en el taller del fabricante según el Apéndice X podrá excluirse del sistema para la prueba de fugas, excepto cuando se requiera una prueba de fugas sensible según el párrafo 345.8. La tornillería de sujeción para todos los tipos de juntas de expansión deberá estar diseñada para las fuerzas de empuje de presión a la presión de prueba.

(c) Cuando una junta de expansión con fuelles metálicos se instale en un sistema de tuberías sujeto a pruebas de fugas y la presión de prueba de fugas determinada según el párrafo 345 supere la presión de la prueba realizada por el fabricante según el Apéndice X, la presión de prueba de fuga necesaria se reducirá a la presión de prueba del fabricante.

**345.3.4 Límites de las tuberías a presión.** El equipo que no deba someterse a prueba deberá desconectarse del sistema de tuberías o aislarse mediante blancos u otros medios. Una válvula puede usarse si es que la válvula (incluido el mecanismo de cierre) es apropiada para la prueba de presión.

#### 345.4 Prueba de fugas hidrostática

**345.4.1 Fluido de prueba.** El fluido deberá ser agua a menos que exista la posibilidad de daños debido al congelamiento o a efectos adversos del agua en la tubería o el proceso. En ese caso, otro líquido apropiado no tóxico podrá usarse. Si el líquido es inflamable, su punto de inflamación deberá ser por lo menos 49 °C (120 °F), y deberán tomarse en consideración las condiciones ambientales de la prueba.

**345.4.2 Presión de prueba.** Excepto como está previsto en el párrafo 345.4.3, la prueba de presión hidrostática en cualquier punto en un sistema de tuberías metálico deberá respetar lo siguiente:

- (a) no menos de una vez y media (1 ½) la presión de diseño;
- (b) cuando la temperatura de diseño sea mayor que la temperatura de prueba, la temperatura de examen mínima, para el punto bajo consideración, debe ser calculada mediante la ec (24). Cuando el sistema de tuberías contiene más de un material o más de una temperatura de diseño, la ec (24) debe ser usada para cada combinación, excluyendo elementos de soporte de tuberías y empernado, y el valor máximo calculado de  $P_T$  es la presión manométrica de prueba mínima.

$$P_T = 1,5 PR_r \quad (24)$$

donde

$P$  = presión de diseño interna

$P_T$  = presión de prueba mínima

$R_r$  = índice de  $S_r/S$  para la tubería o componentes sin calificaciones establecidas, pero no debe exceder 6,5  
= índice de las clasificaciones de presión de los componentes a la temperatura de prueba para componentes con clasificación establecidos, pero no debe exceder 6,5

$S$  = valor de esfuerzo permitida a la temperatura de diseño del componente (vea la Tabla A-1)

$S_T$  = valor de esfuerzo permitida a la temperatura de prueba

Alternativamente, para tuberías de acero al carbono con un límite de elasticidad no mayor que 42 ksi (290 MPa), la presión de prueba para el conjunto de componentes, excluyendo los elementos de soporte y pernos (p. ej., tuberías, componentes, válvulas, bridas), pueden basarse en  $R_y$  para cualquiera de los componentes del conjunto.

(c) Si la presión de prueba como se define anteriormente produjera un esfuerzo de presión nominal o un esfuerzo longitudinal que supere el límite de elasticidad a la temperatura de prueba, o una presión de prueba superior a 1,5 veces la presión clasificada para la tubería a la temperatura de prueba, la presión de prueba puede reducirse a la presión máxima, de tal manera que no exceda el límite de elasticidad a la temperatura de prueba [vea los párrafos 302.3(e) y (f)]. Para juntas de expansión tipo fuelles metálicos, vea el Apéndice X, párrafo 302.2.3(a)

#### 345.4.3 Prueba hidrostática de sistema de tuberías con recipientes como un sistema<sup>4</sup>

(a) Cuando la presión de prueba de un sistema de tuberías conectado a un recipiente es igual o menor que la presión de prueba del recipiente, el sistema de tuberías puede ser sometido a prueba con el recipiente a la presión de prueba del sistema de tuberías.

(b) Cuando la presión de prueba del sistema de tuberías exceda la presión de prueba del recipiente y no se considere práctico aislar el sistema de tuberías del recipiente, el sistema de tuberías y el recipiente pueden ser sometidos a prueba en conjunto a la presión de prueba del recipiente, siempre que el propietario lo apruebe y que la presión de prueba del recipiente no sea menor que el 77% de la presión de prueba del sistema de tuberías, calculado conforme al párrafo 345.4.2 (b).

#### 345.5 Prueba de fugas neumática

**345.5.1 Precauciones.** Las pruebas neumáticas implican un peligro de liberación de energía almacenada en un gas comprimido. Por lo tanto, se deberán tomar precauciones para minimizar la presencia de una falla por fragilidad durante la prueba de fugas neumática. La temperatura de prueba es importante en lo que se refiere a este tema y el diseñador deberá tenerla en cuenta al momento de escoger el material de construcción. Vea el párrafo 345.2.2(c) y Apéndice F, párrafo F323.4.

**345.5.2 Dispositivo de alivio de presión.** Un dispositivo de alivio de presión deberá suministrarse, el cual se ajustará a una presión no mayor que la presión de prueba más el valor menor entre 345 kPa (50 psi) o el 10% de la presión de prueba.

<sup>4</sup> Las disposiciones del párrafo 345.4.3 no afectan los requisitos de presión de prueba de cualquier código de recipientes aplicable.

**ANEXO 29**  
**PRESIÓN DE PRUEBA**  
**CÓDIGO ASME B31.8**



**Table 841.3.2-1 Test Requirements for Steel Pipelines and Mains to Operate at Hoop Stresses of 30% or More of the Specified Minimum Yield Strength of the Pipe**

Location Class	Maximum Design Factor, <i>F</i>	Permissible Test Medium	Pressure Test Prescribed		Maximum Allowable Operating Pressure, the Lesser of
			Minimum	Maximum	
1 Division 1	0.8	Water	$1.25 \times \text{MOP}$	None	$\text{TP} \div 1.25$ or DP
1 Division 2	0.72	Water	$1.25 \times \text{MOP}$	None	$\text{TP} \div 1.25$ or DP
	0.72	Air or Gas [Note (1)]	$1.25 \times \text{MOP}$	$1.25 \times \text{DP}$	$\text{TP} \div 1.25$ or DP
2	0.6	Water	$1.25 \times \text{MOP}$	None	$\text{TP} \div 1.25$ or DP
	0.6	Air [Note (1)]	$1.25 \times \text{MOP}$	$1.25 \times \text{DP}$	$\text{TP} \div 1.25$ or DP
3 [Note (2)]	0.5	Water [Note (3)]	$1.50 \times \text{MOP}$	None	$\text{TP} \div 1.5$ or DP
4	0.4	Water [Note (3)]	$1.50 \times \text{MOP}$	None	$\text{TP} \div 1.5$ or DP

DP = design pressure

MOP = maximum operating pressure (not necessarily the maximum allowable operating pressure)

TP = test pressure

**GENERAL NOTES:**

- This Table defines the relationship between test pressures and maximum allowable operating pressures subsequent to the test. If an operating company decides that the maximum operating pressure will be less than the design pressure, a corresponding reduction in the prescribed test pressure may be made as indicated in the Pressure Test Prescribed, Minimum, column. If this reduced test pressure is used, however, the maximum operating pressure cannot later be raised to the design pressure without retesting the line to a higher test pressure. See paras. 805.2.1(d), 845.2.2, and 845.2.3.
- Gas piping within gas pipeline facilities (e.g., meter stations, regulator stations, etc.) is to be tested and the maximum allowable operating pressure qualified in accordance with para. 841.3 and Tables 841.3.2-1 and 841.3.3-1 subject to the appropriate location class, design factor, and test medium criteria.
- When an air or gas test is used, the user of this Code is cautioned to evaluate the ability of the piping system to resist propagating brittle or ductile fracture at the maximum stress level to be achieved during the test.

**NOTES:**

- When pressure testing with air or gas, see paras. 841.3.1(c), 841.3.2(a) through (c), and Table 841.3.3-1.
- Compressor Station piping shall be tested with water to Location Class 3 pipeline requirements as indicated in para. 843.5.1(c).
- For exceptions, see paras. 841.3.2(b) and (c).

tested in conjunction with the adjoining pipeline segments as required for Location Class 1.

(i) Operating companies shall retain, in their files, for the useful life of each pipeline and main, records showing the procedures used and the data developed in establishing the maximum allowable operating pressure of that pipeline or main. Refer to section N-7 of Nonmandatory Appendix N for a list of suggested records for retention.

**841.3.3 Tests Required to Prove Strength for Pipelines and Mains to Operate at Hoop Stress Levels of Less Than 30% of the Specified Minimum Yield Strength of the Pipe, but in Excess of 100 psig (690 kPa).** Steel piping that is to operate at hoop stress levels of less than 30% of the specified minimum yield strength in Class 1 Locations shall at least be tested in accordance with para. 841.3.4. In Class 2, 3, and 4 Locations, such piping shall be tested in accordance with Table 841.3.2-1, except that gas or air may be used as the test medium within the maximum limits set in Table 841.3.3-1.

**841.3.4 Leak Tests for Pipelines or Mains to Operate at 100 psig (690 kPa) or More**

(a) Each pipeline and main shall be tested after construction and before being placed in operation to demonstrate that it does not leak. If the test indicates that a leak exists, the leak or leaks shall be located and eliminated, unless it can be determined that no undue hazard to public safety exists.

(b) The test procedure used shall be capable of disclosing all leaks in the section being tested and shall be selected after giving due consideration to the volumetric content of the section and to its location. This requires the exercise of responsible and experienced judgement, rather than numerical precision.

(c) In all cases where a line is to be stressed in a strength proof test to a hoop stress level of 20% or more of the specified minimum yield strength of the pipe, and gas or air is the test medium, a leak test shall be made at a pressure in the range from 100 psig (690 kPa) to that required to produce a hoop stress of 20% of the

**ANEXO 30**  
**REGISTRO DE PRUEBA DE**  
**HERMETICIDAD**  
**RED INTERNA - ERMP**



INSPECTORATE

CONSTANCIA DE INSPECCION  
FIND-002

Rev. 02  
Fecha: 2013/12/19  
Página 1 de 2

S/T IND : \_\_\_\_\_ Cliente : COOPERACION SOLIVAN

Usuario: MOLITALIA CASAMARQUILLA

Servicio: SUPERVISION DE PRUEBA DE HERMETICIDAD DE LA RED INTERNA

Lugar de inspeccion : Av. Chosica Central Parcelacion CASAMARQUILLA  
1era etapa Parcela 35.

Fecha de inspeccion: LUNES, 07 DE NOVIEMBRE DEL 2016

El servicio se realizó normalmente ? :  SI  NO

Resultado del Servicio : En coordinación con el Juan Ponte Morillo, representante de la Empresa, COOPERACION SOLIVAN, se realizó la Prueba requerida por la

NTP 111.010 -2003 de la Red Interna para Gas Natural del Tramo Salida de la ERM

hasta ERS de los siguientes equipos correspondiente : Horno de Secado N°1,

CALDERO N°1, CALENTADOR DE AGUA N°1 y COCINA.

PRUEBA DE HERMETICIDAD

HORA : \_\_\_\_\_ PRESION : \_\_\_\_\_ TEMPERATURA \_\_\_\_\_

Hora Inicio : 15:05 Presión Inicio: 4 bar T Inicio: 31 °C

Hora Final : 17:05 Presión Final: 4 bar T Final : 29 °C

Equipos Utilizados

Nombre del Equipo	Codigo del Equipo	Certificado de calibracion	Fecha de calibración
MANOMETRO	<u>69-114</u>	<u>CPF-0167-2016</u>	<u>2016-05-05</u>
MANOMETRO	<u>69116</u>	<u>CPF-0166-2016</u>	<u>2016-05-05</u>
TERMOMETRO	<u>ELT-52</u>	<u>CLT-0307-2016</u>	<u>2016-11-03</u>
TERMOMETRO	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>

Observaciones:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Nota!. El presente documento sólo acredita la presencia del inspector/supervisor en el lugar de inspección y declara cualquier eventualidad ocurrida.

En caso de tomar muestras, estas serán desechadas despues de haber transcurrido 3 meses. Inspectorate al no conservar contramuestras, no dará por procedente reclamos posteriores sobre los resultados encontrados

Se tomó muestras ? : SI  Cantidad : \_\_\_\_\_ NO

Juan Pablo Nelson Pena Quispe  
Nombre / Firma  
Inspector / Supervisor

INSPECTORATE SERVICES PERU S.A.C

Juan José Ponte Morillo  
Nombre / Firma  
Rpte. Del Cliente

ING. JUAN JOSÉ PONTE MORILLO  
REGISTRO OSINERGMIN N° 00503  
CATEGORIA IIG-3



Cliente: <i>COOPERACION SOLIVAN</i>		O/S:
Lugar: <i>Av. Chosica Central Parcelacion Casamarquilla 1era Etapa Parcela 35</i>		Fecha: <i>07/11/2016</i>
Registro de prueba: <i>DE HERMETICIDAD</i>		
Fluido de Trabajo: <i>GAS NATURAL</i>	Tubería: <i>ACERO φ4, φ3, φ2 1/2 y φ2</i>	
Presión de trabajo: <i>2.5 bar</i>	Especificación técnica: <i>NTP 111-010</i>	
Fluido de prueba: <i>NITROGENO</i>	Presión de prueba: <i>4 bar</i>	

Hora	Presión (bar.)		Temperatura °C		Fecha
	Presión 1	Presión 2	Temp. 1	Temp. 2	
<i>15:05</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>31</i>		<i>07-11-2016</i>
<i>15:20</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>31</i>		
<i>15:35</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>31</i>		
<i>15:50</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>30</i>		
<i>16:05</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>30</i>		
<i>16:20</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>30</i>		
<i>16:35</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>29</i>		
<i>16:50</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>29</i>		
<i>17:05</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>29</i>		

Hora Final	Presión Final		Temperatura Final		Fecha
	Manómetro 1	Manómetro 2	Termómetro 1	Termómetro 2	
<i>17:05</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>29</i>	<i>-</i>	<i>07-11-2016</i>

**EQUIPOS DE MEDICIÓN:**

MANOMETRO: <i>69.114</i>	Certif. Calib.: <i>CPF-0167-2016</i>	Fecha de Calib.: <i>2016-05-05</i>
MANOMETRO: <i>69.116</i>	Certif. Calib.: <i>CPF-0166-2016</i>	Fecha de Calib.: <i>2016-05-05</i>
TERMOMETRO: <i>ELT-57</i>	Certif. Calib.: <i>CLT-0307-2016</i>	Fecha de Calib.: <i>2016-11-03</i>
TERMOMETRO: .....	Certif. Calib.: .....	Fecha de Calib.: .....

**OBSERVACIONES:**

*[Signature]*  
Inspector de Inspectorate Service S.A.C.  
*Pol Nelson Peña Quispe*

*[Signature]*  
ING. JUAN JOSE PONTE MORILLO  
REGISTRO OSINERGMIN N° 00503  
Profesional Responsable



	<b>CONSTANCIA DE INSPECCION</b> <b>FIND-002</b>	Rev. 02 Fecha: 2013/12/19 Página 1 de 1
---	--	---

S/T IND : \_\_\_\_\_ Cliente : Preparacion Solivan  
 Usuario: Mditalic  
 Servicio: Prueba de Hermeticidad de la FEM  
 Lugar de inspeccion : \_\_\_\_\_

Fecha de inspeccion: 22/11/16  
 El servicio se realizó normalmente ? :  SI  NO  
 Resultado del Servicio :

Se realizó la prueba de Hermeticidad en presencia del TCS Juan Pantoja representante de Solivan, cumpliendo con la S-DIO-015.

**Equipos Utilizados**

Nombre del Equipo	Codigo del Equipo	Certificado de calibracion	Fecha de calibración
Manómetro		CPF-0541-2016	03/11/16
Manómetro		CPF-0547-2016	15/11/16
Termómetro		CLT-0308-2016	03/11/16
Termómetro		CLT-0317-2016	15/11/16
<b>Observaciones:</b>			

**Nota!** El presente documento sólo acredita la presencia del inspector/supervisor en el lugar de inspección y declara cualquier eventualidad ocurrida.  
 En caso de tomar muestras, estas serán desechadas después de haber transcurrido 3 meses. Inspectorate al no conservar contramuestras, no dará por procedente reclamos posteriores sobre los resultados encontrados

Se tomó muestras ? : SI  Cantidad : \_\_\_\_\_ NO

[Firma]  
 Nombre / Firma  
 Inspector / Supervisor  
 INSPECTORATE SERVICES PERU S.A.C

[Firma]  
 Nombre / Firma  
 Rpte. Del Cliente  
Juan Pantoja

**ANEXO 31**  
**CARTA DE INGRESO DE PIG 02**  
**INSPECTORATE**

Lima, 15 de diciembre del 2016.

**Sres. INSPECTORATE**  
Atención.: **Jesús Cassana**

Sirva la presente, para saludarlos y a la vez, presentarles los siguientes documentos correspondientes al **EXPEDIENTE DEL PROYECTO "ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN PRIMARIA ERMP- MOLITALIA HUACHIPA" PIG2**; el cual consta de dos (2) juegos de Dossier con contenido:

- **WPQ DE WYLLI ALFARO VALIDADO POR CALIDDA**
- **INSPECCION VISUAL DE SOLDADURA SELLADO POR CWI**
- **PROCEDIMIENTO API 1104 PARA SOLDEO DE FILTROS**
- **WELDING BOOK DE FILTROS DE LA ERMP**
- **INSPECCIÓN VISUAL DE FILTROS DE LA ERMP**

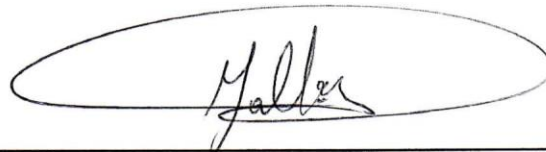
Esto para la aprobación del expediente correspondiente al ERMP-2 para la instalación de la red interna ubicada dentro del predio de la empresa MOLITALIA S.A. en su planta industrial ubicada en Vía Chosica - Central S/N parcela 35 Lurigancho-Chosica

Referencia: Cuenta Contrato: N° 524736

Con esto se estaría cumpliendo lo indicado en el D.S. N° 040-2008-EM de la normativa vigente.

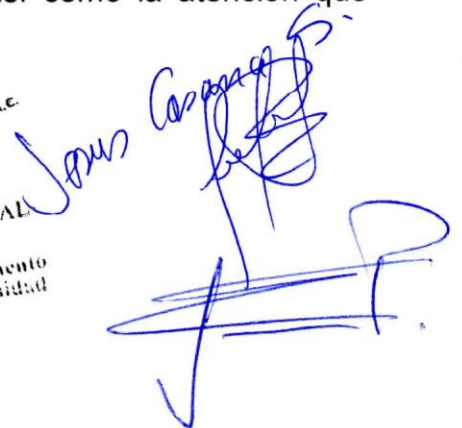
Con esto se estaría cumpliendo lo indicado en el D.S. N° 040-2008-EM de la normativa vigente. Sin otro en particular y agradeciendo su respuesta así como la atención que puedan brindar a la presente, me despido.

Atentamente:



**Jose Gallo Díaz**  
**Coordinador de Ingeniería**

  
INSPECTORATE  
INSPECTORATE SERVICES PERU S.A.C.  
15 DIC. 2016  
DIVISION INDUSTRIAL  
RECIBIDO  
La recepción del documento  
No es señal de conformidad





**ANEXO 32**  
**SOLICITUD DE REVISIÓN PIG 02**  
**CÁLIDDA**

Lima, 09 de noviembre de 2016.

Señores:

**Gas Natural de Lima y Callao S.A**  
Calle Morelli N° 150 – CC La Rambla – Torre 2  
San Borja.-

Atención: CARLO MOGROVEJO  
Ejecutivo de Grandes Clientes

Asunto: Solicitud de Revisión de Expediente (\*)

Preliminar:

ESTACION 1	<input type="checkbox"/>	PIG 1	<input type="checkbox"/>	Planos AIE 1	<input type="checkbox"/>
ESTACION-MOD 1	<input type="checkbox"/>	PIG1-MOD/AMPL 1	<input type="checkbox"/>	AIE 2	<input type="checkbox"/>

Conforme a Obra: (\*\*)

ESTACION 2	<input type="checkbox"/>	PIG 2	<input checked="" type="checkbox"/>
ESTACION-MOD 2	<input type="checkbox"/>	PIG2-MOD/AMPL 2	<input type="checkbox"/>

Estimados Señores:

Por medio de la presente, yo, Juan José Ponte Morillo, en mi condición de responsable IG3 y responsable técnico de la empresa Corporación Solivan S.A.C., presento el expediente en mención, para su revisión.

Asimismo, cabe indicar que la presentación del expediente es de conocimiento del cliente.

Sin otro particular, nos despedimos de ustedes,

\_\_\_\_\_  
IG3

Nombre: Juan José Ponte Morillo  
N° Registro: 00503

**MOLITALIA S.A.**  
  
**JOSE LUIS MORAN ACIEGO**  
APODERADO  
Representante del Cliente

Nombre: Jose Luis Morán Aciego  
Cargo: Apoderado

(\*) Leyenda:

ESTACION: Se refiere a la parte de la acometida compuesta por la ERM, EFM o ERMGC

PIG: Se refiere a la parte de la Red Interna

AIE: Se refiere a la parte de la acometida, específicamente la tubería que ingresa a la estación

(\*\*) El expediente AIE2 es revisado por la subgerencia de Proyectos

**ANEXO 33**  
**CÁLCULOS COMPLEMENTARIOS**

# CÁLCULOS COMPLEMENTARIOS

A continuación se desarrolla un proceso metodológico de cálculos a realizar para determinar los diámetros normalizados de tuberías de acero al carbono y HDPE, para los diferentes tramos de la red de gas natural de la Planta de alimentos Molitalia – Cajamarquilla.

Es importante anotar que el modelo obtenido puede ser utilizado como base para el diseño de redes de gas natural de características similares, ya que lo propuesto utiliza la ecuación de Müller (rango de presión mayor a 70 mbar y hasta un máximo de 4.0 bar) la cual permite calcular la presión de salida de los tramos de tubería y posteriormente la caída de presión. Por otro lado, a partir de la ecuación de Darcy que es una ecuación fundamental al flujo de fluido, podemos expresarla para pérdidas de presión por fricción y con esto determinar los distintos diámetros de las tuberías para suministrar el caudal de gas natural necesario en los puntos de consumo de la planta de alimentos, a la presión adecuada para el buen funcionamiento de estos equipos térmicos.

## **Cálculo de la presión de salida y caída de presión**

La fórmula utilizada para hallar la presión de salida en cada tramo de tubería es el modelo propuesto por Müller para presiones menores o iguales a 70 mbar y hasta un máximo de 4.0 bar (Mejía G, 1992)

$$P_2 = \left( P_1^2 - \frac{23.82 * LQ^{1.739}}{D^{4.739}} \right)^{0.5} \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

Q: Caudal de gas natural considerando líneas a futuro (m<sup>3</sup>/h)

L: Longitud del tramo (m), más 20% por pérdidas

D: Diámetro interno de la tubería (mm)

P<sub>1</sub>: Presión absoluta en el punto de alimentación de la tubería (bar)

P<sub>2</sub>: Presión absoluta en el punto en el punto de salida de la tubería (bar)

Tomamos como referencia de cálculo, el tramo comprendido entre la salida de la Estación de Regulación y Medición Primaria (ERMP) y el punto A, que es donde la red interna cambia de tubería aérea a tubería enterrada. La presión de ingreso al tramo corresponde a la presión absoluta regulada que sale de la Estación Primaria la que es indicada en la respuesta a la Solicitud de Factibilidad de Suministro (SFS) emitida por Cálidda (ver Anexo 03):

**Tramo ERMP – A:**

$$P_A = \left( P_{ERMP}^2 - \frac{23.82 * LQ^{1.739}}{D^{4.739}} \right)^{0.5}$$

$$P_A = \left( 3.5^2 - \frac{23.82 * (4.8 * 1936.71)^{1.739}}{108.28^{4.739}} \right)^{0.5}$$

$$P_A = 3.496 \text{ bar (absoluto)}$$

Utilizando el resultado de presión de salida en el punto A, podemos hallar la caída de presión en el tramo ERMP – A:

$$\Delta P = P_{ERMP} - P_A$$

$$\Delta P = 3.5 - 3.496 \text{ (bar)}$$

$$\Delta P = 0.004 \text{ bar} \approx 0.06\%$$

El porcentaje de caída de presión es el resultado de la división de la diferencia de presiones ( $\Delta P$ ) sobre la presión absoluta regulada (3.5 bar).

Esta caída de presión es similar a la obtenida en los cálculos del capítulo IV, y está dentro de los límites establecidos por la NTP 111.010 2003 Rev.2014.

### **Selección del diámetro de tubería**

Para determinar el diámetro de tubería a utilizar en los distintos tramos de la red de gas natural, conociendo la velocidad máxima permitida de 30 m/s y la caída de presión evaluada anteriormente; se requiere de una solución indirecta con un método iterativo, en el cual se supone un valor del factor de fricción, y resolvemos la ecuación, para después obtener el número de Reynolds y comparar los valores obtenidos.

Tenemos que la ecuación de Darcy se escribe de la siguiente manera:

$$\text{Pérdida de carga total } (h_{total}) = \text{Pérdida primaria } (h_p) + \Sigma \text{ Pérdidas secundarias } (h_s)$$

$$h_{total} = h_p + h_s \dots \dots \dots (2)$$

Por lo que para el tramo ERMP – A será:

$$h_{\text{total ERMP-Æ}} = f \frac{L}{d} * \frac{V^2}{2g} + \sum K \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (3)$$

$$h_{\text{total ERMP-Æ}} = \frac{V^2}{2g} \left( f \frac{L}{d} + \sum K \right)$$

La pérdida de carga también se puede expresar como caída de presión:

$$\Delta P_{\text{ERMP-Æ}} = \rho_{\text{GÆS}} * \frac{V^2}{2} \left( f \frac{L}{d} + \sum K \right) \dots\dots\dots (4)$$

Al circular el gas natural por la instalación interna se produce una disminución de la presión, debido a las pérdidas por fricción (flujo viscoso) y a las singularidades que se originan por los diversos accesorios instalados en la red; como son: codos, tees, válvulas, etc. Para compensar este efecto de pérdida de carga y simplificar los cálculos, se toma como longitud del tramo de la instalación a la longitud real (Lr) incrementada en un 20%, lo cual es aceptado por Cálidda.

Sabemos que la pérdida secundaria se puede evaluar en su primera forma por la ecuación:

$$h_s = K \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (5)$$

y la pérdida primaria o fricción, se evalúa con la ecuación de Darcy

$$h_p = f \frac{L}{d} \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (6)$$

Al igualar las ecuaciones (5) y (6) obtenemos:

$$K = \frac{f}{d} * Le \dots\dots\dots (7)$$

Entonces reemplazamos (7) en (4):

$$\Delta P_{ERMP-A} = \rho_{GAS} * \frac{V^2}{2} \left( f \frac{L}{d} + \frac{f}{d} * \Sigma Le \right)$$

$$\Delta P_{ERMP-A} = \rho_{GAS} * \frac{V^2}{2} * \frac{f}{d} (L + \Sigma Le) \dots\dots\dots (8)$$

La rapidez de flujo de volumen que pasa por el tramo ERMP - A es:

$$Q = V * \frac{(\pi * d^2)}{4}$$

Obtenemos:

$$V^2 = \frac{16 * Q^2}{\pi^2 * d^4} \dots\dots\dots (9)$$

Reemplazando (9) en (8) obtenemos:

$$\Delta P_{ERMP-A} = \frac{\rho_{GAS}}{2} * \frac{f}{d} * \frac{16 * Q^2}{\pi^2 * d^4} (L + \Sigma Le)$$

$$\Delta P_{ERMP-A} = \frac{\rho_{GAS}}{2} * \frac{f}{d^5} * \frac{16 * Q^2}{\pi^2} (L + \Sigma Le)$$

$$\Delta P_{ERMP-A} = \rho_{GAS} * \frac{16}{2 * \pi^2} * \frac{f}{d^5} * Q^2 (L + 0.2L)$$



La longitud del tramo analizado se encuentra definido en el plano isométrico de la red interna (ver Anexo 21) además de estar indicada en la Tabla N°5.3, a esta longitud se le agrega un 20% para considerar la longitud equivalente como ya explicó anteriormente, por lo que al final obtenemos como ecuación general la siguiente expresión:

$$\Delta P_{ERMP-AE} = \frac{16 \cdot 1.2}{2 \cdot \pi^2} * \rho_{GAS} * \frac{f}{d^5} * Q^2 * L \dots\dots\dots (10)$$

Por otro lado, se debe tener en cuenta que los cálculos realizados en el Capítulo IV abarcan el caudal aprobado por Cálidda para efectos de aprobación del Dossier técnico del proyecto, y también el caudal máximo considerando las líneas futuras, sin embargo, los cálculos siguientes sólo tomarán en cuenta el máximo caudal, ya que es la línea de tubería que se instaló durante la ejecución de la obra.

La unidad de volumen del gas natural, para fines de medición, es el metro cúbico standard, el cual es medido a 15°C de temperatura y 1 atm de presión, es decir, a condiciones ambientales.

Por lo que bajo estas condiciones, la densidad (Kg/m<sup>3</sup>) del gas natural es:

$$\rho_{gas} = \rho_{relativa} \times \rho_{aire} \dots\dots\dots (11)$$

$$\rho_{gas} = 0.6 \times 1.2 \text{ Kg/m}^3 \approx 0.72 \text{ Kg/m}^3$$

Entonces como datos de entrada tenemos:

L: 4m

Q: 1936.71 m<sup>3</sup>/h \* h/3600 s ≈ 0.5379 mcs

ΔP<sub>ERMP-A</sub> = 0.004 bar \* 10<sup>5</sup> Pa / bar ≈ 400 Pa

Ahora, reemplazamos en la ecuación general (10) obteniendo:

$$400 = \frac{16 * 1.2}{2 * \pi^2} * \rho_{GAS} * \frac{4}{d^5} * 0.5379^2 * f$$
$$f = 3508.816 \times d^5 \dots \dots \dots (12)$$

Asumimos: f = 0.018 y reemplazamos en la ecuación (12):

$$d = 0.0835m \approx 83.5 \text{ mm (tentativo)}$$

Posteriormente se comprobó el factor de fricción (f) asumido:

$$Re = \frac{4 * \rho_{GAS} * Q}{\pi * \mu * d} \dots \dots \dots (13)$$

Donde:

Viscosidad absoluta ( μ ): 1.3 x 10<sup>-5</sup> Pa.s

Y reemplazamos en (13):

$$Re = \frac{4 * 0.72 * 0.5379}{\pi * 1.3 \times 10^{-5} * 0.0835} \approx 4.5 \times 10^5$$

Otro factor importante a tomar en cuenta, es la rugosidad absoluta de la tubería (ε), que depende del tipo de material del que está fabricada. En

nuestro caso la tubería es de acero comercial, con una rugosidad de 0.045mm. Los valores más comunes de la rugosidad de las tuberías que se utilizan en la industria se muestran en la siguiente tabla:

TABLA N°1  
RUGOSIDAD RELATIVA

Pipe Material	Roughness, in.	Roughness, mm
Riveted steel	0.0354 to 0.354	0.9 to 9.0
Commercial steel/welded steel	0.0018	0.045
Cast iron	0.0102	0.26
Galvanized iron	0.0059	0.15
Asphalted cast iron	0.0047	0.12
Wrought iron	0.0018	0.045
PVC, drawn tubing, glass	0.000059	0.0015
Concrete	0.0118 to 0.118	0.3 to 3.0

Fuente: Relative roughness chart for internally coated pipes

Por lo que la rugosidad relative, es:

$$\frac{\varepsilon}{d} = \frac{0.045}{83.7} \approx 0.00053$$

Los datos obtenidos de rugosidad relativa y el número de Reynolds evaluado anteriormente, los llevamos al diagrama de Moody, donde se obtuvo un valor de:

$$f = 0.0178$$

Por lo que se tiene un margen de error del 1.5% entre el valor del coeficiente de fricción asumido y calculado; siendo el valor permitido menor a 3%.

Por lo tanto se confirma que el diámetro calculado para el tramo ERMP – A es de 83.5mm, que corresponde a tubería de acero al carbono de 3 ½”, sin embargo al no ser una tubería de diámetro comercial, se selecciona tubería de diámetro nominal de 4”.

Queda comprobado que el modelo de cálculo mostrado, corrobora los resultados obtenidos en el capítulo IV y que son conforme a las fórmulas establecidas en la NTP 111.010 2003 Rev. 2014.

El mismo procedimiento se sigue para evaluar los diámetros en los otros tramos y con el fin de sistematizar la información, los resultados para los diferentes tramos de tubería, se plasmaron en una tabla comparativa de todas las ecuaciones:

TABLA N°2  
COMPARACIÓN DE RESULTADOS SEGÚN NORMA TÉCNICA PERUANA  
Y POR LA APLICACIÓN DE LA ECUACIONES DE MÜLLER Y DARCY

RESULTADOS SEGÚN FÓRMULAS NTP 111.010 2013 Rev.2014											
TRAMO	CAUDAL	<i>D interno recomendado</i>	<i>D nom recomendado</i>	<i>D interno escogido</i>	<i>D nom escogido</i>	Longitud	Longitud relativa	Px	Py	ΔP	%
	Sm <sup>3</sup> /h	mm	pulg	mm	pulg	m	m	bar-abs	bar-abs	bar	
ERPMP - A	1936.71	81.160	Φ 3 1/2 pulg	108.280	Φ 4 pulg	4	4.800	3.500	3.496	0.004	0.12%
A - B	1936.71	81.330	Φ 3 1/2 pulg	108.280	Φ 4 pulg	2.3	2.760	3.496	3.494	0.002	0.07%
B - C (hacia ERS COCINA + CALENTADORES)	53.70	0.533	Φ 1/2 pulg	50.800	Φ 2 pulg	0.5	0.600	3.494	3.494	0.000	0.00%
K - ERS SECADOR	350.14	38.100	Φ 1 1/2 pulg	56.390	Φ 2 pulg	4.3	5.160	3.325	3.320	0.005	0.14%
M - ERS CALDERA	241.22	31.750	Φ 1 1/4 pulg	56.390	Φ 2 pulg	13.6	16.320	3.214	3.206	0.008	0.24%
RESULTADOS SEGÚN ECUACIONES DE MÜLLER Y DARCY											
TRAMO	CAUDAL	<i>D interno recomendado</i>	<i>D nom recomendado</i>	<i>D interno escogido</i>	<i>D nom escogido</i>	Longitud	Longitud relativa	Px	Py	ΔP	%
	Sm <sup>3</sup> /h	mm	pulg	mm	pulg	m	m	bar-abs	bar-abs	bar	
ERPMP - A	1936.71	83.500	Φ 3 1/2 pulg	108.280	Φ 4 pulg	4	4.800	3.5000	3.4980	0.002	0.06%
A - B	1936.71	83.500	Φ 3 1/2 pulg	108.280	Φ 4 pulg	2.3	2.760	3.4980	3.4968	0.001	0.03%
B - C (hacia ERS COCINA + CALENTADORES)	53.70	0.570	Φ 1/2 pulg	50.800	Φ 2 pulg	0.5	0.600	3.4968	3.4967	0.000	0.00%
K - ERS SECADOR	350.14	39.300	Φ 1 1/2 pulg	56.390	Φ 2 pulg	4.3	5.160	3.3250	3.3220	0.003	0.09%
M - ERS CALDERA	241.22	31.300	Φ 1 1/4 pulg	56.390	Φ 2 pulg	13.6	16.320	3.2140	3.2090	0.005	0.14%

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 34**  
**APORTE DE LA INVESTIGACIÓN**

# APORTE DE LA INVESTIGACIÓN

En la actualidad, el desarrollo de un proyecto de redes internas de gas natural es efectuado por empresas e ingenieros con experiencia en este tipo de instalaciones industriales, para lo cual se requiere de conocimientos de la materia y experiencia en su ejecución, lo que es fundamental para el éxito del proyecto.

Basado en lo indicado, se presentan con esta tesis, aportes tecnológicos en el diseño e instalación de proyectos de gas natural, los cuales son; establecer procedimientos metodológicos en cuanto al cálculo y diseño de las redes internas, tomando como marco teórico la Norma Técnica Peruana 111.010 2003 Rev.2014, la misma que fue contrastada con distintas ecuaciones utilizadas a nivel mundial para el dimensionamiento de este tipo de proyectos, entre ellas la ecuación de Darcy; de esta manera el conocimiento teórico del tema adquirido en el aula, se vio fortalecido con el sustento práctico establecido en las normas técnicas. Y por último, se desarrolló una estrategia para la instalación de redes internas de gas natural aplicando procedimientos constructivos que establecen una secuencia operacional que sirva como elemento de consulta a tener en cuenta por profesionales en la materia para la ejecución de proyectos similares. Esta tesis sirve como preparación a los futuros ingenieros en la aplicación de conceptos, métodos y técnicas, en proyectos de diseño e instalación de redes industriales de gas natural, con la utilización de la información mostrada en los modelos matemáticos y las pruebas de campo.