

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA RED INTERNA DE GAS  
NATURAL PARA LA EMPRESA NOVA PLAST PERU S.R.L  
CON UN CAUDAL DE 130 M<sup>3</sup>/HORA”**

**INFORME DE SUFICIENCIA  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO**

**ELABORADO POR:  
VICTOR MARIO SALVATIERRA MORALES**

**PROMOCIÓN:  
2010 – II  
LIMA-PERÚ  
2014**

# ÍNDICE

PÁG.

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE .....	IV
PRÓLOGO .....	1
CAPITULO I.....	3
INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Antecedentes .....	3
1.2 Planteamiento Del Problema.-.....	6
1.3 Objetivo .....	6
1.3.1. Objetivo General .....	6
1.3.2. Objetivos Específicos.....	7
1.3.3 Justificación.....	7
1.4 Alcances .....	7
1.5 Limitaciones .....	8
CAPITULO II.....	9
IDENTIFICACION DEL PROBLEMA .....	9
2.1. Metodología de la Solución del Problema .....	9
CAPITULO III .....	10
MARCO TEORICO.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.1 Marco Legal .....	10
3.2 El Gas Natural .....	10
3.3 Caracterización de gases combustibles .....	14
3.3.1. Índice de Wobbe.....	15
3.3.2. Formula de Knoy.....	17
3.4 Sistema y unidades de medida utilizados para el gas natural.....	18
3.4.1. Medición de volumen.....	19
3.4.2. Medición de presión .....	20
3.4.3. Medición de calor.....	21
3.4.4. Medición de potencia calorífica .....	22
3.4.5. Medición de densidad y peso específico .....	23
3.5 Análisis comparativo del Gas Natural con otros combustibles energéticos.....	24
3.6 Combustión del gas natural.....	30

3.6.1	Mecanismo general de las reacciones de combustión .....	30
3.6.2	Esquema básico de la combustión industrial.....	33
3.6.3	Tipos de Combustión.....	35
3.6.4	En función de sus productos.....	35
3.6.5	Combustión completa con exceso de aire (Figura 3.6) .....	36
3.7	Aplicaciones industriales del gas natural .....	40
3.7.1	Industria del Vidrio .....	40
3.7.2	Industria de alimentos .....	41
3.7.3	Industria de cerámica.....	42
3.7.4	Industria del cemento .....	42
3.7.5	Industria Metalúrgica .....	43
3.7.6	Generación de electricidad .....	44
3.7.7	Cogeneración.....	45
3.8	Ventajas del uso del Gas natural .....	46
3.8.1.-	Ventajas Ambientales.....	46
3.8.2	Ventajas Económicas .....	49
3.8.3	Ventajas Operacionales .....	49
3.8.4	Ventajas de mantenimiento de equipos (Quemadores) .....	50
3.9	Definiciones .....	51
3.10	Delimitación de Responsabilidades. ....	56
3.11	Cálculo De Selección De Redes Internas De Tuberías: .....	57
3.11.1.	De Regulación y Medición Primaria (ERMP) .....	57
3.11.2	Estación de Regulación Secundaria (ERS) .....	61
3.11.3	Dimensionamiento de tuberías: .....	61
3.11.4.	Especificaciones Técnicas de tuberías, Accesorios y Componentes.....	63
3.12	Descripción de Equipos de Regulación y Medición Primaria (ERMP) .....	64
3.12.1.	Válvula de Bola Bridada .....	65
3.12.2	Válvula Mariposa .....	66
3.12.3	Reguladores .....	67
3.12.4	Selección de los Reguladores De La Planta.- .....	67
3.12.5	Medidores.-.....	68
3.12.6	Manómetros.....	69
3.13	Esquema básico de la Combustión industrial.....	69
3.13.1	Quemadores de gas natural.....	69
3.13.2	Funciones del Quemador.....	70

3.13.3	Condiciones básicas del Quemador.....	71
3.14.	Calderas.....	73
3.14.1	Zonas importantes en toda Caldera.-.....	73
3.14.2	Calderas verticales para agua .....	74
3.15	SELECCIÓN DEL MATERIAL DE LA TUBERÍA .....	75
3.15.1	Tuberías en función a la Presión y el lugar .....	75
3.15.2	Tuberías en Función del diámetro .....	75
3.16.	Gas natural redes externas (acometida-servicio) redes internas .....	76
3.17.	Aplicaciones del gas natural .....	76
3.18.	Ventajas y desventajas del gas natural.....	77
3.19.	CUADRO DE POTENCIAS DE EQUIPOS DE LA PLANTA INDUSTRIAL.....	77
3.20.	Categorías/Tarifas/Consumos .....	78
CAPITULO IV .....		80
DISEÑO E INGENIERIA DE LA RED INTERNA A GAS NATURAL.....		80
4.1.	Fases del Proyecto.-.....	80
4.1.1.	Cronograma de Ejecución del Proyecto Industrial de la Planta Industrial. (Anexo N° 2).....	80
4.2.	Costos Operativos y Mantenimiento Antes de la Conversión a Gas Natural..	81
4.3.	Tecnología y Optimización para la Conversión Energética de D2 a GN.....	82
4.4.	Cálculos del Caudal Normal y Estándar. ....	82
4.5.	Parámetros de Diseño de las Redes Internas a Gas Natural Planta Industrial.....	83
4.6.	Ingeniería, Diseño y Formulas Aplicadas .....	84
4.6.1.	Diseño de Redes Internas Industria, Marco Legal .....	84
4.6.1.	Calculo del diámetro de la tubería.....	84
4.6.2.	Calculo de la velocidad de circulación del gas.....	86
4.6.3.	Calculo de la caída de presión .....	87
4.6.4.	Criterio usado para determinar la distancia entre soportes de las tuberías .....	88
4.6.5.	Distancia entre tuberías de gas y tuberías de otros servicios .....	89
4.6.6.	Señalización de tuberías .....	89
4.6.7.	Ubicación de los rótulos .....	91
4.6.8.	Selección de la Trazabilidad de las Redes Internas.....	92
4.7.	Prueba de hermeticidad .....	92
4.8.	Sub-estación de regulación.....	92
4.8.1.	Componentes de la Sub-estación de regulación .....	92

4.8.2. Quemador .....	93
4.8.3. Selección del Quemador Del Caldero Horizontal de 100 BHP.....	93
4.8.4. Ingeniería de la Combustión de los Quemadores.....	94
4.8.5 Estabilidad de la llama .....	95
4.8.6. Factores de Control Operativo sobre la estabilidad de la llama.....	95
4.9. Calculo de la Instalación de la Red Interna.....	96
CAPITULO V .....	97
Evaluación Económica.....	97
CAPÍTULO VI.....	99
PLAN DE CONTINGENCIAS (SEGURIDAD) OHSAS 18001 .....	99
CONCLUSIONES.....	102
RECOMENDACIONES .....	104
BIBLIOGRAFÍA.....	105
ANEXOS:.....	108

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a mis padres Víctor y Rosa, a mis hermanos María, Antonio y Amelia, en especial a 5 personas muy importantes en mi vida como son mi compañera de toda la vida, mi esposa Elizabeth y mis hijos: Diana, Denis, Roger y Víctor Mario quienes son el pilar fundamental de mi vida para seguir cada día creciendo como persona, como familia y profesionalmente.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitirme culminar uno de los objetivos principales en mi vida, a los docentes de la Universidad Nacional de Ingeniería, por sus conocimientos impartidos durante mi formación profesional, catedráticos, amigos y familiares quienes han aportado con sus conocimientos y capacidades en este proyecto de informe de suficiencia

## ÍNDICE

	PÁG.
DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
ÍNDICE .....	IV
PRÓLOGO.....	1
CAPITULO I .....	3
INTRODUCCIÓN .....	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Planteamiento Del Problema.- .....	6
1.3 Objetivo .....	6
1.3.1. Objetivo General.....	6
1.3.2. Objetivos Específicos.....	6
1.3.3 Justificación .....	7
1.4 Alcances.....	7
1.5 Limitaciones.....	8
CAPITULO II .....	9
IDENTIFICACION DEL PROBLEMA .....	9
2.1. Metodología de la Solución del Problema.....	9
CAPITULO III.....	10
MARCO TEORICO.....	10
3.1 Marco Legal.....	10
3.2 El Gas Natural.....	10
3.3 Caracterización de gases combustibles.....	14
3.3.1. Índice de Wobbe .....	15
3.3.2. Formula de Knoy .....	17
3.4 Sistema y unidades de medida utilizados para el gas natural .....	18
3.4.1. Medición de volumen .....	19
3.4.2. Medición de presión.....	20
3.4.3. Medición de calor .....	21
3.4.4. Medición de potencia calorífica.....	22
3.4.5. Medición de densidad y peso específico.....	23
3.5 Análisis comparativo del Gas Natural con otros combustibles energéticos .....	24
3.6 Combustión del gas natural.....	30

3.6.1	Mecanismo general de las reacciones de combustión .....	30
3.6.2	Esquema básico de la combustión industrial.....	33
3.6.3	Tipos de Combustión.....	35
3.6.4	En función de sus productos.....	35
3.6.5	Combustión completa con exceso de aire (Figura 3.6).....	36
3.7	Aplicaciones industriales del gas natural .....	40
3.7.1	Industria del Vidrio.....	40
3.7.2	Industria de alimentos.....	41
3.7.3	Industria de cerámica.....	42
3.7.4	Industria del cemento.....	42
3.7.5	Industria Metalúrgica.....	43
3.7.6	Generación de electricidad.....	44
3.7.7	Cogeneración.....	45
3.8	Ventajas del uso del Gas natural.....	46
3.8.1.-	Ventajas Ambientales .....	46
3.8.2	Ventajas Económicas.....	49
3.8.3	Ventajas Operacionales.....	49
3.8.4	Ventajas de mantenimiento de equipos (Quemadores).....	50
3.9	Definiciones .....	51
3.10	Delimitación de Responsabilidades.....	56
3.11	Cálculo De Selección De Redes Internas De Tuberías:.....	57
3.11.1.	De Regulación y Medición Primaria (ERMP) .....	57
3.11.2	Estación de Regulación Secundaria (ERS).....	61
3.11.3	Dimensionamiento de tuberías:.....	61
3.11.4.	Especificaciones Técnicas de tuberías, Accesorios y Componentes.....	63
3.12	Descripción de Equipos de Regulación y Medición Primaria (ERMP).....	64
3.12.1.	Válvula de Bola Bridada.....	65
3.12.2	Válvula Mariposa .....	66
3.12.3	Reguladores.....	67
3.12.4	Selección de los Reguladores De La Planta. -.....	67
3.12.5	Medidores. -.....	68
3.12.6	Manómetros.....	69
3.13	Esquema básico de la Combustión industrial .....	69
3.13.1	Quemadores de gas natural .....	69
3.13.2	Funciones del Quemador .....	70

3.13.3	Condiciones básicas del Quemador .....	71
3.14.	Calderas.....	73
3.14.1	Zonas importantes en toda Caldera.- .....	73
3.14.2	Calderas verticales para agua .....	74
3.15	SELECCIÓN DEL MATERIAL DE LA TUBERÍA .....	75
3.15.1	Tuberías en función a la Presión y el lugar .....	75
3.15.2	Tuberías en Función del diámetro .....	75
3.16.	Gas natural redes externas (acometida-servicio) redes internas.....	76
3.17.	Aplicaciones del gas natural.....	76
3.18.	Ventajas y desventajas del gas natural .....	77
3.19.	CUADRO DE POTENCIAS DE EQUIPOS DE LA PLANTA INDUSTRIAL .....	77
3.20.	Categorías/Tarifas/Consumos.....	78
CAPITULO IV .....		80
DISEÑO E INGENIERIA DE LA RED INTERNA A GAS NATURAL .....		80
4.1.	Fases del Proyecto.- .....	80
4.1.1.	Cronograma de Ejecución del Proyecto Industrial de la Planta Industrial. (Anexo N° 2).....	80
4.2.	Costos Operativos y Mantenimiento Antes de la Conversión a Gas Natural. 81	81
4.3.	Tecnología y Optimización para la Conversión Energética de D2 a GN.....	82
4.4.	Cálculos del Caudal Normal y Estándar.....	82
4.5.	Parámetros de Diseño de las Redes Internas a Gas Natural Planta Industrial....	83
4.6.	Ingeniería, Diseño y Formulas Aplicadas .....	84
4.6.1.	Diseño de Redes Internas Industria, Marco Legal.....	84
4.6.1.	Calculo del diámetro de la tubería .....	84
4.6.2.	Calculo de la velocidad de circulación del gas .....	86
4.6.3.	Calculo de la caída de presión .....	87
4.6.4.	Criterio usado para determinar la distancia entre soportes de las tuberías.....	88
4.6.5.	Distancia entre tuberías de gas y tuberías de otros servicios .....	89
4.6.6.	Señalización de tuberías.....	89
4.6.7.	Ubicación de los rótulos.....	91
4.6.8.	Selección de la Trazabilidad de las Redes Internas.....	92
4.7.	Prueba de hermeticidad .....	92
4.8.	Sub-estación de regulación .....	92
4.8.1.	Componentes de la Sub-estación de regulación .....	92

4.8.2. Quemador.....	93
4.8.3. Selección del Quemador Del Caldero Horizontal de 100 BHP .....	93
4.8.4. Ingeniería de la Combustión de los Quemadores. ....	94
4.8.5 Estabilidad de la llama .....	95
4.8.6. Factores de Control Operativo sobre la estabilidad de la llama.....	95
4.9. Calculo de la Instalación de la Red Interna. ....	96
CAPITULO V .....	97
Evaluación Económica.....	97
CAPÍTULO VI.....	99
PLAN DE CONTINGENCIAS (SEGURIDAD) OHSAS 18001 .....	99
CONCLUSIONES .....	102
RECOMENDACIONES.....	104
BIBLIOGRAFÍA .....	105
ANEXOS: .....	108

## PRÓLOGO

El informe trata sobre el Diseño e Instalación de una Red Interna de una Planta industrial, Con una Capacidad de Caudal de 130 m<sup>3</sup>.

Este comprende diversos aspectos de análisis que van desde las características Mecánicas, hasta la presentación de las propuestas técnica y económica al cliente.

En este proceso de Diseño y Selección de Equipos y Accesorios la Ingeniería a realizar son las condiciones de operación propias de la Planta, instalación de ERPM, Tuberías, Caudal de los Equipos, requisitos de funcionamiento del sistema y algunas especificaciones particulares del cliente.

Las técnicas y herramientas son la experiencia, conocimientos de ingeniería, recomendaciones del fabricante de Equipos, catálogos técnicos e información de los de fabricantes de Equipos, cálculos y la Normativa técnica aplicable al Área del Gas Natural.

Las salidas de este proceso son la propuestas técnica, que contiene la selección del equipo apropiado para los requerimientos de funcionamiento del sistema, con los materiales, detalles de fabricación particulares y dimensionamiento apropiado; y la propuesta económica que recoge las características anteriormente descritas más un análisis económico, donde se incluye costos de operación y viabilidad del Proyecto.

En el capítulo 1, en la introducción detallamos los antecedentes desde la llegada del gas desde Camisea en el cual se desarrolla este proyecto, fijando el Planteamiento del Problema, Objetivo principal y los específicos; añadimos también la justificación, los alcances y finalmente detallamos las limitaciones del Proyecto.

En el capítulo 2, Trata de la Identificación del Problema y Metodología de la Investigación para la solución del problema, que es el insumo del conocimiento de ingeniería, necesario para desarrollar el capítulo 4.

En el capítulo 3, realizamos el Estado del Arte, Marco Teórico la descripción de los Accesorios de la ERPMP, requeridos por el proyecto, donde se puede apreciar la variedad y características particulares de cada uno. También se realiza una descripción de todo el sistema de Combustión de los equipos del Proyecto.

El capítulo 4, trata la solución del problema, mediante la aplicación del Diseño de la ingeniería, dando respuesta a los análisis de operación de los equipos del Proyecto Industrial del sector del Gas Natural que requiere de soluciones de Ingeniería que respondan a los requerimientos de modernidad que el contexto actual le imprime.

*El capítulo 5, realizamos un análisis económico basado en el concepto del costo de la vida útil del Proyecto, se analiza el costo de los accesorios, costo de operación y costo de instalación y viabilidad del Proyecto Industrial.*

La elaboración de la propuesta técnica-económica, también se confirma los resultados con la recepción de orden compra, instalación de la ERPMP, las pruebas de Hermeticidad y certificados de calidad de los accesorios para el Dossier de Calidad.

En el capítulo 6, La Elaboración de un Plan de Contingencias y Seguridad de acuerdo a las Normas de Seguridad OSHASS 18001y Normas Nacionales.

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

#### **1.1 Antecedentes**

En junio del año 1999, fue publicada la Ley 27133, Ley de Promoción del Desarrollo de la Industria del Gas Natural, la cual declara de interés nacional y de necesidad pública el fomento y desarrollo de la industria del gas natural, que comprende la explotación de los yacimientos de gas, el desarrollo de la infraestructura de transporte de gas y condensados; la distribución de gas natural por red de ductos; y los usos industriales en el país.

La referida Ley de Promoción del Desarrollo de la Industria del Gas Natural establece Garantías a la Inversión en Proyectos de Red Principal, referidos a proyectos de transporte de gas por redes, que podrán incluir un mecanismo para garantizar los ingresos anuales que retribuyan adecuadamente el Costo del Servicio a los inversionistas, sobre la base de un beneficio sustentable para la sociedad.

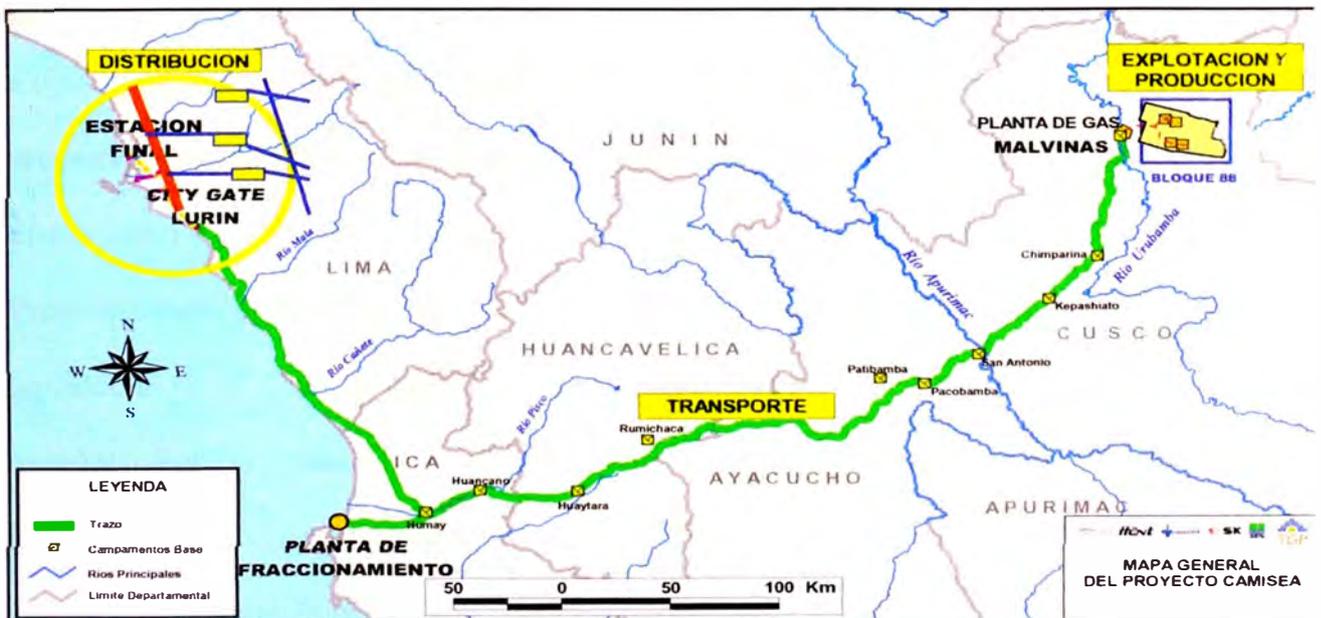
En la misma fecha anterior, setiembre 1999, se publican los reglamentos de Transporte de Hidrocarburos por ductos y de Distribución de gas natural por red de ductos con Decretos Supremos N° 041-99-EM y 042-99-EM respectivamente, aplicables a toda concesión de transporte de hidrocarburos por ductos y de distribución de gas natural por red de ductos en el territorio nacional. En noviembre del año 1999, se publica el Decreto Supremo N° 057-99-EM por el cual se otorga la Garantía por Red Principal, (en adelante GRP), definida en la Ley 27133 a las

Concesiones de la Red Transporte y la Red de Distribución de Gas Natural, ambas conformando la Red Principal, desde Camisea a Lima.

En diciembre del año 2000 se firmaron los contratos de Licencia para la explotación de las Reservas de Camisea, los contratos BOOT de Concesión para el Transporte de Gas desde Camisea a la costa de Lima (City Gate) y para la Distribución de gas natural por redes en Lima y Callao.

De este modo, el proyecto queda separado en tres actividades

- La actividad de explotación y producción en la zona de Malvinas, a cargo de la empresa PLUSPETROL.
- El transporte a cargo de la empresa Transportadora de Gas del Perú (TGP).
- La distribución en Lima y Callao a cargo de la empresa Gas Natural de Lima y Callao (Cálidda).



Cortesía TGP

BOOT = Built, Own, Operate and TOOLS

**Figura 1.1: Gas de Camisea**

La explotación de los yacimientos de Camisea en el Departamento del Cuzco, en el Perú se inicia en agosto del 2004, después de 20 años de su descubrimiento. La zona de explotación de los yacimientos del gas de camisea, una de las más importantes del continente americano, se encuentra enclavada en el mismo corazón del departamento del Cuzco, en el bajo Urubamba, distrito de Echarate y provincia de la Convención.

Antes de la llegada del gas natural, en el año 2004, desde Camisea hasta el City Gate en Lurín en el país no había Combustible accesible en costos a los sectores residencial, Comercial e industrial, Solamente teníamos el gas licuado de petróleo, carbón, diésel residual R5, diésel R6.

A partir de la llegada del gas natural, primero a la ciudad de Lima se comienza, a masificar el gas natural mediante una Red de Ductos, el gobierno primero comienza con la distribución dando incentivos al área industrial, porque es el sector que más aporta en el producto bruto interno a la economía nacional, después el gas comienza a dinamizarse en el sector comercial y residencial, en esta etapa casi el 50% de estos sectores se acogen a instalar el gas natural, en los sectores donde llega la red de distribución y a nivel nacional mediante el transporte en tanques criogénicos.

Próximamente a partir del año 2014, en las Zonas donde no se podrá construir el gasoducto en el Sur del país, el gobierno ya otorgo la concesión a la empresa española, Fenosa , que va hacer la distribución a las ciudades de Arequipa, Tacna, Moquegua y Puno, en la Zona norte se otorgó la concesión a la empresa colombiana Promigas que hará la distribución a las ciudades de Chimbote, Trujillo, Chiclayo y Cajamarca, mediante el transporte en camiones en tanques criogénicos desde la estación de despacho de Pampa Melchorita que se construirá en la ciudad de chincha.

## **1.2 Planteamiento Del Problema.-**

El Presente informe se centra en una Empresa Industrial de Fabricación de Laminas Acrílicas ubicada en MG LT4 –PRO Industrial, cuyos equipos trabajan con Petróleo Industrial,(R5) y se convertirán a gas natural(GN) y se pretende aplicar las Metodologías y Formulas contenidas en las Norma Técnicas Peruanas , para el cálculo, selección y Montaje de las redes internas de gas natural, la empresa ha tomado la decisión de llevar a cabo el Proyecto de Conversión de los equipos de la Planta Industrial a Gas Natural(GN), el cual les permitirá convertir en forma segura ,eficiente y económica su planta actual al uso integral Bicomcombustible del gas natural, cumpliendo con el más alto estándar de ingeniería , calidad, las normativas y reglamentos vigentes. Cabe mencionar que la empresa previamente ha tenido un estudio de Factibilidad de Suministro de Gas Natural por parte de la empresa Distribuidora, el cual ha determinado su factibilidad, mediante la Solicitud de Factibilidad de Suministro (SFS) y al mismo tiempo el cliente ha firmado un contrato de suministro de Gas Natural con la empresa distribuidora.

## **1.3 Objetivo**

### **1.3.1. Objetivo General**

Diseñar e Instalar una Red Interna de Gas natural en una Empresa Industrial de Fabricación de Laminas Acrílicas, para un caudal de 130m<sup>3</sup>/hora.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- a) Ubicar el lugar de la Estación de Regulación de Presión y Medición Primaria (ERPMP), cumpliendo con las normas técnicas peruanas.

- b) Diseñar la red de Gas Natural (GN), en la planta Industrial empleando las Normas Técnicas Peruanas aplicadas al sector industrial.
- c) Calcular la capacidad de consumo de gas natural de los equipos que se van a realizar la conversión en la Planta Industrial.

### **1.3.3 Justificación**

Se justifica este informe por las ventajas operacionales del gas natural que estará disponible en forma continua, no se requiere tanques de almacenamiento disminuyendo los riesgos que ello implica y también los costos financieros.

También se Justifica el plan de implementación del diseño propuesto esta parte incluye el costo, el cronograma y el plan de seguridad del sistema de redes de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas (NTP) y Normas Técnicas Internacionales.

Los costos serán en función a los precios de los materiales a la fecha de realizado el presente informe.

### **1.4 Alcances**

En el presente informe se va a realizar el diseño e instalación de la red interna de Gas Natural a partir de la Estación de Regulación Primaria y Medición (ERPM) hasta los equipos de consumo de la planta Industrial, que cumpla con la normativa vigente para el sector y que opere eficientemente en la entrega del GN a los equipos que van operar ya hecha la conversión de Petróleo Industrial (R5), a GN.

El diseño incluye las consideraciones para la selección de la ERPM, ubicación de la

ERPM, selección, ubicación de los equipos de la planta Industrial, dimensionamiento de las redes de gas dentro de las normas técnicas vigentes la implementación del mismo.

### **1.5 Limitaciones**

No se incluye en el presente trabajo todo lo relacionado al diseño de la obra civil y estructural, que es requerido para el montaje de los puentes de medición, Ventilación y otros equipos. En los planos se incluirán detalles de los mismos.

Además consideraremos para el presente informe que la zona donde se colocara la ERMP, cumple con los requisitos estructurales, según la NTP 111-010 para el montaje de la ERMP, además equipos y componentes del mismo.

No existen limitaciones para la ejecución del proyecto, porque se va a trabajar en la empresa industrial 8 horas de servicio de la planta.

No incluye procedimiento de instalación y mantenimiento de los equipos de combustión del gas natural en la Empresa Industrial.

La elaboración del Plan de contingencias y Análisis de Riesgos, serán realizadas por una Empresa Certificadora especializada, ya que esta es parte del PIG2.

## **CAPITULO II**

### **IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Diseñar e instalar una Red Interna de Gas Natural En una Empresa Industrial de Fabricación de Laminas acrílica Para un Caudal de 130m<sup>3</sup>/Hora.

#### **2.1. Metodología de la Solución del Problema**

- 1.- Realizar el Análisis situacional del nuevo escenario (Pre-Factibilidad, Factibilidad de Ingeniería).
- 2.- Diseñar el PIG-1 de las instalaciones Mecánicas (Anexos N°1)
- 3.- Implementar y Realizar la Prueba de Hermeticidad de las Instalaciones Mecánicas.
- 4.- Documentar los Costos y el Cronograma de Obra (Anexos N°2)
- 5.- La Responsabilidad de los equipos a instalar está a cargo de la Empresa SalvagasAuto SAC, empieza desde la procura, adquisición hasta la instalación de la ERS.
- 6.- Los Materiales Mecánicos deben cumplir los Estándares de Seguridad y Calidad de acuerdo al tipo de Instalación como lo exige la normativa vigente, mediante los certificados de calidad.(Anexo N°3).

## **CAPITULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Marco Legal**

El Ministerio de Energía y Minas (MINEM) es el órgano del poder ejecutivo encargado de diseñar la política general del sector y entregar, en calidad de concedente, las concesiones para la realización de actividades mineras, energéticas y de hidrocarburos.

El marco legal que rige el desarrollo de las actividades de explotación, transporte, distribución y comercialización de gas natural en el Perú está compuesto por:

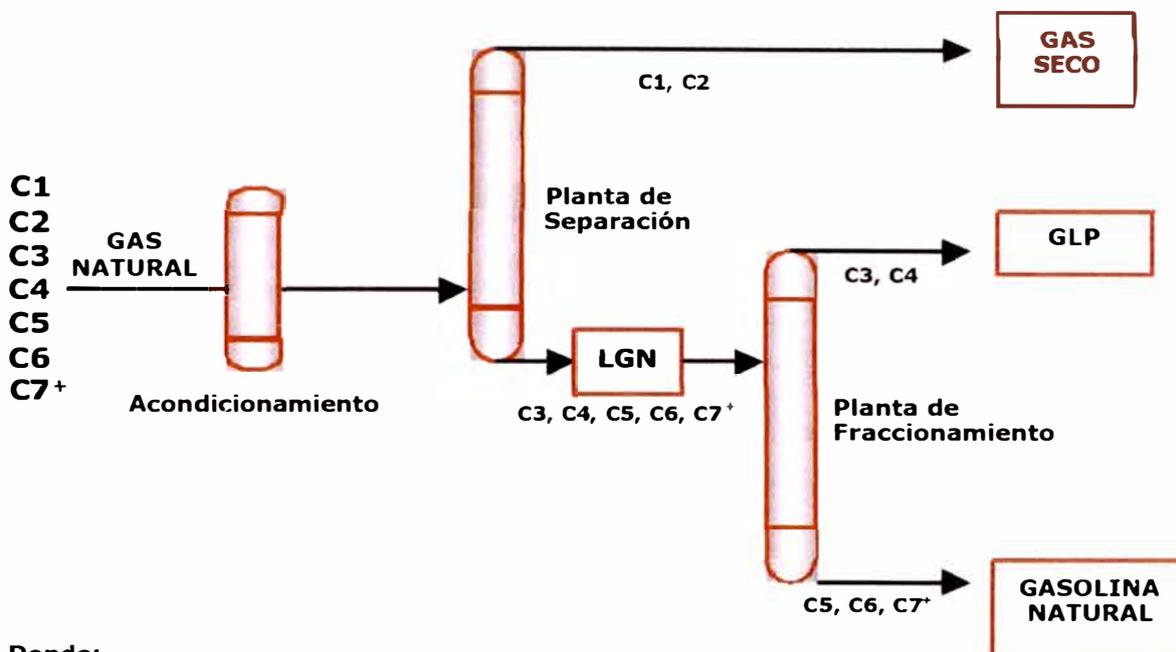
Ley No. 26221: Ley Orgánica que Norma las Actividades de Hidrocarburos en el Perú, la cual entró en vigencia el 18 de noviembre de 1993.

- Ley 27133: Ley de Promoción del desarrollo de la Industria del Gas Natural.
- D.S. No. 040-99-EM: Reglamento de la Ley de Promoción de la Industria del Gas Natural.
- D.S. No. 041-99-EM: Reglamento de transporte de hidrocarburos por ductos.
- D.S. No. 042-99-EM: Reglamento de distribución de Gas Natural por Red de ductos.

#### **3.2 El Gas Natural**

El gas natural es una mezcla de hidrocarburos compuestos que contienen átomos de carbono e hidrogeno: Metano (CH<sub>4</sub>), etano, propano, butano, pentanos y superiores, mezcla de no hidrocarburos, como vapor de agua, sulfuro de hidrogeno, dióxido de carbono, nitrógeno y helio. Anhídrido carbónico, oxígeno y otros presentes en

formaciones geológicas porosas subterráneas-frecuentemente asociado con petróleo siendo el principal componente el metano ( $\text{CH}_4$ ), 95% y Etano ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) 5%.



**Donde:**

C1: Metano; C2: Etano; C3: Propano; C4: Butano; C5: Pentano; C6: Hexano; C7<sup>+</sup>: Heptano e

**FIG: 3.1.-Composicion del Gas Natural**

Propiedades: Tiene poder calorífico elevado 8,450 Kcal/m<sup>3</sup> y es incoloro, inodoro, no toxico e insípido.

Reemplaza a otros combustibles como: gasolinas, propano, butano, diésel (D2), residual R5, R6, carbón, leña.

Tiene mínimo impacto ambiental: Emisiones < 50ppm.

Flujo continuo las 24h/día (Gasoducto operativo).

Fácil utilidad una vez conectado (acometida) según el servicio y tipo de uso.

Bajo costo: Tarifas OSINERG-MIN Abril/2010(Ver Tabla N°3.1).

**Tabla 3.1:** Tarifas OSINERGMIN Abril/2010

Residencial	(6.4 US\$/MMBTU)
Comercio	(5.4 US\$/MMBTU)
Industria Mediana	(4.4 US\$/MMBTU)
Gran Industria	(3.8 US\$/MMBTU)
Gasocentros – Abril 213	(17.0 US\$/MMBTU-S/1.57/m <sup>3</sup> )
Gasoducto Virtuales	(9.01 US\$/MMBTU)
Gener. Eléctricas	(2.2 US\$/MMBTU)
Plantas Petroquímicas	(10 US\$/MMBTU)

**Tabla 3.2 Composición del Gas Natural De Camisea**

Componente	Fracción Molar
$N_2$	0,0106
$CO_2$	0,0032
$H_2O$	0,0000
Metano	0,8937
Etano	0,0857
Propano	0,0065
i-Butano	0,0002
n-Butano	0,0001

Fuente: Osinergmin

**Tabla 3.3 Propiedades del Gas Natural de Camisea**

Propiedad	Condición	Unidad	Valor
<b>Peso Molecular</b>	....	....	17,7
<b>Gravedad Especifica</b>	....	....	0,61
<b>Factor de Compres.z</b>	a 15,6 °C, 1,013 bar(a)	....	0,9971
<b>Factor de Compres.z</b>	A 15,6 °C, 100 bar(a)	....	0,7644
<b>Factor de Compres.Z</b>	A 15,6 °C, 150 bar(a)	.....	0,7262
<b>Viscosidad Dinámica</b>	a 15,6 °C, 1,013 bar(a)	CPo	0,0109
<b>Calor Especifico</b>	a 15,6 °C, 1,013 bar(a)	kJ/(kg°C)	2,1
<b>Poder Calorífico Superior</b>	.....	MJ/m <sup>3</sup>	39,93
<b>Poder Calorífico Inferior</b>	....	MJ/m <sup>3</sup>	36,04
<b>Índice Wobbe</b>	....	HHV/(SG) <sup>0.5</sup>	46 a 56
<b>Punto de rocío para hidrocarburos, de 1 a 35 MPa</b>	....	°C	-10

Fuente: Osinergmin

Las propiedades del gas natural se podrán calcular a partir de la proporción metano – etano y las de GLP tomando en cuenta su contenido de propano, isobutano y butano normal, utilizando para todos los casos la siguiente fórmula:

$$P_m = \sum_{j=1}^j P_j \cdot X_j$$

Siendo  $X_j$  la fracción molar (volumétrica) del componente “j” y  $P_j$  alguna propiedad como el poder calorífico, la densidad, etc.

Aplicando esta fórmula, podemos conocer las características de cualquier gas natural.

Utilizando como ejemplo un gas natural con 95% de metano ( $X_1 = 0,95$ ) y 5% de etano ( $X_2 = 0,05$ ) tendremos los siguientes resultados para las propiedades que definen su comportamiento a nivel industrial:

- Poder calorífico superior ( $H_s$ )\*

$$H_s = 39289 (0,95) + 69759 (0,05) = 40813 \text{ MJ/Nm}^3$$

- Poder calorífico Inferior ( $H_I$ )\*

$$H_I = 35087 (0,95) + 63727 (0,05) = 37203 \text{ MJ/Nm}^3$$

- Densidad relativa (respecto al aire)

$$d_s = 0,5539 (0,95) + 1,0382 (0,05) = 0,578$$

$$* \text{ Nm}^3 = 1 \text{ m}^3 \text{ a condiciones de } 0^\circ\text{C y } 760 \text{ mm de Hg.}$$

En la misma forma se puede calcular otras propiedades y para facilitar estas determinaciones se pueden elaborar monogramas.

Para el Gas Natural con 95% de metano utilizado como ejemplo, el monograma elaborado que se muestra en la figura 3.1 permite comprobar los cálculos efectuados para los poderes caloríficos y en la figura 3.2 para la densidad.

### **3.3 Caracterización de gases combustibles**

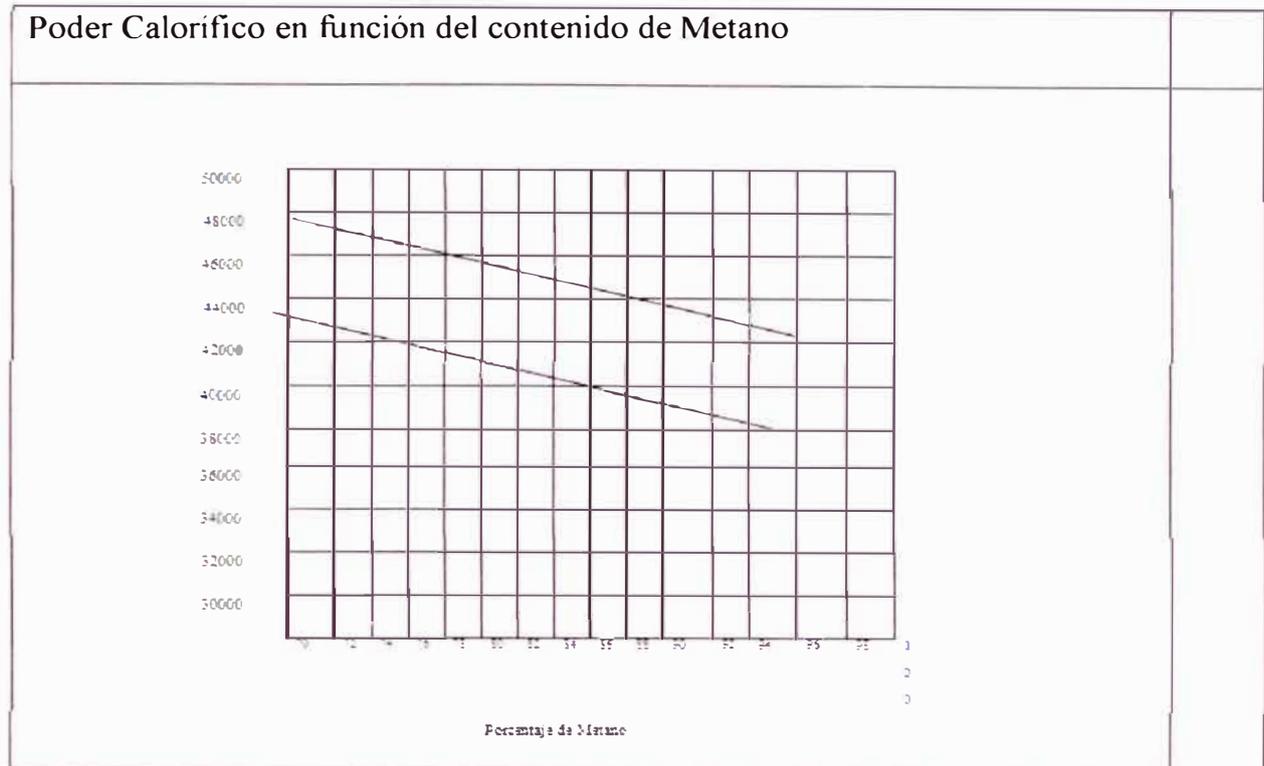
Dos gases se dice que son intercambiables cuando, distribuidos bajo la misma presión, en la red, alimentando los mismos quemadores y sin cambios de regulación producen los mismos resultados de combustión: flujo calorífico, posición y comportamiento de llama.

Siendo la combustión, por naturaleza, una reacción química, no puede existir una intercambiabilidad absoluta. Afortunadamente, dicha rigurosidad no es necesaria,

Basta con que ciertas características básicas se conserven de forma aproximada los estudios de intercambiabilidad han conducido a agrupar en familia a gases de características próximas. Para cada familia se ha escogido un gas, llamado de referencia, que se emplea como tipo en los ensayos de normalización,

Los criterios de clasificación de gases en “familias”, en función de las características de los gases o mezclas gaseosas y las condiciones de combustión, sirven para expresar índices que resultan indicadores de las posibilidades de utilización de gases y su intercambiabilidad.

Los más empleados son el “Índice de Wobbe” y la “Formula de Kroy”.



**Fig. 3.2 Densidad en función del contenido de metano**

### 3.3.1. Índice de Wobbe

Se basa en el Poder Calorífico Superior (H) y la densidad relativa al aire del gas, p mezcla gaseosa ( $\delta_a$ ).

Su expresión es la siguiente: 
$$IW = \frac{H}{\sqrt{\delta_a}}$$

Se adapta bien para caracterizar gases naturales secos.

Los gases combustibles son en general agrupados en tres familias, de acuerdo a su índice de Wobbe:

- Primera familia, incluye los gases manufacturados.
- Segunda familia, incluye a los gases naturales (en general con subgrupos superior e inferior).
- Tercera familia, incluye los gases licuados de petróleo

**Tabla 3.4 Familias de gases combustibles**

Familia		Índice de Wobbe (MJ/m <sup>3</sup> )	Tipo de gas
1		22,5 – 30	Gas de ciudad
2L		39 – 45	Natural
2H		45,5 – 55	Natural
3		73,5 – 87,5	GLP

Fuente: Texto curso “Combustión y quemadores de gas natural” – TECSUP

**Tabla 3.5 valor del índice de Wobbe para algunos gases**

Gas Combustible	Valor (MJ/m <sup>3</sup> )
Hidrogeno	48,23
Etano	68,19
Etileno	63,82
Propano	81,07
Propileno	77,04
GLP	86,84
Acetileno	61,32
Monóxido de carbono	12,80

Fuente: Texto curso “Combustión y quemadores de gas natural” – TECSUP

Cuando en la mezcla gaseosa existe productos oxidados ( $CO_2$  CO) y por otra parte los hidrocarburos superiores influyen, por su viscosidad, en la exactitud del poder calorífico superior, se utiliza en “Índice de Wobbe Corregido”, que corrige tales deficiencias con dos coeficientes:  $K_1$  y  $K_2$  con lo que el IW corregido es:

$$IW^1 = K_1 K_2 (IW)$$

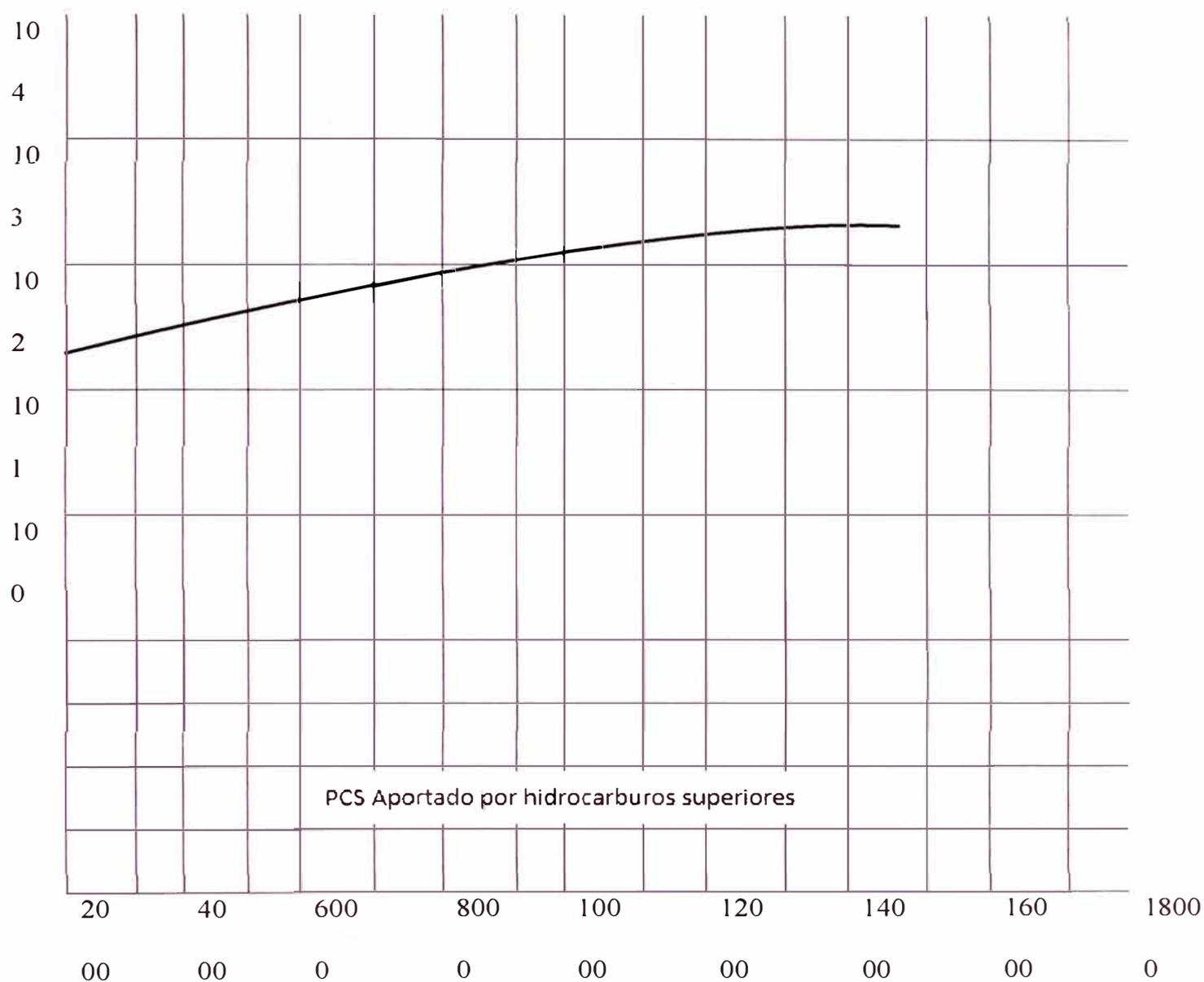
El valor de  $K_2$  es el siguiente:

$$K_2 = \frac{1000(CO) + 4(O_2) - 0.5(CO_2)}{H}$$

En donde (CO), ( $O_2$ ) Y ( $CO_2$ ) representa las concentraciones de dichos gases.

En cuanto a  $K_1$  su valor se ha determinado estadísticamente y varía según el poder calorífico aportado por hidrocarburos superiores al metano, Ver figura 3.3

Coeficiente  $K_1$  del índice de wobbe (2<sup>a</sup> familia de gases)



**Fig. 3.3 Coeficiente  $K_1$  del índice de wobbe**

Fuente: Texto “Combustión y quemadores de gas natural” – TECSUP

### 3.3.2. Formula de Knoy

Se usa frecuentemente en la literatura técnica de EE.UU y pretende corregir las anomalías mencionadas mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{H - 175}{\sqrt{8G}}$$

Donde H se expresa en  $\text{BTU}/\text{ft}^3$

El criterio de intercambiabilidad en este caso es que 2 o más gases son intercambiables si el cálculo de su número C es igual, con una desviación tolerable de 7,5%

### 3.4 Sistema y unidades de medida utilizados para el gas natural

En el mundo existen tres sistemas de unidades, válidos en distintos países, para la medición de gases. El sistema inglés, utilizado en EE.UU, Gran Bretaña, Canadá y demás países de la Commonwealth; el sistema métrico, usado en el continente europeo, Japón, América Latina y algunos países; finalmente, el Sistema Internacional de Unidades, de acuerdo con la resolución tomada en la 11va. Conferencia Internacional de Pesas y medidas de 1960. Algunas de las medidas fundamentales de los tres sistemas son los siguientes:

**Tabla 3.6 Sistema de Unidades**

	Sistema Inglés	Sistema Métrico	Sistema Internacional
Longitud	Pie (pie)	Centímetro (cm)	Metro (m)
Masa	Libra (lb)	Gramo (g)	Kilogramo (kg)
Tiempo	Segundo (s)	Segundo (s)	Segundo (s)
Temperatura	Fahrenheit (°F)	centígrado (°C)	kelvin (k)

Además de las unidades básicas, sus múltiplos y submúltiplos, cada sistema tiene una extensa gama de unidades derivadas. Las más importantes relacionadas con la industria del gas son las unidades de:

- Volumen
- Presión
- Calor

- Poder calorífico
- Densidad

### 3.4.1. Medición de volumen

El volumen de un gas varía considerablemente con su temperatura y presión. Por otra parte, varían también las condiciones de su medición; unas veces se mide el volumen de un gas seco, y otras, saturado con vapor de agua.

Las tres unidades volumen métricas más comúnmente empleada son las siguientes:

- Metro cubico estándar  $m^3$  (S) Medido seco a 15 °C y presión de 760mm de Columna de mercurio
- *Metro cubico normal*  $m^3$  (N) Medido seco a 0 °C y presión de 760mm de Columna de mercurio
- Pie cubico estándar (SCF) Medido saturado con vapor de agua a 60 °F y Presión de 30 pulgadas de columna de mercurio.

La tabla siguiente facilita los factores necesarios para convertir volúmenes de un sistema de unidades a otro.

**Tabla 3.7 Factores de conversión**

UNIDAD DE VOLUMEN	FACTOR (X)	UNIDAD DE VOLUMEN
Metro cubico a 0°C 760 mm Hg seco	37,89	Pies cúbico a 60°F y presión de 30" de Hg
Metro cubico a 15 °C 760 mm Hg seco	35,92	Pies cúbicos a 60°F y presión de 30" de Hg
Pies cúbicos a 60 °F y presión de 30" de Hg	0,02639	Metro cubico a 0°C 760 mm Hg seco
Pies cúbicos a 60 °F y presión de 30" de Hg	0,02784	Pies cúbico a 15°C 760 mm Hg seco

### 3.4.2. Medición de presión

Presión es la fuerza ejercida por unidad de superficie. Dado que la presión puede medirse por comparación con la presión estándar atmosférica (al nivel del mar) o respecto al vacío, es necesario precisar, en cada caso, si se trata de presión relativa o absoluta. La diferencia entre ambas será siempre de una atmósfera.

Determinado número de unidades son empleadas en los tres sistemas de medidas. Dichas unidades están basadas en la medición en milímetros o pulgadas de la columna de mercurio o agua, como el Tor, equivalente a la presión de un milímetro de columna de mercurio, o como el Bar, presión ejercida por 1 millón de dinas en la superficie de un centímetro cuadrado.

Las unidades preferentes para la medición de presión son:

Kilogramo por centímetro cuadrado (en los sistemas métrico e internacional).

Libra por pulgada cuadrada (en el sistema inglés).

Pascal = Newton/ $m^2$  (sistema internacional SI).

**Tabla 3.8 Factores de conversión correspondientes a unidades de presión**

Unidades /Simbolos	G	Atm	Kg/cm <sup>2</sup>	PSI	Tor	In.Hg	mm c.d.a	Pa
Bar	1	0,98692	1,01972	14,5038	750,062	29,53	1,0197* 10 <sup>-4</sup>	10 <sup>5</sup>
Atmosfera	1,01325	1	1,03323	14,6959	760	29,9213	1,0332* 10 <sup>-4</sup>	1,01325* 10 <sup>5</sup>
Kilogramos por centímetro cuadrado	0,98066	0,967841	1	14,2233	733,559	28,9590	10 <sup>-4</sup>	0,98066* 10 <sup>5</sup>
Libra por pulgada cuadrada	0,06895	0,068046	0,070307	1	51,715	2,03602	703,7	6,895
Milímetro mercurio cd	0,00133	1,3158* 10 <sup>-3</sup>	1,3595* 10 <sup>-3</sup>	0,019337	1	0,03037	13,5951	133,273
Pulgada mercurio cd	0,03386	0,033421	0,034532	0,491154	25,4	1	345,55	3,386
milímetro agua 15 °C cd	0,9806* 10 <sup>-4</sup>	0,9678* 10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	1,4223* 10 <sup>-3</sup>	0,07355	0,00289	1	9,80665
Pascal	10 <sup>-5</sup>	0,9869* 10 <sup>-5</sup>	1,0197* 10 <sup>-5</sup>	14,5038* 10 <sup>-5</sup>	750,062* 10 <sup>5</sup>	2953* 10 <sup>-5</sup>	1,0197* 10 <sup>-5</sup>	1

### 3.4.3. Medición de calor

Las unidades de medida de calor igualmente son función de las condiciones de medición. Vienen determinadas, bien en término absolutos, como el trabajo realizado para mover una masa contra una fuerza, o bien como la cantidad de energía requerida para elevar las temperaturas de una masa específica de agua en una cierta cantidad.

En los tres sistemas de medida, las unidades preferentes son:

Kilocaloría (kcal) o cantidad de calor necesaria para elevar de 14 °C a 15°C la masa de un kilogramo de agua.

British Thermal Unit (BTU) o 180 avas partes del calor requerido para elevar de 32 °F a 212 °F la masa de una libra de agua.

Joule Internacional o cantidad de calor disipado por un vatio durante un segundo (trabajo producido por una fuerza de 1 Newton cuyo punto de aplicación se desplaza 1 m en la dirección de la fuerza).

Frecuentemente se utilizan en la industria del gas otras dos unidades, una en el continente europeo, la otra en la Gran Bretaña.

Son respectivamente: Termia (te) equivalente a 1 Mcal = 1000 kcal.

**Tabla 3.9 Factores de conversión**

Unidades /Simbolos	Kcal	BTU	Te	Therm	kW/h	J
Kilocaloría	1	3,9683	1,00031*	3,9683*	0,00163	4186,84
British Thermal Unit	0,25199	1	$0,2521 \cdot 10^{-3}$	$10^{-5}$	$2,931 \cdot 10^{-4}$	1055
Termia	999,69	3967,09	1	$3967 \cdot 10^{-2}$	1163	$4,187 \cdot 10^{-3}$
Therm	$0,252 \cdot 10^{-5}$	$10^{-5}$	25,207	1	29,307	$105,5 \cdot 10^{-6}$
Kilovatio-Hora	859,845	3412,14	0,8601	$3,412 \cdot 10^{-2}$	1	$3,6 \cdot 10^{-6}$
Joule	$0,2388 \cdot 10^{-3}$	$9,48 \cdot 10^{-4}$	$0,2388 \cdot 10^{-5}$	$9,48 \cdot 10^{-5}$	$0,278 \cdot 10^{-5}$	1

Therm equivalente a 100 000 BTU o 1055,06 kilojulios.

En la tabla adjunta figuran los factores de conversión correspondientes:

#### 3.4.4. Medición de potencia calorífica

Potencia calorífica o poder calorífico de un gas es la cantidad de calor desprendido por la combustión completa a presión constante de 1,013 bar (atmosférica) de la unidad de volumen de dicho gas ( $m^3$  normal, es decir, a  $0^\circ C$  y a presión de 760 mm Hg) tomando los elementos de la combustión y los productos de la misma a igual temperatura (temperatura ambiente).

El poder calorífico de un gas se expresa en  $kcal/m^3$  (N). Con las unidades del sistema internacional (SI), el poder calorífico se expresa en  $kJ/m^3$ .

El poder calorífico de un gas se llama superior (P.C.S) cuando el agua resultante de la combustión de los tomos de hidrogeno inicialmente contenidos en el gas, se supone liquida (condensada) en los productos de la combustión.

El poder calorífico de un gas se llama inferior (P.C.I) cuando el agua resultante de la combustión del hidrogeno y de los productos hidrogenados inicialmente contenidos en el gas, se supone en estado de vapor en los productos de la combustión.

La diferencia entre el P.C.S y P.C.I es igual, por definición, al calor de condensación del vapor de agua resultante de la combustión del hidrogeno del combustible. Esta relación puede considerarse, aproximadamente.

$$P.C.I = 0,9 P.C.S$$

Los factores de conversión de valores de potencias caloríficas expresadas en distintas condiciones de presión y temperatura, son los siguientes:

**Tabla 3.10 Conversión de Potencia Calorífica**

Para obtener Multiplicar por	Kcal/m <sup>3</sup> a 0°C y 760 mm c.d Hg. seco	Kcal/m <sup>3</sup> a 15°C y 760 mm c.d Hg. seco
Kcal/m <sup>3</sup> a 0°C y 760 mm c.d Hg. Seco	1	0.9480
Kcal/m <sup>3</sup> a 0°C y 760 mm c.d Hg. Seco	1,0549	1

### 3.4.5. Medición de densidad y peso específico

El peso específico de un gas se define como la relación entre su masa y su volumen, en los 3 sistemas de medida, viene expresado en gramos (métrico), en libras (ingles) o kilogramos (internacional), y no requiere definir condiciones. El volumen, por otra parte, viene respectivamente definido en  $cm^3$ ,  $pies^3$  y  $m^3$ , y precisa, en el caso de gases, mayores detalles, tal como se indicó anteriormente en la medición e volúmenes.

La utilización de factores de conversión resulta necesaria si se desea expresar el peso específico en distintos sistemas de medida con diferentes temperaturas de referencia, presiones y contenido en agua.

Las unidades preferentes para expresar el peso específico de un gas son:

Kilogramos por metro cubico estándar:

Peso específico definido para un gas seco a 0°C y 760 mm Hg

Kilogramo por metro cubico normal:

Peso específico definido para un gas seco a 0°C y 760 mm Hg

Libras por pie cubico estándar:

Peso específico definido para un gas saturado de agua a 60 °F y 30" de columna de mercurio.

Existe, sin embargo, un sistema que evita la definición de las condiciones de medición en la fijación del peso específico, es la introducción del concepto de "densidad".

La densidad de un gas es definida como al relación entre la masa de cualquier volumen del mismo y el de un mismo volumen de un gas referencia, generalmente el aire. Puesto que la mayoría de gases considerados están próximos a las condiciones de un gas perfecto, pueden despreciarse las diferencias en comprensibilidad, cambios de volumen con la temperatura y contenido en vapor de agua.

### **3.5 Análisis comparativo del Gas Natural con otros combustibles energéticos**

Al tener que competir el gas natural con otros combustibles en la práctica industrial, para constituir la mejor opción de suministro energético en términos técnicos y económicos, resultara de mayor importancia disponer de criterios adecuados de

comparación de las características que condicionan su disponibilidad, suministro, pre combustión, combustión y post-combustión.

Los combustibles que podríamos considerar alternativas elegibles para efectuar una comparación adecuada y útil en la práctica son, además del gas natural. Gas Licuado de petróleo (GLP), Diésel 2, Petróleo Residual 6 (Bunker C), Carbón mineral bituminoso (hulla) y Carbón mineral Antracítico (<10% de volátiles).

Para realizar una comparación objetiva hemos elegido un sistema consistente en la designación de 10 parámetros de comparación vinculados directamente con los circuitos de combustión industrial, elaborando con ello un cuadro de valoración con calificación de 1 a 5, correspondiendo el valor más alto a su mejor comportamiento.

Para establecer un análisis específicamente adecuado para cada caso particular, se deberá otorgar un peso de valoración para cada parámetro individual, asignándole un factor de 0,1 a 1,0.

En esta forma, se tendrá un factor de utilización de cada uno de los combustibles que constituyan alternativas elegibles para una determinada planta industrial. Este factor de carácter técnico deberá compararse directamente con su costo de empleo, permitiendo definir opciones.

Los 10 parámetros elegidos son los siguientes:

- **Suministro:** involucra las posibilidades de adquisición, seguridad de suministro y la forma de facturación. La disponibilidad de gas natural por tubería y la facturación posterior al consumo determinan una excelente calificación al gas natural.

El suministro de combustibles líquidos, incluyendo como tal al GLP, resulta una posición intermedia y las dificultades propias del suministro de carbón le otorgan una baja calificación a las hullas de antracita.

- **Pre combustión:** se refiere al circuito de preparación de los combustibles y todo el circuito de pre-combustión, desde su ingreso a planta hasta el momento mismo de su ignición. También en este campo la ventaja de manipuleo de gas resulta decisiva, no requiriendo ningún acondicionamiento para su empleo en los quemadores.

En la misma forma, los líquidos representarían una condición intermedia, con ligera ventaja para el GLP para utilizarse como gas. La molienda y/o clasificación por tamaños de los carbones y las dificultades para transportar sólidos, le otorgan mucha desventaja a los carbones.

- **Inversión:** Incluye todo el circuito de pre-combustión, quemadores, sistemas de seguridad y regulación, registro de parámetros de combustión y post-combustión.

También la inversión resulta definida totalmente por la simplicidad del manejo.

- **Mantenimiento:** La facilidad de desarrollar un efectivo mantenimiento también resultaría influenciado por la simplicidad de las instalaciones. En este caso, el GLP pierde las ventajas de utilizarse como gas debido a la necesidad del vaporizador y las posibilidades de depósitos de olefinas.

Control sobre la llama: aunque la facilidad de inyección del gas natural y su energía cinética representan una gran posibilidad, esta aparente ventaja resulta minimizada por el escaso aprovechamiento del impulso del gas y los

requerimientos de llamas más emisivas para algunos procesos, exigiendo al diseño del quemador la posibilidad de demorar la combustión. Los combustibles bien atomizados permiten un buen control sobre las características de la llama y el manejo adecuado de la finura de los carbones bituminosos permiten un aceptable control de llama, contando con quemadores adecuados. En la combustión sobre parrillas, adecuado para las antracitas, el manejo de llama resulta muy limitado para factible de conseguir.

- **Limpieza:** La presencia de residuos de combustión resulta determinante para juzgar su comportamiento en los equipos, resulta ideal en el caso del gas natural y parecido en el GLP; los combustibles líquidos se complican algo en el caso de los petróleos residuales y se toman más complicados en el caso de los carbones con cenizas variables.
- **Emisividad de llama:** Parámetro importante en la práctica por establecer la condiciones de transferencia de calor a los equipos y procesos. En este caso la facilidad de combustión del gas natural representa una desventaja compensable solo en forma limitada por el diseño del quemador. La posibilidad es mayor en forma proporcional al incremento de la relación Carbono / Hidrogeno, llegando al punto máximo la alta emisividad de llamas de carbón.
- **Volumen de gases de combustión:** También la relación carbono / hidrogeno resulta definida en este caso, como se apreció anteriormente y resulta importante para las posibilidades de transferencia de calor por convección.
- **Seguridad:** la circunstancia de que el gas natural no pueda percibirse por la vista o el olfato determina ciertos riesgos que afectan al gas natural y al GLP,

con el agravante para este último de resultar más pesado que el aire. En este caso las mayores ventajas las tiene Diésel 2 y Residual 6, resultando menos seguras las condiciones de manejo del carbón, debido al riesgo de explosiones de polvo de carbón en suspensión; mayor en el caso de las hullas con altos contenidos de volátiles y mínimo en el caso de antracitas.

- **Contaminación ambiental:** La limpieza y facilidad para quemarse marcan una diferencia notable en el uso de gases, menor en el caso de GLP, diésel 2, residual y carbones sucesivamente. En esta consideración se considera la necesidad de conseguir siempre combustión completa.

En la tabla 3.10 se presenta el resultado del análisis efectuado, en el cual obtienen las siguientes puntuaciones para cada combustible:

**Tabla 3.10 Análisis comparativo de combustibles Industriales**

Parámetros	Gas Natural	G.L.P	Diésel 2	Residual 6	Hulla	Antracita
Suministro	5	4	4	3	1	1
Pre-combustión	4	3	3	2	1	1
Inversión	5	3	4	3	2	1
Mantenimiento	4	3	3	2	1	1
Control de llama	4	3	4	4	3	1
Limpieza	5	4	3	1	2	2
Emisividad de llama	1	2	3	4	4	5
Volumen de gases de combustión	2	3	3	4	4	4
Seguridad	4	3	4	3	2	3
Contaminación ambiental	5	4	4	2	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>39</b>	<b>32</b>	<b>35</b>	<b>28</b>	<b>22</b>	<b>21</b>

De acuerdo con este resultado, el precio de facturación de estos seis combustibles resultarían opciones equivalentes, tomando como base un precio de 3 US\$/MM BTU para el gas natural, si tuviesen los siguientes precios en US\$/millón de BTU.

Gas natural : 39 > 3, 00 US\$/MM BTU

GLP : 32 > 3, 46 US\$/MM BTU

Diesel 2 : 35 > 2, 69 US\$/MM BTU

Residual 6 : 28 > 2, 15 US\$/MM BTU

Hulla : 22 > 1, 69 US\$/MM BTU

Antraccita : 21 > 1, 62 US\$/MM BTU

Para poder aplicar este modelo con objetividad para cada caso específico, tendrá que establecerse el peso específico que corresponde a cada parámetro para cada uso particular de los combustibles en plantas industriales.

Así, su aplicación en el caso de una industria textil que utiliza procesos a relativamente baja temperatura, con mayor utilización de transferencia de calor por convección otorgara menor importancia a la emisividad de llama y mayor a la limpieza que factibiliza el empleo de gases de combustión en forma directa para el calentamiento y secado.

En la industria del cemento, por el contrario, resultara fundamentalmente la emisividad de la llama y menos importante la limpieza, dado que las cenizas serán parte del producto.

Resulta importante observar que existiendo siempre una ventaja respecto al uso del gas natural frente a los otros combustibles, lo que estableciera un margen de conveniencia en su empleo aun si su precio fuese mayor en diferentes niveles

respecto a los otros combustibles industriales, en la práctica, el hecho de que resulte impracticable su almacenamiento, cuando no existen problemas de escasez, establece precios normalmente inferiores para el gas natural. Esta situación permite apreciar claramente la gran conveniencia técnica y economía del gas natural.

### **3.6 Combustión del gas natural**

La combustión es una reacción que se realiza rápidamente con la conversión de energía química a energía térmica. Las características de formación de llama permiten explicar el comportamiento de la combustión de mezclas de gases combustibles con el aire en cuanto al encendido, el desarrollo y la estabilidad de la combustión, lo cual resulta de particular importancia en las aplicaciones industriales de gas natural.

#### **3.6.1 Mecanismo general de las reacciones de combustión**

El carbono e hidrogeno contenidos en cualquier combustible sólido, líquido o gaseoso, sea cual fuere la forma química en que se encuentren combinados, se disociaran a su forma elemental antes de reaccionar con el oxígeno disponible. En la tabla 3.10 se muestran las principales reacciones de combustión que se presentan en la práctica industrial, mostrando los reactantes en la forma que se encuentran en la naturaleza y las cantidades de calor liberadas al transformarse en los únicos productos finales de combustión, esto es,  $CO_2$  y  $H_2O$ .

En realidad, las reacciones de combustión del carbono y del hidrogeno con el oxígeno, son siempre elementales y únicas:



**Tabla 3.11- Reacción de la Combustión**

CARBONO	$C + O_2 \rightarrow CO_2 + 97600\text{Kcal por Kmol}$
CARBONO	$C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO + 29400\text{Kcal}$
MONOXIDO DE CARBONO	$CO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2 + 68200\text{Kcal}$
HIDROGENO	$H + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2 + 58200\text{Kcal (vapor)} + 69100\text{Kcal(liquido)}$
AZUFRE	$S + O_2 \rightarrow SO_2 + 138600\text{Kcal}$
METANO	$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + 192500\text{Kcal(vapor)} + 314300\text{Kcal (liquido)}$
ETANO	$C_2H_6 + 7/2O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O + 342000\text{Kcal(vapor)} + 373600\text{Kcal(liquido)}$
PROPANO	$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O + 485100\text{Kcal (vapor)} + 528700\text{Kcal(liquido)}$
BUTANO	$C_4H_{10} + 13/2 O_2 \rightarrow 4CO_2 + 5H_2O + 625700\text{Kcal(vapor)} + 680200\text{Kcal(liquido)}$

Sea cual fuere el compuesto químico que se encuentre en el combustible, se disociara en C y H reaccionando en la forma elemental.

Esta concepción simple y básica, pero a la vez practica y efectiva de las reacciones de combustión; permite efectuar con rapidez y precisión los cálculos estequiométricos que facilitaran su adecuado manejo y control.

Sea un combustible que tenga una composición (por kg) de C kg de carbono y  $H_2$  kg de hidrogeno.

Para la combustión de 12 kg de carbono se necesitan  $22,4\text{ m}^3$  de oxígeno; para C kg de carbono se necesitaran:

$$22,4 * (C/12) = 1,87 * C\text{ m}^3\text{ de }O_2$$

Para la combustión de 2kg de hidrogeno, se necesitan  $11,2\text{ m}^3$  de oxígeno.

Luego para  $H_2$  kg de hidrogeno se necesitaran:

$$11,2 * (H_2/2) = 5,6 * H_2 m^3 \text{ de } O_2$$

Por consiguiente, para la combustión de 1 kg de combustible, el oxígeno mínimo necesario estequiometricos, sería la suma del necesario para la combustión del carbono y el hidrogeno, es decir:

$$O_{2m} = 1,87C + 5,6 H_2 m^3 \text{ de oxigeno}$$

Como la composición en volumen del aire es aproximadamente del oxígeno y 79% de nitrógeno, se tiene que el aire mínimo necesario será:

$$A_m = 100/21 O_{2m} = 4,76 O_{2m}$$

Por lo tanto, el aire estequiometrico necesario por kg de combustible será:

$$A_m = 8,90 C + 26,67 H_2 (m^3 \text{ de aire})$$

Este volumen de aire está referido a condiciones normales (0°C y 760 mm Hg. de presión).

Sea por ejemplo un combustible que tenga 88% de carbono y 12% de hidrogeno, es decir:

$$C = 0,88 \text{ Y } H = 0,12$$

El aire estequiometrico requerido para la combustión será:

$$A_m = 8,90 (0,88) + 26,67 (0,12) = 11,03 m^3 \text{ de aire.}$$

En la tabla 3.12 se presentan los poderes caloríficos que corresponden a cada combustible en función de su relación gravimétrica carbono / hidrogeno, para los combustibles más conocidos y utilizados en la práctica industrial.

**Tabla 3.12 Poder calorífico de combustibles en función de la relación C/H**

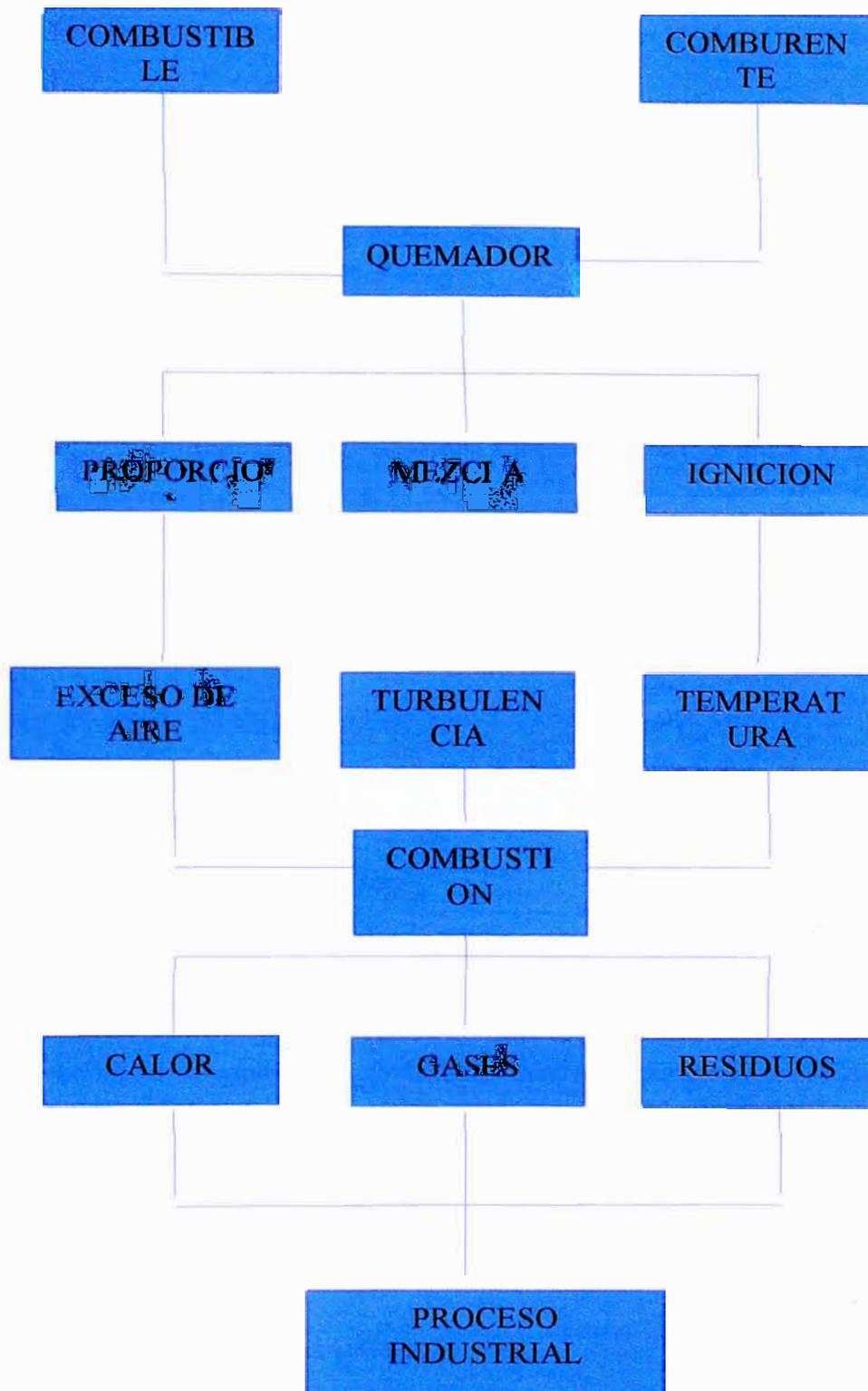
Combustible	Relación ( C / H )	P.C.I (kJ / kg )
Metano	3	50120
	4	47570
Propano	4,5	46448
	4,8	45820
	5	45431
Diésel 2	5,5	43861
	6,5	42199
	7,5	40637
Residual	8,1	40570

### 3.6.2 Esquema básico de la combustión industrial

Los procesos de combustión en instalaciones industriales siempre obedecen a un esquema básico, cuyo conocimiento y comprensión resulta la llave maestra para acceder a cualquier proceso de combustión que se desee conocer y mejorar.

En la Figura 3.4 se muestra el esquema básico de la combustión industrial, en el cual se establece que una buena combustión requiere 3 puntos fundamentales.

- a) Proporción correcta aire-combustible
- b) Mezcla adecuada de aire combustible
- c) Ignición inicial y sostenida de la mezcla



**Fig.3.4 Esquema básico de la combustión industrial**

El cumplimiento de estos requerimientos permitirá:

- Lograr el máximo aprovechamiento del poder calorífico del combustible utilizado.
- Aportar el calor requerido por el sistema con el menor consumo de combustible y las condiciones operativas técnica y económicamente más adecuadas.

Esta condición de máxima eficiencia, sin embargo, siempre resultara inestable por depender de una serie de variables interdependientes entre si e influenciadas por factores externos, por lo cual de control adecuado y efectivo, orientado a mantener niveles permanentes de eficiencia del proceso.

### **3.6.3 Tipos de Combustión**

El objetivo fundamental de la combustión es el de conseguir la oxidación total del carbono y del hidrogeno para formar dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y agua ( $H_2O$ ) con lo cual se produce la máxima energía en forma de calor y se evita efectos contaminantes.

La combustión podemos clasificarla desde el punto de vista de la calidad de sus productos y por la forma en que se realiza. Analizaremos la combustión en función de sus productos.

### **3.6.4 En función de sus productos**

Se puede considerar los siguientes tipos de combustión:

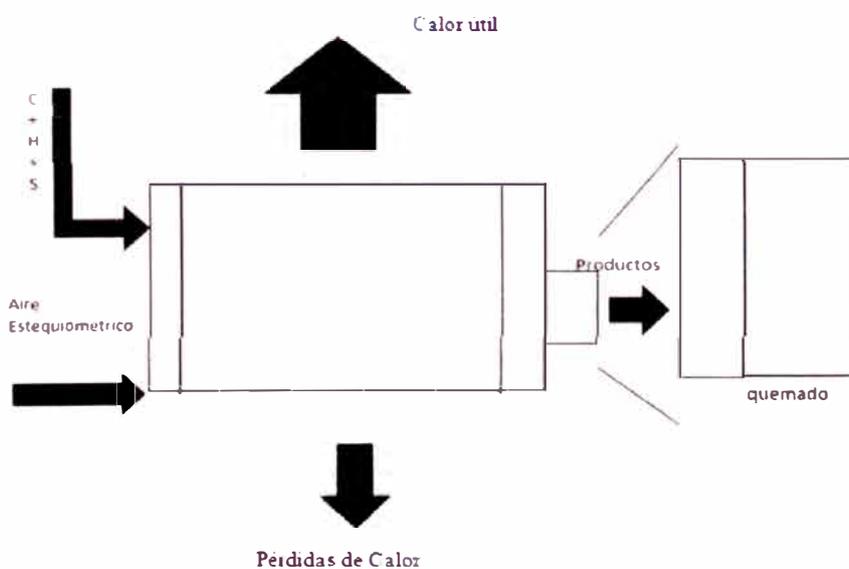
- Combustión perfecta (estequiometrica)
- *Combustión completa (con exceso de aire)*
- Combustión incompleta (con defecto de aire)

- Combustión imperfecta (pseudo combustión)
- Combustión Perfecta Estequiometrica (Figura 3.5)

Este tipo de combustión se consigue mezclando y quemando las cantidades exactamente requeridas de combustibles y oxígeno, los cuales se queman en forma completa y perfecta.

Esta combustión completa esta sin embargo, fuertemente limitada por condiciones químicas y físicas, ya que solo en teoría podemos hablar de reacciones perfectamente estequiometricas.

Se plantean para realizar los cálculos teóricos de la combustión, etc. En función de la composición del combustible y el comburente empleados.



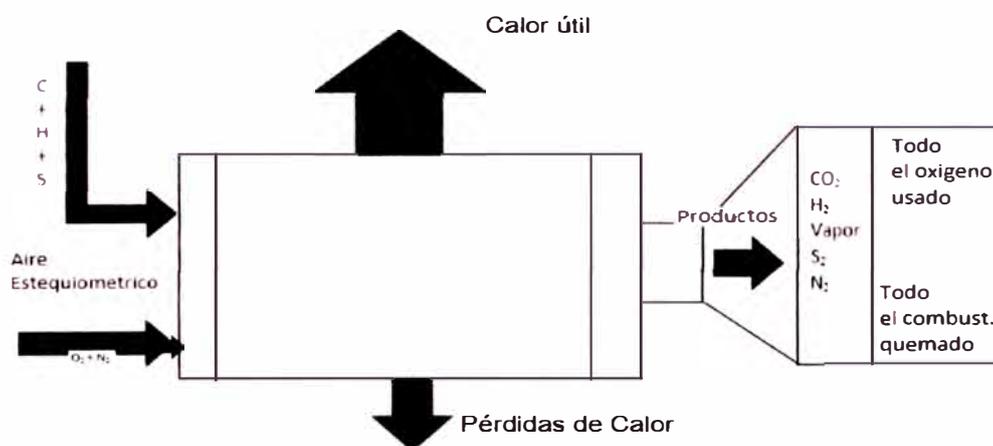
**Fig.3.5 Combustión completa**

### 3.6.5 Combustión completa con exceso de aire (Figura 3.6)

Para tener una combustión completa, es decir, sin presencia de monóxido de carbono en los humos de chimenea, es necesario emplear una proporción de oxígeno

superior a la teórica. Este exceso de aire conlleva especialmente 2 efectos importantes en cuanto al proceso de la combustión:

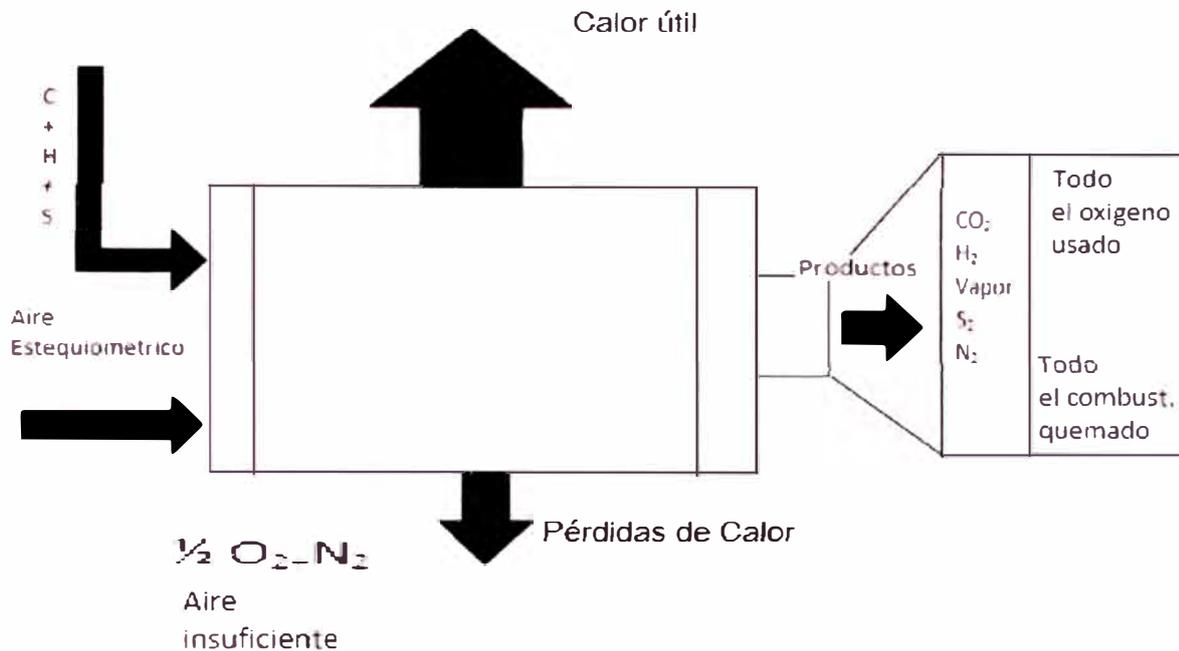
- Disminución de la temperatura máxima posible al aumentar la cantidad de gases en la combustión.
- Variación sensible en cuanto a la concentración de los óxidos formados respecto al nitrógeno, lo que se traduce en una disminución de la eficiencia de la combustión.



**Fig.3.6 Combustión completa con exceso de aire**

El exceso de aire se expresa en porcentaje, restándole el teórico estequiométrico, el cual corresponde al 100%; es decir, una cantidad de aire de combustión del 120% respecto al estequiométrico, se expresara como 20% de exceso de aire. El índice de exceso de aire ( $\lambda$ ), también empleado en la práctica, será en este caso:  $\lambda = 1.2$ .

a. Combustión incompleta con defecto de aire (Figura 3.6)



**Fig.3.7 Combustión incompleta**

Cuando el oxígeno presente en la combustión no alcanza el valor del teórico necesario para la formación de  $CO_2$ ,  $H_2$  y  $SO_2$ , la combustión es necesariamente incompleta, apareciendo en los gases de combustión el monóxido de carbono, hidrogeno y partículas sólidas de carbono, azufre o sulfuros.

Considerando que estos componentes de los gases que se eliminan a la atmosfera contienen aun apreciable contenido calorífico, las pérdidas por combustión incompleta son elevadas cuando se proporciona menos aire del necesario. En la práctica, la presencia de inquemados resulta determinada por el defecto de aire.

La presencia de CO en los humos crea además el riesgo de explosión. Al llegar a atmosferas súbitamente oxidantes.

En la práctica, este es el tipo de combustión más generalizado por resultar más ajustado a la realidad.

En la medida que se mejore la combustión imperfecta aproximándose a las condiciones teóricas de combustión completa con mínimo exceso de aire, se lograra mejores rendimientos y se evitara efectos contaminantes.

### **3.7 Aplicaciones industriales del gas natural**

El gas natural es el mejor combustible que pueden utilizar las industrias que usen hornos y calderos en sus procesos productivos. Por sus características reemplaza ventajosamente a otros combustibles.

El gas natural puede sustituir a los siguientes combustibles:

Diésel.

Residuales.

Gas licuado de petróleo (GLP).

Kerosene.

Carbón.

Leña.

#### **3.7.1 Industria del Vidrio**

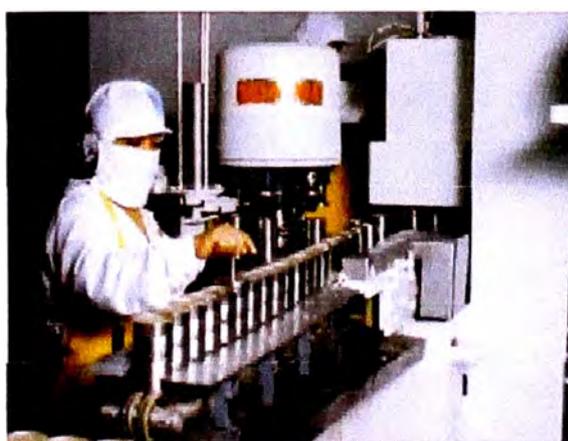
Las propiedades físico químicas del gas natural han hecho posible la construcción de quemadores que permiten una llama que brinda la luminosidad y la radiación necesaria para conseguir una óptima transmisión de la energía calórica en la masa de cristal. Asimismo, es importante mencionar que con el gas natural el producto final (el vidrio) sale limpio.



**Fig.3.8 Aplicaciones en la fabricación del vidrio**

### **3.7.2 Industria de alimentos**

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

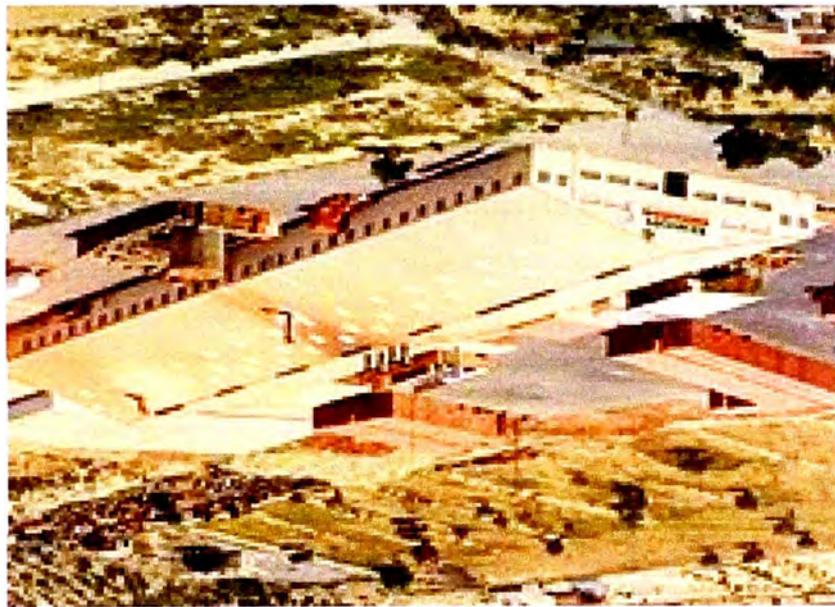


**Fig.3.9 Aplicaciones de la fabricación de alimentos**

### 3.7.3 Industria de cerámica

El uso del gas natural en esta industria es muy ventajoso debido a que se consigue un ahorro económico y permite la obtención de productos de mejor calidad.

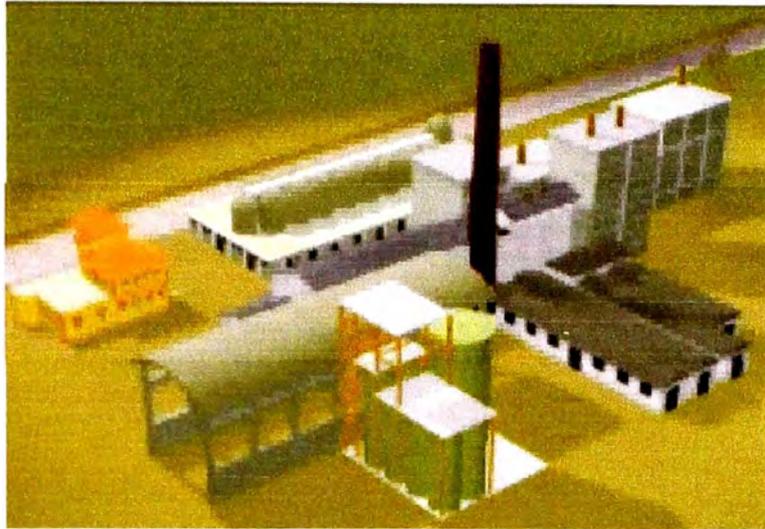
Cabe indicar que los productos acabados de esta industria requieren de mucha limpieza y con el gas natural se consigue esta exigencia.



**Fig.3.11 Aplicación en la industria de cerámica**

### 3.7.4 Industria del cemento

Los hornos de las cementeras que utilizan gas natural son más eficientes y tienen mayor vida útil; no requieren de mantenimiento continuo y los gases de combustión no contaminan el ambiente como los demás combustibles.



**Fig.3.10 Aplicación en la industria de cemento**

### **3.7.5 Industria Metalúrgica**

El gas natural ofrece a la industria metalúrgica variadas aplicaciones. Sus características lo hacen apto para todos los procesos de calentamiento de metales, tanto en la fusión como en el recalentamiento y tratamientos térmicos.



**Fig.3.12 Aplicación en la industria metalúrgica**

### 3.7.6 Generación de electricidad

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

La generación de electricidad con gas natural es posible mediante turbinas.

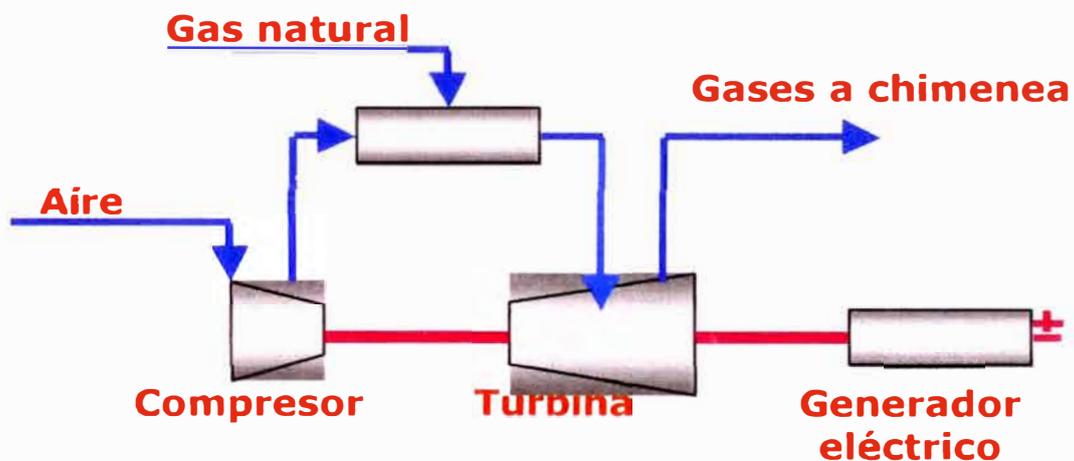


Fig. 3.13 Central térmica de tipo simple

### Generación de energía eléctrica con ciclo combinado

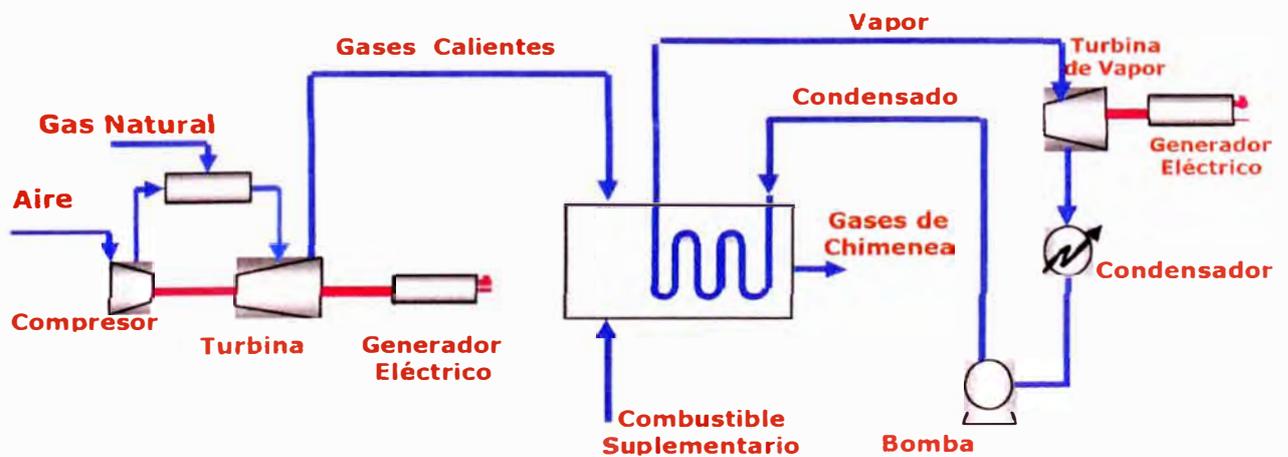


Fig. 3.14 Central térmica de ciclo combinado

### Cogeneración aprovechando gases de combustión del horno

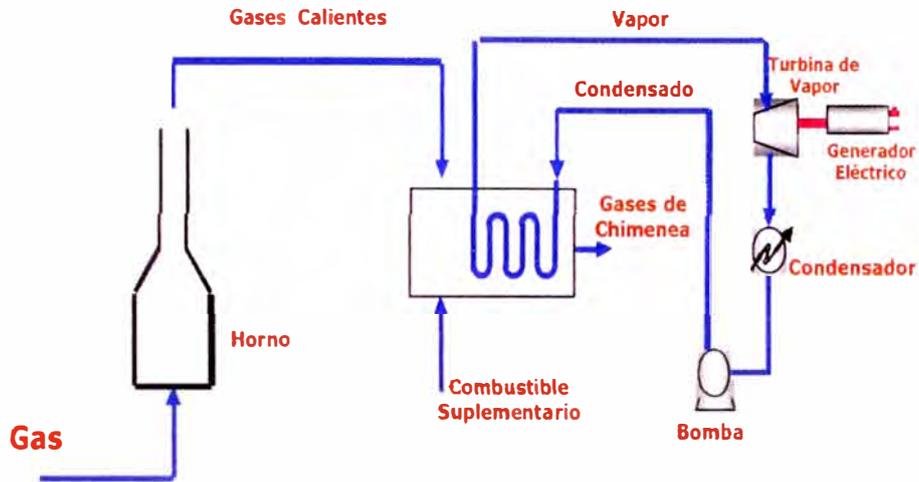


Fig. 3.15 Central térmica de ciclo combinado

### 3.7.7 Cogeneración

Se denomina cogeneración a la producción conjunta de energía eléctrica y energía calorífica aprovechable, en forma de gases caliente

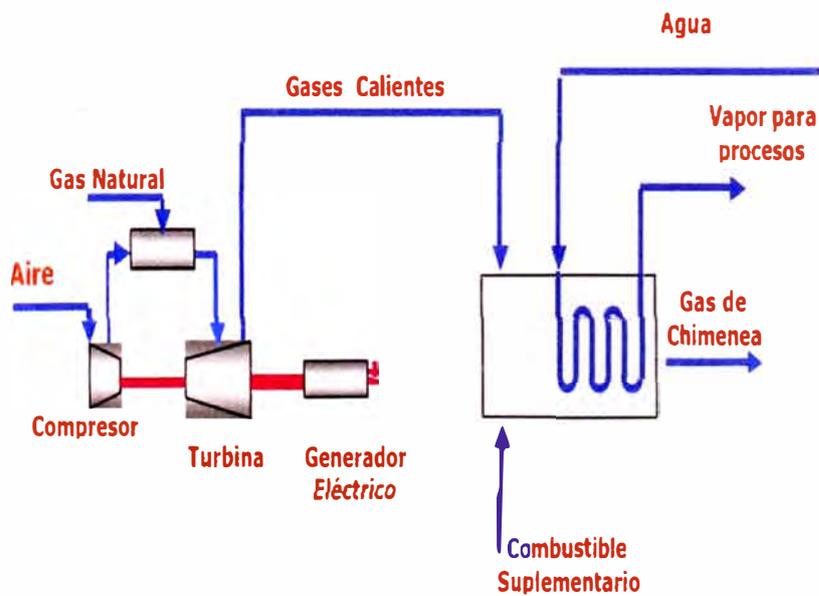
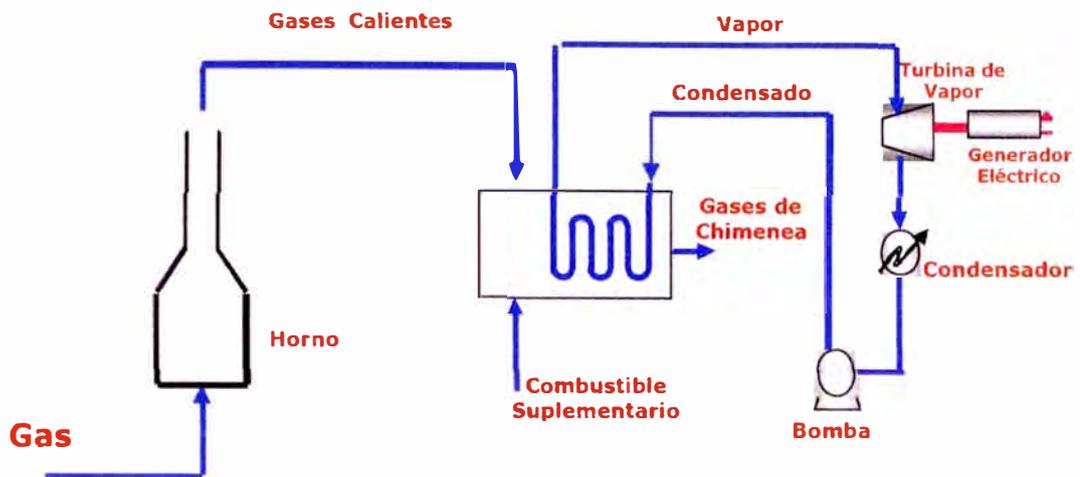


Fig. 3.16 Cogeneración simple con turbina a gas



**Fig. 3.17 cogeneración aprovechando los gases de combustión del horno.**

### 3.8 Ventajas del uso del Gas natural

#### 3.8.1.- Ventajas Ambientales

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



**Fig. 3.18 Área Ambiental**

Para entender mejor sobre las emisiones producidas por los combustibles se presenta el siguiente cuadro comparativo:

### **Emisión de contaminantes de combustibles**

(En términos del consumo energético)

Para entender mejor sobre las emisiones producidas por los combustibles se presenta el siguiente cuadro comparativo.

**Tabla 3.12 Emisiones producidas por los combustibles**

	<b>MP Material Particulado</b>	<b>SO<sub>x</sub> Óxido de Sulfuro</b>	<b>NO<sub>x</sub> Óxido de Nitrógeno</b>
<b>Gas Natural</b>	1	1	1
<b>GLP</b>	1,4	23	2
<b>Kerosene</b>	3,4	269	1,5
<b>Diésel</b>	3,3	1 209	1,5
<b>Residual N° 5</b>	15	4 470	4
<b>Residual N° 6</b>	39,4	4 433	4
<b>Carbón</b>	157	5 283	6

Fuente: Innergy soluciones.

En la generación de una determinada cantidad de energía calorífica, el gas natural es el que tiene menos emisiones.

**Tabla 3.13 Emisiones producidas por los combustibles**

Contaminante	Efecto sobre	
	Las personas	El ambiente
MP ( Material Particulado )	Disminución de la visibilidad. Aumento de afecciones respiratorias tos crónica ronquera Síntoma respiratorios nocturnos bronquitis Acceso de asma bronquial	Daño directo en la vegetación (dificultad en la fotosíntesis)
SO <sub>x</sub> (Dióxido de sulfuro)	Altamente nocivo en presencia de humedad	Lluvia Acida
NO <sub>x</sub> (Óxido de Nitrógeno)	Irritante, Potencialmente cancerígeno	Lluvia acida Efecto invernadero

Según el estudio del Banco Mundial "World Development Report".

Referencia: Pagina. Web del Ministerio de Energía y Minas

En la generación de una determinada cantidad de energía calórica, el gas natural es el que tiene menos emisiones

**Tabla 3.14 Efectos de los contaminantes**

contaminante	Efecto sobre	
	Las personas	El ambiente
MP ( Material Particulado )	Disminución de la visibilidad. Aumento de afecciones respiratorias tos crónica ronquera Síntoma respiratorios nocturnos bronquitis Acceso de asma bronquial	Daño directo en la vegetación (dificultad en la fotosíntesis)
SO <sub>x</sub> (Dióxido de sulfuro)	Altamente nocivo en presencia de humedad	Lluvia Acida
NO <sub>x</sub> (Óxido de Nitrógeno)	Irritante, Potencialmente cancerígeno	Lluvia acida Efecto invernadero

Referencia: Pagina web del Ministerio de energía y Minas

### 3.8.2 Ventajas Económicas

El gas natural es el combustible de menor precio y permite obtener importantes ahorros en relación a otros combustibles.

**Tabla 3.15 Ventajas Económicas**

TUBERIAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Polietileno	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es económico.</li> <li>- Fácil de soldar.</li> <li>- Menores costos en instalación, mantenimiento y operación.</li> <li>- Facilidad de instalación y manipuleo. No es atacada en ninguna forma por la corrosión.</li> <li>- Resistente a movimientos sísmicos.</li> <li>- Vida útil, mínima 50 años a 20 ° C.</li> <li>- Es seguro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sólo se usa para presiones inferiores a 6 Bar.</li> <li>- Es recomendable para lugares en donde la temperatura es menor a 50°C.</li> <li>- No puede estar al aire libre, debe ser enterrado.</li> </ul>
Acero	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se puede usar para presiones medias y altas.</li> <li>- Fácil de soldar.</li> <li>- Puede estar al aire libre.</li> <li>- Facilidad de instalación y manipuleo.</li> <li>- Larga vida útil.</li> <li>- Resistentes a altas temperaturas.</li> <li>- Es seguro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor costo</li> <li>- Mayores costos de construcción y mantenimiento.</li> <li>- Requiere de revestimiento y protección catódica.</li> </ul>
Cobre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fácil de soldar.</li> <li>- Requieren de menor mantenimiento.</li> <li>- Larga vida útil.</li> <li>- Son compactas y de menor peso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sólo se puede usar para presiones inferiores a 6 Bar.</li> <li>- Mayor costo.</li> </ul>

### 3.8.3 Ventajas Operacionales

El gas natural está disponible en forma continua, no requiere tanques de almacenamiento, disminuyendo los riesgos que ello implica y también los costos

financieros. No requiere preparación previa a su utilización como, por ejemplo, calentarlo, pulverizado o bombearlo como ocurre con el petróleo o el carbón.

Los equipos y quemadores de gas natural son fáciles de limpiar y conservar.

La regulación automática es sencilla y de gran precisión, manteniendo constante la temperatura o la presión al variar la carga.

### 3.8.4 Ventajas de mantenimiento de equipos (Quemadores)

**Tabla 3.16 Ventajas de mantenimiento de equipos**

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

Referencia: Pág. Web del Ministerio de Energía y Minas

### 3.9 Definiciones

**Accesorio (fitting):** En un sistema de tuberías es usado como un elemento de unión, tal como un codo, una curva de retorno ,una “tee”,una unión, un reductor con rosca en sus extremos(“bushing”),una cruz, o una tubería corta en su rosca en su extremos(“niple”).

**Acometida:** Instalaciones que permiten el Suministro de Gas Natural desde las redes de distribución, Según las categorías de los consumidores. La Acometida tiene como componentes el tubo de conexión, el medidor, los equipos de regulación, la caja de protección, accesorios y válvulas de protección. La propiedad de la acometida y de las instalaciones internas será del consumidor.

**Accesorio de Ingreso:** Tuberías que conectaran las redes a las Estaciones de Regulación y Medición Primaria de los clientes.

**Aguas abajo:** se entiende por “aguas debajo de” o “corriente de abajo de” a la expresión que ubica un determinado objeto que se encuentra instalado después del punto de referencia en el sentido de la circulación del fluido.

**Aguas arriba:** Se entiende por “aguas arriba “o “corriente de arriba “a la expresión que ubica a un determinado objeto que se encuentra instalado antes del punto de referencia en el sentido de la circulación del fluido.

**Aprobado:** Aceptable por la entidad competente.

**Certificado:** es un formato que contiene las instrucciones de instalación del fabricante, de los accesorios, componente, equipo de consumo, el cual es investigado e identificado por una organización designada para comprobar que cumple con los estándares reconocidos o con los requisitos para la prueba.

La certificación implica pruebas y es realizada por una organización reconocida encargada de dicha prueba. Esta es realizada de acuerdo con estándares reconocidos, o con los requisitos de construcción y desempeño. La certificación es reconocida con un sello de certificación o una etiqueta.

**Combustión:** Proceso químico de oxidación rápida entre un combustible y un comburente que produce la generación de energía térmica y luminosa, acompañada por la emisión de gases de combustión y en ciertos casos partículas sólidas.

**Componente:** Una parte esencial de un equipo de consumo que es capaz de realizar una función(es) independientes y contribuir a la operación del equipo.

Un ejemplo es un termostato, que es capaz de realizar una operación independiente y contribuye a la operación del equipo controlando su ciclo de encendido-apagado.

**Condensado:** Un líquido separado del gas natural seco (inclusive gas combustible) debido a una reducción en la temperatura o a un aumento en la presión.

**Medidor:** instrumento utilizado para cuantificar el volumen del gas natural seco que influye a través de un sistema de tuberías.

**Presión de Diseño:** la presión máxima que puede alcanzar la instalación, valor con el que debe dimensionarse la misma y de seleccionarse los materiales.

**Presión máxima admisible de operación (MAPO):** Es la presión de operación máxima que puede alcanzar la instalación en condiciones de máxima demanda.

**Presión de Prueba:** Presión a la cual es sometida el sistema antes de entrar en operación con el fin de garantizar su hermeticidad.

**Presión de Operación:** Presión a la cual debe operarse satisfactoriamente las tuberías, accesorios y componentes que están en contacto con el gas natural seco en un sistema de tuberías. Esta será

Como máximo igual a la MAPO.

**Purga:** Eliminación de un fluido no deseado (gaseoso o líquido) del sistema.

**Ramal (Tubería Lateral):** Dispositivo que reduce la presión del fluido que recibe y mantiene constante, independientemente de los caudales que permite pasar y de variación de la presión aguas arriba del mismo, dentro de los rangos admisibles. La regulación puede efectuarse en una o varias etapas.

**Revestimiento:** Sistema de protección de superficies metálicas contra la corrosión mediante el sellado de la superficie.

**Separador /filtro:** Conjunto de elementos prefabricados que corresponden a un proyecto particular y que se destinan a retener partículas sólidas y/o líquidas contenidas en el gas natural seco.

**Tubería de superficie o aérea:** Tubería a la vista, que no está en contacto con el suelo ni esta empotrada en la pared.

**Válvula:** Instrumento colocado en la tubería para controlar o bloquear el suministro de gas natural seco hacia cualquier sección de un sistema de tuberías o de un aparato de consumo.

**Válvula de alivio por venteo:** Un artefacto diseñado para abrirse a fin de prevenir un aumento de presión del gas natural seco en exceso, de un valor especificado debido a una emergencia o a una condición anormal.

**Válvula de servicio:** Es una válvula de cierre general del suministro de gas natural seco, instalada fuera del predio del usuario final, y ubicada en la línea de servicio de la Distribuidora. La válvula de servicio constituye el punto de entrega del gas del distribuidor al usuario industrial.

**Válvula de seguridad de cierre rápido:** Una válvula que corta automáticamente el suministro de gas natural seco en el sistema de tuberías.

**Válvula unidireccional (back check):** Una válvula que esta normalmente cerrada y permite el flujo en solo una dirección.

**Entidad competente:** es el ente gubernamental responsable de verificar la correcta aplicación de cualquier parte de la NTP 111.010 o el funcionario o la agencia designada por esta entidad para ejercitar la función.

**Distribuidor:** Concesionario que realiza el servicio público de suministro de gas natural seco por la red de ductos a través del sistema de distribución.

**Equipo de consumo:** Un artefacto para convertir gas natural seco en energía e incluye a todos sus componentes. Puede ser una caldera, un horno industrial, etc.

**Estación de regulación y medición primaria (ERMP):** Conjunto de elementos instalados con el propósito de reducir y regular automáticamente la presión del fluido aguas abajo del punto de entrega y medir los volúmenes de gas consumidos. Asimismo, asegura que la presión no sobrepase del límite prefijado ante fallas eventuales.

**Estación de regulación secundaria (ERS):** Conjunto de elementos instalados con el propósito de reducir y regular automáticamente la presión del fluido aguas debajo de la Estación de Regulación y Medición Primaria. Su utilización se requiere cuando la presión de trabajo del equipo de consumo difiere de la presión de la ERMP de regulada y asignada.

**Prueba de hermeticidad:** Prueba realizada a la instalación interna con la finalidad de detectar fugas (estanqueidad de las líneas), utilizando como medio de prueba el

aire o gas inerte, conforme en lo establecido en la norma técnica peruana 111.010 y 111.011 respectivamente.

**Prueba hidráulica:** Prueba realizada al sistema con la finalidad de verificar las condiciones de resistencia y hermeticidad de la instalación interna, conforme a lo establecido en la norma técnica internacional aplicable (ASME B 31.3).

**Inspector de instalaciones internas:** Profesional titulado en ingeniería con calificación de la categoría IG-3 del registro de instaladores de gas natural OSINERG, responsable del área de inspectoría a cargo del concesionario.

**Instalador registrado:** Toda persona natural jurídica registrada ante OSINERG para poder construir, reparar mantener o modificar instalaciones internas de gas natural, según lo establecido en la categoría correspondiente.

**Proyecto de Instalación de Gas Natural (P.I.G):** Proyecto de ingeniería, el cual contiene los datos técnicos referidos al diseño y montaje de instalación interna industrial de gas natural así como los equipos de consumo. Dicho proyecto deberá ser elaborado por un ingeniero colegiado habilitado para el ejercicio de la profesión e inscrito en la categoría IG-3 del registro de instaladores de OSINERG.

**Solicitud de factibilidad de suministro:** Solicitud mediante el consumidor requiere del concesionario, la aprobación del suministro de gas natural. La evaluación deberá regirse por en el reglamento de distribución de GAS NATURAL por red de ductos aprobado por el decreto supremo 042-99EM, sus modificaciones y demás normas que resulten aplicables.

**Instalación interna industrial:** Sistema de tuberías, conexiones, válvulas y otros componentes que van desde la salida de la Estación de Regulación de Presión y Medición Primaria (ERPMP) hasta los puntos de los equipos de consumo y/o ERS y

que se encuentra regulada por la norma técnica peruana I11.010 o la normas internacionales según lo establecido en el artículo 71° del reglamento

**Acta de inspección:** Documento técnico suscrito entre el concesionario, el instalador y el consumidor, en el cual se detallan las características técnicas de la instalación y los resultados de las pruebas efectuadas, indicándose si la instalación queda habilitada o no.

**Solicitud de habilitación:** Solicitud presentada por el consumidor o el instalador registrado al concesionario para que este proceda con la habilitación del suministro de gas natural, previa visita de inspección y realización de las pruebas correspondientes.

**Habilitación de suministro de gas natural:** Acto mediante el cual el concesionario pone en servicio el suministro de gas natural contratado, previa suscripción del acta de inspección.

### **3.10 Delimitación de Responsabilidades.**

A elección del cliente, la acometida podrá ser:

- i. Suministrada por Cálida.
- ii. Diseñada, construida y/o suministrada e instalada por un instalador seleccionado por el cliente.

En el segundo caso, el cliente deberá seleccionar un Instalador Registrado de Gas Natural de categoría IG-3, que se encuentre registrado en el Registro de Instaladores de Gas Natural a cargo de Osinergmin (o en el registro provisorio hasta que se encuentre vigente), quien será responsable del diseño, construcción e instalación de la acometida.

Si en cualquier etapa de la tramitación comprendida entre la aprobación de la ingeniería y la habilitación con gas natural de la Acometida, el instalador registrado interviniente por motivos a su exclusivo juicio decidiera no continuar con la misma, podrá ceder los derechos y obligaciones que hubiera contraído a otro instalador registrado, quien los deberá asumir plenamente como propios y proseguirá con el trámite y/o tareas inconclusas hasta la habilitación respectiva.

La cesión de los derechos deberá realizarse por medio de una nota dirigida a Cálidda, que estará firmada de conformidad por ambos Instaladores Registrados y el representante autorizado por el cliente.

El instalador registrado actuante asumirá la total responsabilidad por los trabajos ejecutados, la calidad de los materiales colocados y el buen resultado de los ensayos que se ejecutara en la instalación, conforme a lo prescrito en el código civil.

Asimismo es responsable por los daños y/o perjuicios de accidentes que ocurran en las instalaciones por defecto o deficiencias de trabajos realizados, tanto en lo que respecta al cliente o a terceros.

Queda entendido que la habilitación del suministro de gas a la instalación no desliga al instalador interviniente de las responsabilidades contraídas por los trabajos realizados.

### **3.11 Cálculo De Selección De Redes Internas De Tuberías:**

#### **3.11.1.- De Regulación y Medición Primaria (ERMP)**

El cliente deberá haber recibido una propuesta formal y positiva por parte de Cálidda a su Solicitud de Factibilidad de Suministro, para poder iniciar el proceso de diseño de la ERPM que formara parte de su acometida. Anexo N°1.SFS.

En esta respuesta Cálida indicara las condiciones de diseño que el cliente deberá considerar para la elaboración de la ingeniería y para la construcción de la ERMP, así como las características generales de la estación.

La estación de regulación y medición tiene por objeto asegurar una presión de salida (presión regulada) de valor constante, independientemente de las variaciones de presiones de suministro fijadas por Cálida y de la fluctuación de caudal requerida por la Instalación Interna dentro de los rangos previstos de consumo.

Asimismo, en función de las características del suministro y de las condiciones particulares requeridas por la instalación se preverán elementos que garanticen la separación de sólidos, que eviten los riesgos de formación de hidratos y que asegure que en todo momento que la sobre presión que alcance en la instalación interna, por fallas en el sistema de regulación, no supere los valores para los cuales ha sido diseñada la misma.

En la respuesta de la solicitud de factibilidad de suministro el cliente encontrara los siguientes valores, necesarios para el diseño y construcción de la ERMP:

Presión de diseño: la ERMP deberá ser diseñada considerando la máxima presión de la red de gas natural a la cual está conectada.

- a) Caudal: la capacidad de la ERMP deberá ser diseñada tomando en cuenta, de acuerdo a las buenas prácticas internacionales, las previsiones de mínimo y máximo pico horario futuro que podrá tener el cliente.
- b) Así mismo, la ERPM deberá operar de forma adecuada en el rango de caudal comprendido entre el caudal mínimo horario y el caudal máximo horario.
- c) Presión mínima de suministro de la red: para el diseño de la ERMP se deberá tener en cuentas la condición de máximo caudal y presión mínima de entrada.

Por lo tanto la capacidad máxima de la ERPM deberá ser calculada bajo estas condiciones de mínima presión de suministro.

- d) Presión regulada: la ERPM deberá ser diseñada para suministrar una presión a la salida acorde con la presión de medición fijada por Cálidda y con la presión de diseño de la presión interna. Esta presión regulada=3 bar, no podrá superar las presiones máximas estipuladas en las normas nacionales vigentes (4 bar para uso industrial). Adicionalmente la presión regulada de la ERPM deberá ser inferior o igual al 50% de la presión mínima de la red, salvo casos excepcionales acordados entre el cliente y Cálidda.

El cliente podrá optar por la selección o diseño de una ERMP de una sola rama de Regulación o de doble rama de regulación. Las configuraciones y niveles de seguridad que deberá de respetar para el diseño, se encuentran detallados en el Diagrama de Procesos e instrumentos del Anexo N° 1.

A fin de haber dejar claramente ciertos requerimientos incluidos en la especificación técnica

ET-70801 de calidad se indica lo siguiente:

1. La presión mínima de entrada a considerar para el diseño es la indicada por Cálidda en la respuesta a la Solicitud de Factibilidad de Suministro.
2. Elección de los ramales de regulación (n° de líneas) queda a elección del cliente.
3. El recinto es obligatorio
4. El tipo de medidor y corrector a instalar es el indicado por Cálidda en la respuesta de Solicitud de Factibilidad de Suministro.

5. Las configuraciones y niveles mínimos de seguridad se encuentran detalladas en el diagrama de procesos e instrumentación del Anexo I.

Adicionalmente indica lo siguiente:

- Las juntas dieléctricas serán de material sin asbesto, no admitiéndose juntas mi carta. Se admiten juntas de tipo garlock de fibra con asbesto.
- Los manómetros deben conectarse a la tubería a través de válvulas de bloqueo y purga.
- El filtro deben contar con válvula de purga.
- Los conectores deberán ser de acero inoxidable
- En los ramales de regulación se debe instalar válvulas de ½” para simular el flujo durante el seteo de los reguladores.
- El espesor final de la pintura será de 200 micrones y se utilizara el color amarillo (RAL 1004) para las tuberías y válvulas, blanco (RAL 9010) para los filtros y verde (RAL 6002) para los soportes salvo indicación particular en las especificaciones de los equipos.
- Deberá contar con un soporte para la instalación del corrector según anexo N°2.
- Las tuberías para el sensado de la Presión deberán conectarse a las tuberías aguas debajo de las válvulas reguladoras y válvulas de bloqueo, respetando lo indicado en el diagrama del Anexo N°1.
- Las distancias aguas arriba y aguas abajo del medidor y la distancia para la termocupla deberá respetar lo establecido en el diagrama del anexo N°1.
- El tramo de tubería entre la ERMP y la primera válvula de bloqueo de la instalación interna deberá tener uniones soldadas.

### **3.11.2 Estación de Regulación Secundaria (ERS)**

Cuando la presión de utilización en los equipos difiere de la presión regulada de distribución será necesario instalar una ERS.

Las estaciones de regulación secundaria deberán ubicarse en lugares accesibles y deberán ser adecuadamente protegidas. En los casos de difícil acceso, se instalará en lugar conveniente una válvula de cierre rápido y accionamiento manual que bloquee totalmente la ERS.

Los venteos de los reguladores deberán elevarse a los cuatro vientos en una zona segura.

Cuando las instalaciones ubicadas aguas abajo de la ERS soporten la presión máxima de alimentación a estas, se instalarán válvulas de seguridad de corte o de alivio por sobre presión, admitiéndose válvulas reguladoras de presión con sistema de seguridad incorporado.

### **3.11.3 Dimensionamiento de tuberías:**

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 tubería y cantidad de accesorios.
- e) Gravedad específica y poder calórico del gas natural seco.
- f) Velocidad permisible del gas.

Los rangos de caída de presión consideran las caídas de presión debido a los accesorios y en general todos los elementos intermedios en el tramo de la tubería incluyendo a esta.

El tramo de la tubería comprendida entre la válvula de bloqueo de servicio del distribuidor de gas y la entrada a los reguladores de la ERPM, se calculara con una caída de presión máxima no superior al 10% de la presión mínima de suministro.

Los tramos de la red interna comprendida entre dos etapas de regulación se calcularan con caída máxima del 50% de la presión regulada al comienzo de estos tramos. El cálculo de estos tramos deberá garantizar las condiciones mínimas de presión y caudal requerida por los equipos de consumo.

En todos puntos de instalación de velocidad de circulación del gas deberá ser siempre inferior a 30 m/s, para evitar vibraciones y ruidos excesivos en las redes internas de tuberías.

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:

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

$$P_A^2 - P_B^2 = 48600 \cdot s \cdot L \cdot \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}} \dots \dots (2)$$

Dónde:

PA y PB = Presión absoluta en ambos extremos del tramo, en kg/cm<sup>2</sup>.

S = Densidad relativa del gas.

L = Longitud del tramo km, incluyendo la longitud equivalente de los accesorios.

Véase tabla N°4.

Q = Caudal en m<sup>3</sup> /h (condiciones estándar)

D = diámetro en cm

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

$$v = \frac{365,35 \cdot Q}{D^2 \cdot P} \dots\dots (3)$$

Dónde:

Q = caudal en m<sup>3</sup> /h (condiciones estándar)

P = Presión de cálculo en Kg/cm<sup>2</sup> absoluta

D = Diámetro interior de la tubería en mm.

V = velocidad lineal m/s

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

#### **3.11.4. Especificaciones Técnicas de tuberías, Accesorios y Componentes**

Las tuberías de acero deberán cumplir con la última edición de las normas:

API 5L, ASTM A53, ASTM A 106 ó ANSI/ASME B 36.10 o equivalente.

Accesorios y Bidas para tuberías de Acero

Los accesorios soldados deben cumplir con la norma B16.9.

Todos los accesorios roscados deberán tener una rosca cónica conforme a las normas ISO 7.1, ISO 228.1, ANSI / ASME B1.20.1 ó equivalente.

Las bridas y los accesorios embridados deben cumplir con la norma B16.5.

Para asegurar la estanqueidad de la rosca, se utilizara un sello de fibra no orgánica, cinta de teflón o sello liquido (tipo de locktite o similar). El asbesto; el cáñamo u otras fibras orgánicas están prohibidos.

Los empaques para las bridas deben cumplir con la norma ANSI / ASME B16.1 ó ANSI /ASME B16.20. Las juntas de estanqueidad no deben contener asbesto y deben ser resistentes a temperaturas elevadas.

Los espárragos y sus tuercas correspondientes deberán cumplir con las normas ASTM A 193 y ASTM A 194

### **3.12 Descripción de Equipos de Regulación y Medición Primaria (ERMP)**

La red interna de gas natural se diseña en base a la NTP 111.010, la ERPM utilizada para la regulación y Medición centralizada del Consumo de Gas natural del usuario deberá ser instalada deberá ser instalada de acuerdo a normas técnicas reconocidas internacionalmente como CEN EN 12279,CEN EN 12186,CEN EN 1776 y AGA reportes 2,7,9,ò equivalentes.

Entre los equipos a utilizar en la ERMP citamos los siguientes:



**Fig. 3.19 Ermp de Doble Via**

### 3.12.1. Válvula de Bola Bridada

Las válvulas manuales de la instalación serán de tipo esférica, de cierre rápido tipo palanca (1/4) y de la serie 150.

Las válvulas esféricas son necesarias para separar los sistemas y cortar el paso del gas, cuando sean necesarios, por razones de mantenimiento preventivo o correctivo.

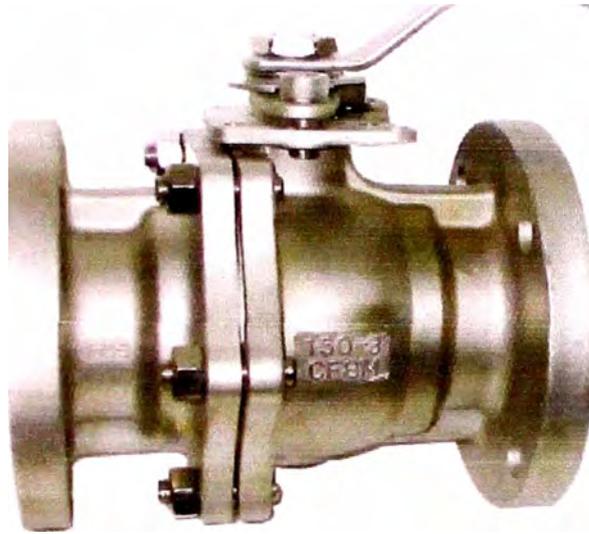
Las válvulas deberán ser enteramente metálicas, incluyendo el cuerpo, elemento sellante, etc. Asimismo deberán ser resistentes a altas temperaturas.

Las válvulas deberán ser internamente metálicas, incluyendo el cuerpo, elemento sellante, etc. Asimismo deberán ser resistentes a altas temperaturas. Las válvulas deberán ser fabricados con materiales aprobados y de acuerdo con las siguientes formas API 6D, API 607: ISO 14313, ASME B 16.10. Las características de las válvulas deberán ser marcadas de acuerdo a la norma MSS SP-25 o equivalente.

API 6D. Pipelines Valves especifica los requerimientos para el diseño, la fabricación, prueba y documentación de todos los tipos de válvulas que se utilizan en la industria del petróleo y gas natural.

API 607: Fire Test for Soft-Seated Quarter-Turn Valves. Especifica los ensayos de resistencia al fuego para válvulas de ¼ de vuelta; e ISO 14313, CENprEN 1555-4.

ASME B16.10:



**Figura 3.20: Válvula de bola bridada**

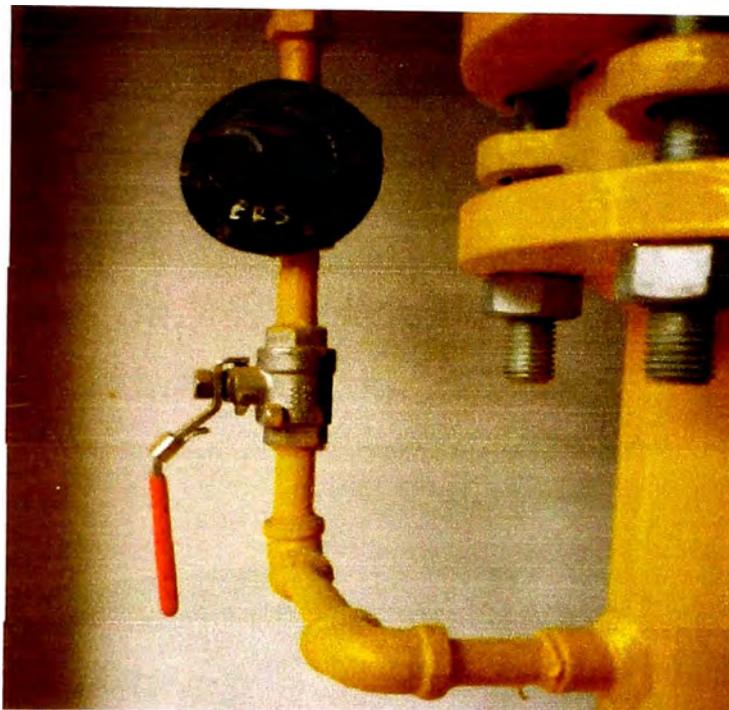
### **3.12.2 Válvula Mariposa**

La válvula de mariposa consiste en un disco (llamado también chapaleta u hoja), un cuerpo con cojinetes y empaquetadura para sellamiento y soporte, un eje y un disco de control de fluido.



**Figura 3.21: Válvula Mariposa.**

### 3.12.3 Reguladores



**Figura 3.22: Regulador.**

### 3.12.4 Selección de los Reguladores De La Planta.-

Criterios que se tomaron en cuenta durante la selección de los reguladores:

Primero la buena calidad ISO-9001 marca INTERNACIONAL TORMENE ANDINA AMERICANA con venteo incorporado cuerpo de acero y conexiones de Bronce.

Rangos de Presión de entrada y Salida del Regulador.

Caudal máximo y Mínimo exigido al Regulador (4.0:40m<sup>3</sup>/h)

Sistema de Seguridad contra sobre presiones (Venteo Incorporado)

Coherencia entre las conexiones y roscas del regulador d=

Garantía de operación y Mantenimiento (Anual)

Rotulado e identificación Dirección de flujo de Gas natural

Estabilidad y Factor de Seguridad en la Presión garantizada

Compatibilidad con los consumos esperados y presión de uso de los aparatos

A gas natural.

Altura sobre el nivel del mar

Cultura Regional del Uso del Gas natural

Considerando la proyección de la demanda futura TAF (Aprobada por CALIDDA, Gas Natural Lima- Callao).

El Montaje se realizó con Teflón para gas natural en los adaptadores macho y sellante de Hermeticidad fuerza alta (USA)

### 3.12.5 Medidores.-



► Delta DN80 G100 with Corus PTZ

**Figura 3.23: Medidor con Corrector**

### Filtro



**Figura 3.24: Filtro con su elemento**

### 3.12.6 Manómetros

Los manómetros permiten conocer la presión de entrada de la ERPM y la presión regulada, aguas debajo de la válvula reguladora de Presión.



**Figura 3.25: Manómetro de 4" diámetro**

### 3.13 Esquema básico de la Combustión industrial

Los procesos de combustión en instalaciones industriales siempre obedecen a un esquema básico, cuyo conocimiento y comprensión resulta la llave maestra para acceder a cualquier proceso de combustión que se desea conocer y mejorar.

#### 3.13.1 Quemadores de gas natural

El quemador representa el corazón de cualquier sistema de combustión industria y su diseño, montaje y funcionamiento, factores determinantes para lograr el aprovechamiento racional del potencial calorífico del combustible.

En el caso particular de la utilización del GAS NATURAL, su importancia en el proceso es aún mayor, por resultar su diseño un factor fundamental para aprovechar

las ventajas y compensar las desventajas que ofrece el gas natural respecto a otros combustibles.

### 3.13.2 Funciones del Quemador

Cualquier quemador debe cumplir 5 funciones en el proceso de combustión; analicemos su comportamiento para el caso del gas natural:

**Aportar combustible en las condiciones adecuadas para su adecuado encendido y combustión.** En el caso del gas natural que llega con su propio impulso y no requiere pulverización ni atomización, esta función se limita al control y regulación del flujo a través de la precisión del propio gas, en función del impulso requerido a la salida de la tobera.

**Aportar parcial o totalmente, el aire con el oxígeno necesario para la combustión.** Al disponerse el gas natural de energía cinética los quemadores podrían prescindir de aire primario, actuando el chorro de gas como flujo dominante succión del 100% de aire secundario.

**Mezclar aire y combustible, aportando la energía cinética para formar la llama que resulte adecuada a la cámara de combustión y el proceso.** Esta es la principal función de los quemadores; en el caso del gas natural resulta particularmente importante, porque al contrario de los quemadores de carbón y petróleo, en los cuales la cinética de la reacción depende de la turbulencia y la intensidad de mezcla, en la combustión de gas se tiene que demorar la mezcla cuando se requiere aumentar la emisividad de la llama.

**Encender y quemar la mezcla,** se efectúa mediante un quemador auxiliar piloto o ignito con Diésel D2 o Gas, que debe mantenerse hasta que el calor liberado sea

mayor que el absorbido por el medio, manteniéndose estable la llama por encima del punto de ignición.

**Desplazar los productos de la combustión**, cuando se trabaja con tiro forzado. En el caso de gas natural, siendo mayor el volumen de gases de combustión, la exigencia de impulso será mayor.

### 3.13.3 Condiciones básicas del Quemador

Las condiciones básicas que un quemador debe satisfacer para conseguir una buena combustión, se analizan en los siguientes puntos:

#### **Elegido en función del hogar o cámara de combustión y del proceso**

El diseño o selección del quemador debe elegirse de acuerdo a:

La forma, dimensiones y temperaturas de las paredes del hogar o cámara de combustión.

El tipo de funcionamiento: continuo o intermitente.

El tipo de combustible y exceso de aire requerido.

Condicionamientos del proceso.

#### **Margen de regulación adecuado**

El margen de regulación indica la relación entre el caudal máximo y mínimo de combustible que gasta un quemador. Esta relación es propia de cualquier tipo de quemador y depende fundamentalmente de los siguientes factores:

Combustible utilizado.

Dimensiones de los conductores de aire y combustible

Velocidad del aire y del combustible

Forma de mezcla de los mismos

### **Estabilidad de funcionamiento**

La estabilidad de un quemador se define como la capacidad de mantener la llama dentro de los límites de su campo de regulación, es decir, mantener estable el frente de llama.

La estabilidad del frente de llama depende en gran medida del equilibrio que debe existir entre la velocidad de la mezcla aire – combustible y la propagación de la llama.

### **Control sobre la forma y dimensiones de la llama**

La forma y dimensiones de una llama vienen determinadas fundamentalmente por la potencia del quemador, sin embargo, pueden modificarse dentro de ciertos límites, por una serie de variables entre las que se pueden destacar: Grado de turbulencia, velocidad de la mezcla, exceso de aire, presión del aire de combustión y tamaño de las gotas pulverizadas en los combustibles líquidos.

### **Sistema de protección adecuada**

Los quemadores deben disponer de sistemas de protección, principalmente en los siguientes puntos:

Puesta en marcha, antes de la ignición debe procederse al barrido de la cámara de combustión para evitar el riesgo de explosiones.

Protección ante el fallo de llama, la pérdida de llama por cualquier causa debe cortar inmediatamente la alimentación de combustible.

Protección ante situaciones peligrosas, bajo nivel de agua en la caldera o interrupción de la alimentación de un horno, deben cortar inmediatamente la alimentación de combustible.

La seguridad resulta de carácter fundamental en el diseño y control operativo de los quemadores de gas, en razón de su volatilidad y que no resulta evidente su presencia, como en el caso de otros combustibles.

### **3.14. Calderas**

Es una máquina de ingeniería diseñada para generar vapor. Este vapor se genera a través de una transferencia de calor a presión constante en el cual el fluido originalmente en estado líquido se calienta y cambia de fase.

#### **3.14.1 Zonas importantes en toda Caldera.-**

En toda caldera se distingue dos zonas importantes.

**Zona de liberación de calor u hogar o cámara de combustión:** es el lugar donde se quema el combustible. Puede interior o exterior con respecto al recipiente metálico.

**Interior:** el hogar se encuentra dentro del recipiente metálico o rodeado de paredes refrigeradas por agua.

**Exterior:** Hogar construido fuera del recipiente metálico, está parcialmente rodeado o sin paredes refrigeradas por agua.

La transferencia de calor en esta zona se realiza principalmente por radiación (llama - agua).

Zona de tubo, es la zona donde los productos de la combustión (gases o humo) al agua principalmente por convección (gases- agua) están constituidos por tubos dentro los cuales pueden circular los humos o el agua.

### 3.14.2 Calderas verticales para agua

Calderas verticales para agua según modelo de fabricante 520 y 521 marca LEFLAM, diseñada y construida para una presión máxima de trabajo 3.5 a 10 Kg/cm<sup>2</sup> totalmente armado y probado en fábrica en lo que se refiere a resistencia mecánica y rendimiento en operación.

Indicador de presión

Indicador de temperatura con un rango de 0 a 100°C

Válvula de alivio para relevar la sobrepresión de trabajo

Valvular de esfera para purga instantánea.

Control de temperatura para el control del quemador de acuerdo a la temperatura dentro de la caldera.

**Quemador de tiro forzado**, con programador electrónico de encendido secuencial, que censa presión mínima de gas de alimentación, realiza pre barrido o limpieza del hogar de combustión de cualquier residuo de gas, generación de arco voltaico, apertura de válvula principal de gas y censado o monitoreo de flama correcta una vez encendido. Su capacidad en Kcal/h o BTU/h es efectiva a la salida al nivel del mar.

Requerimiento eléctrico para operación 220 voltios, dos fases, una tierra física, 60 cps.

Las calderas modelos 520/521 ideales para proporcionar agua caliente a baños turcos, clubes, gimnasios, hoteles, clínicas, hospitales, etc.

Se pueden proporcionar con quemador GLP, GAS NATURAL, DIESEL2, etc.

### 3.15 SELECCIÓN DEL MATERIAL DE LA TUBERÍA

#### 3.15.1 Tuberías en función a la Presión y el lugar

En la siguiente tabla N°3.4 nos indica el material de la tubería en función de la presión y su ubicación especial

**Tabla N°3.17:** Tuberías en función de la ubicación y presión

Presión	Tubería subterránea	Tubería de superficie
< 500 mbar	Acero revestido/PE/cobre revestido	Acero pintado/cobre
< 4 bar	Acero revestido/PE/cobre revestido	Acero pintado

#### El revestimiento

Las tuberías de acero subterráneas deberán ser protegidas contra la corrosión con un revestimiento adecuado. Si este revestimiento es de polietileno, deberá ser conforme a la Norma DIN 30670 o equivalente. El uso de cintas o pinturas epóxicas están sujetos a aprobación por la autoridad competente.

Las tuberías de acero de superficie serán protegidas contra la corrosión con pintura o galvanización, o los dos.

Las tuberías de cobre enterradas contarán con un revestimiento para su adecuada protección anticorrosiva y mecánica.

#### 3.15.2 Tuberías en Función del diámetro

En las tuberías de Pe y de acero no se especifican límites; sin embargo, deberán tener dimensiones y características que cumplan con las normas técnicas referenciales en este estándar.

### 3.16. Gas natural redes externas (acometida-servicio) redes internas

TENDIDO DE TUBERIAS ACERO AL CARBONO ASTM A56, API-5L DN (20",10",8",6",4",3").

ASTM1104-GrByPE(160,110,90,75,63,50,40,32,25,16.

HDPE110-SDR 17.6.Cabe mencionar que en redes externas.

ASTM 1104-GrB Y PE(160,110,90,75,63,50,40,32,25,16 HDPE 110)-SDR 17.6.

Cabe mencionar que en redes externas Acero Al Carbono A56-todo el diseño es en base a Norma Internacional ASME B31.1, ASME B31.3), Fact.Dis=0.3.WT:0.438"

ESPESOR (nota: SDR.11, mayor espesor)

- Para nuestro proyecto aplicamos tendido de redes internas después del ERMP, con tubería de acero de 2".

Las válvulas de corte general son de paso y de un 1/4v esféricas con norma ANSI B-16.33.Resistencia (10 bar)) de palanca manual, con certificación ISO-9001.

- La unión de las válvulas con los conectores machos de acuerdo a los diámetros de diseño SO-HE. SE utilizó cinta teflón para gas natural (amarillo) y sellantes fuerza media (F.M-Gastock) NTC-2505.

### 3.17. Aplicaciones del gas natural

- Instalaciones Residenciales NTP 111.011Edificaciones EM.040 – Comercio NTP 111.011, Industria NTP 111.010, Gas natural Licuado NTP 111.032.
- Gasocentros de GNV – NPT. 111.012, Conversión de Equipos a Gas Natural Vehicular.

### 3.18. Ventajas y desventajas del gas natural

#### Ventajas

Alto rendimiento sobre el combustible utilizado (95 %)

Notable reducción del costo de energía sobre unidad producida.

Gran versatilidad de uso.

Tecnología probada para numerosas aplicaciones.

#### Desventajas

Exige un gran conocimiento del costo de energía por parte de la industria.

(Alto costo Especialización: Post-grado, Diplomado, Maestría)

Difícil de justificar con bajos precios de la energía eléctrica de la red.

Difícil de justificar los excedentes de electricidad con bajos precios.

### 3.19. CUADRO DE POTENCIAS DE EQUIPOS DE LA PLANTA INDUSTRIAL

En la siguiente Tabla N°3.18 se presenta las potencias de los 02 equipos.

**Tabla N°3.18: Potencia de los Equipos por Conversión de Diésel a GAS NATURAL**

CANTIDAD	ESPECIFICACION DE EQUIPOS	POTENCIA EN: KW
01.-	Caldera de	100BHP
02.-	Horno de Reciclado de	30 BHP
	Potencia Total de los Equipos:	130 BHP.

### 3.20. Categorías/Tarifas/Consumos

Presentamos tabla energética del GAS NATURAL en utilidades Internacionales de 01 MMBTU del GAS NATURAL.

Categorías/Tarifas/Consumos (MMBTU/m<sup>3</sup>, US\$/MMBTU)

Poder Calorífico del GAS NATURAL para producir (1 MMBTU) EN:

- GAS NATURAL = 28m<sup>3</sup>
- Diésel = 7.3 galones
- 1 MMBTU = 1000pie<sup>3</sup>
- 1 m<sup>3</sup> = 35.32pie<sup>3</sup> (PC)
- MMBTU = Millón de BTU = 10<sup>6</sup> BTU
- IGJ = 0.9448 MMBTU
- IGJ = 10<sup>9</sup>J = 10<sup>6</sup> KJ

**Tabla N°3.19:** Categoría/Tarifas/Consumos. OSINERGMIN-CALIDDA

SECTORES	CATEGORIAS	TARIFAS US\$/MMBTU	CONSUMO
Residencial	A	6.25	(30).....300
Comercial	B	5.40	301.....17500
Industria Mediana	C	4.20	17501.....≤300000
Industria Grande	D	3.85	≥300001.....600000
Electricidad	E	2.21	≥.....900 000
Gasocentros GNV	D	17.00	≥300000.....≤1'500000
Gasoductos	D	11.00	≥600000.....≤2'500001
Virtuales	D	10.00	≥600000.....≤2'500002
Petroquímica			

**Tabla N°3.20:** Precios de combustibles en relación a su poder calorífico

COMBUSTIBLE	PODER CALORIFICO (BTU/GALON)	PRECIO * (US\$/GALON)	PRECIO EQUIVALENTE (US\$/MMBTU)
Diesel	131036	2.6	19.88
Kerosene	127060	2.80	22.06
GLP	97083	1.28	13.16
Residual 600(6)	143150	1.59	11.15
Residual 500(5)	143421	1.54	10.76
Gas Natural Seco	1000 BTU/PC(FT)		4.76

- Precio Ex – Planta Petroperú (vigente al 31-05-08)
- Precio estimado. Osinergmin (precio del gas + servicios de transporte y distribución), no incluye impuestos

Tipo de cambio: S/.2.92/US\$

**Tabla N° 3.21:** Características de algunos Gases Combustibles

Tipo de Gas	Densidad Relativa (s/u)	Densidad Absoluta (l) (Kg/m)	Poder Calorifico superior (kcal/m)	Poder Calorifico inferior (kcal/m)
GAS NATURAL	0.62	0.8012	8450	8300
GLP	1.65	2.13	23290	22300

## **CAPITULO IV**

### **DISEÑO E INGENIERÍA DE LA RED INTERNA A GAS NATURAL**

#### **4.1. Fases del Proyecto.-**

El cliente NOVA PLAST PERU S.R.L. hace un Contrato con la Empresa Salvagas Auto Sac. Para desarrollo del diseño e Ingeniería de la red interna de la planta industrial. Se presenta el proyecto elaborado a Cálidda, que lo aprueba dentro del plazo Correspondiente SFS, PIG1, PIG2 (máximo 15 días), dando lugar a un Cronograma de Obra. (Anexo N° 1)

#### **4.1.1. Cronograma de Ejecución del Proyecto Industrial de la Planta Industrial. (Anexo N° 2)**

Plan de trabajo (Cronograma de Obras) SFS, PIG-1, PIG2.

- Selección de Trazabilidad de Redes Internas.
- Ingeniería Conceptual Básica, Diseño de la Instalación de Las Redes Internas a la planta Industrial NOVA PLAST PERU S.R.L, MZA G LOTE 4- Urbanización Pro Industrial.
- Ejecución del Proyecto bajo norma NTP 111.010 y Normas Internacionales.
- Desarrollo Ingeniería de detalle. Estación de Regulación Primaria (ERPM), Secundaria (ERS) DOBLE RAMA, conversión inyectoros Gas Natural: 01 Calderos, 01 Hornos de Reciclado, y 1 TAF.
- Obras Civiles- Mecánicas y Eléctricas.
- Ventilación y Evacuación de Gases de Combustión

- Se realiza la planificación Operativa del Proyecto 30 días Hábiles.
- Al 95% del proyecto estará supervisado por CALIDDA para posteriormente habilitar el Suministro a GAS NATURAL a la Planta Industrial.

El recupero de la inversión fue en 6 meses (Evaluación de Costos Energéticos MMBTU/m<sup>3</sup>)

El cálculo en Alta Presión ALTP, Formula del Dr. Renovar Cuadrática donde ALTP (P>1.5 a 3 bar), en media Presión MPA formula del Dr. Renouard donde MPA (P>100mbar).

#### **4.2. Costos Operativos y Mantenimiento Antes de la Conversión a Gas Natural.**

Costos Operativos eran muy altos, en consecuencia la Oferta de Gas Natural por Calidda para Clientes Potenciales era más rentable y económico.

- 01 Caldero
- 01 Horno de Reciclado

Tamaño mediana industria ubicada en la Mza G Lote 4 –Urb Pro- Industrial-Lima.

Ubicar los Puntos de Consumo con Norma para buen Funcionamiento.

Consumo por horas altos (8 Horas, 6 días a la semana)

Presión de Ingreso (3Bar-ERPM) Redes internas /Ingeniería Básica

Presión Red Externa PE-63 SDR 17.6, 19/10bar) Max: 19 bar, Min: 10 bar

Costos de Mantenimiento Elevados.

### 4.3. Tecnología y Optimización para la Conversión Energética de D2 a GN

Con los equipos ya existentes y sus potencias definidas en Kcal/h totales, elaboramos el cálculo (planilla de cálculo para el diseño de la red interna de la industria Nova Plast Perú SRL y obtenemos como resultado diámetros de la red de los 02 equipos más la toma a futuro con Material de Acero ASTM, Considerando la velocidad y presión

En Acero  $V < 20$  a  $30$  ms/seg, Alta Presión  $1.5$  a  $3$  Bar, Dr. RENOUARD Cuadrática, WEYMOUTH y  $V < 20$  ms/seg,  $MPA > 100$  mbar, Dr. RENOUARD, con la Presión Operativa para Cada equipo

### 4.4. Cálculos del Caudal Normal y Estándar.

$Q_n = \text{Potencia consumo Total de Equipo (Kcal/h)} = (m^3/h)$ ,

Poder calorífico Superior (Kcal/m<sup>3</sup>)

$Q_n = \text{Caudal Normal}$

$Q_n = (0^\circ C,$

$Q_s = 1.05 \times Q_n (m^3/h) = \text{caudal standard}$

$Q_s = (15.5^\circ C, 760 \text{ mmHg})$

Se hace la conversión:

### Capacidad de Consumo de la Planta Metalúrgica

Aplicaciones	Capacidad	unidad	m <sup>3</sup> /Hr
Caldero (01)	100	BHP	100 M <sup>3</sup> /Hr
Horno (01)	30	BHP	30 M <sup>3</sup> /Hr
TOTAL	130	BHP	130 M <sup>3</sup> /Hr

#### 4.5. Parámetros de Diseño de las Redes Internas a Gas Natural Planta Industrial

**Ps=3bar (Distribuido por CALIDDA después de la ERPM)**

Consumo total	Q(S)=130 m <sup>3</sup> /h.
Presión de trabajo= 3 bar	80: 340mbar a Caldera 100 BHP.
Presión Entrada	: Pe<3barg
Ps=P regulada	=3 barg, Doble Rama
Q Caldera	= (100 m <sup>3</sup> )
Q Horno	= (30 m <sup>3</sup> )
Ps=Regulada	=3 barg.

Ver planilla de cálculo Dr. RENOUEARD MPA (P>100mbar)

Identificado los equipos por sus propias particularidades con diferentes Equipos se procede a determinar la demanda horaria de gas natural en (m<sup>3</sup>/h), esto se puede realizar por datos estadísticos y cantidad de combustible que cada equipo consume.

Para este proceso se debe tener en cuenta las siguientes propiedades y Equivalencias.

Poder calorífico del Gas Natural (PC GN)	=36.550,71	Btu/m <sup>3</sup>
Poder calorífico del Diésel 2(PC D2)	=132.000,00	Btu/Gl
Poder calorífico del GLP)	= 96.000,00	Btu/Gl
1 BHP	= 33472	Btu/h
1 BTU	= 0,251995761	Kcal.
1 KW	=3412, 14	Btu/h
1 Kcal/h	= 0,252	Btu/h
1 m <sup>3</sup>	= 35,31	ft <sup>3</sup> .

**Tabla N<sup>o</sup>4. 1- Tabla de conversión de energía**

<b>ENERGIA</b>			
<b>Gas Natural</b>	<b>BTU</b>	<b>Kcal</b>	<b>Kilowatt-hora</b>
1pie cubico (ft3)	1000	252	0,34
1metro cubico (m3)	35314	8899,12	10,27

**Tabla N<sup>o</sup>4. 2-Tabla de Equivalencia de Consumo de combustibles****Tabla Práctica**

<b>Gas Natural</b>	<b>GLP</b>	<b>Kerosene</b>	<b>Diésel</b>	<b>Residual 6</b>	<b>Residual 500</b>
1MM BTU 1000ft3	10,43 gal	7,87 gal	7,63 gal	6,98 gal	6,97 gal

Fuente Petroperú

**4.6. Ingeniería, Diseño y Formulas Aplicadas****4.6.1. Diseño de Redes Internas Industria, Marco Legal**

L.G.H:26221/DS:042-MEM/DS:042-99-MEM/D.S:038-2004-MEM

Bajo norma. Redes Internas Industria, NTP 111.010

Condiciones Generales en el Diseño.

Caída de presión permitida entre el punto de suministro y los equipos de consumo será como máximo el 50% de la presión regulada al comienzo de cada tramo finalizado.

**4.6.2 Calculo del diámetro de la tubería**

Para poder calcular el diámetro de la tubería previamente calcularemos el caudal de gas natural seco requerido por el caldero de 100 BHP, Horno de Reciclado 30 BHP.

El flujo de gas natural se calcula usando la siguiente fórmula:

$$Q = P_n / PC \text{ ----- } 4.1$$

Dónde:

$P_n$  = Potencia nominal del equipo

$PC$  = Poder calorífico superior del gas natural

Para un caldero de 100 BHP  $*9.81/\text{BHP} * 860 \text{Kcal/h/KW} / 8,450 \text{Kcal} = 99.84 \text{m}^3/\text{h}$ .

Para un horno de 30 BHP  $*9.81/\text{BHP} * 860 \text{Kcal/h/KW} / 8,450 \text{Kcal} = \underline{29.95 \text{m}^3/\text{h}}$ .

129.79  $\text{m}^3/\text{h}$

Una vez determinado el consumo de gas natural del caldero podemos determinar el diámetro de la tubería que se usaría para llevar el gas hasta el caldero, para eso usaremos la siguiente formula (Ref. Norma Técnica Peruana NTP 111.010):

$$V = \frac{365.35 * Q}{n^2 * P} \text{ ----- } 4.2$$

Dónde:

$Q$  = Caudal en  $\text{m}^3/\text{h}$

$P$  = Presión de cálculo en bar (presión absoluta)

$D$  = Diámetro interior de la tubería en mm.

$V$  = Velocidad lineal en m / s

Para calcular el diámetro de la tubería asumiremos una velocidad lineal del gas, sabemos que esta tiene que ser  $< 30 \text{m} / \text{s}$ , asumiremos  $25 \text{m} / \text{s}$ .

$P = 3 \text{ bar} + 1,01396 \text{ bar} = 4,01396 \text{ bar}$

$Q = 129.79 \text{ Sm}^3/\text{h}$

Reemplazando valores en la fórmula 4.3 obtenemos el valor del diámetro:

$$D^2 = \frac{365,35 \cdot 130}{25 \cdot 4,01396}$$

$$D = 21,737 \text{ mm}$$

La tabla siguiente nos permitirá seleccionar el diámetro adecuado de la tubería.

Tabla 4.1: Diámetro de tubería

Nominal Pulgadas	Diámetro interior Mm	Espesor mínimo de la pared(mm)	
10,3	1/8	6,90	1,7
13,7	1/4	9,30	2,2
17,1	3/8	12,52	2,3
21,3	1/2	15,80	2,8
26,7	3/4	20,93	2,9
33,4	1	26,64	3,4
42,2	1 1/4	35,05	3,6
48,3	1 1/2	40,89	3,7
60,3	2	52,50	3,9

De la tabla seleccionamos una tubería de diámetro 2”.

#### 4.6.3 Cálculo de la velocidad de circulación del gas

Para calcular el diámetro de la tubería asumimos una velocidad de 25 / s, con el valor el diámetro ya calculado procederemos a calcular la velocidad real de circulación del gas.

Reemplazando valores en la fórmula 5.2:

$$V = \frac{365,35 \cdot Q}{D^2 \cdot \rho}$$

$$V = \frac{365,35 \cdot 130}{(21,737)^2 \cdot 4,01396}$$

$$V = 25,04 \text{ m / s}$$

#### 4.6.4 Cálculo de la caída de presión

Para el cálculo de la caída de presión entre los diferentes tramos de la tubería de circulación del gas natural usaremos la fórmula de Renouard simplificada para presiones en el rango de 0 Kpa (0 bar a 4 bar); válida para  $Q/D < 150$  (Ref. Norma Técnica Peruana NTP 111.010):

$$P_1^2 - P_2^2 = 48600 * S * L * \frac{Q^{1.82}}{D^{3.07}}$$

Dónde:

$P_1$  y  $P_2$  = presión absoluta en ambos extremos del tramo (bar)

S= Densidad relativa del gas natural (0.62)

L= Longitud del tramo en km, incluyendo la longitud equivalente de los accesorios que la componen. (1)

Q= Caudal en  $\text{Sm}^3/\text{h}$  (condiciones estándar)

D= Diámetro en mm.

(1) Para hallar la longitud equivalente de accesorios y válvulas remitirse a la tabla resistencia de codos, accesorios y válvulas para gas natural expresado en longitud equivalente de tubería recta en metros en anexos (anexo 2).

Como ejemplo, calcularemos la pérdida de presión en el tramo que va desde el punto

A hasta el punto B (ver plano isométrico):

$$P_1 = 1,96 \text{ bar} + 1,01396 \text{ bar} = 2,97396 \text{ bar}$$

$$S = 0,62$$

$$L = 30 + L_{\text{equiv}}(1 \text{ Codos roscados de } 2'') = 30 + 1 * 1,58 = 31.58 \text{ m} = 0,03158 \text{ km}$$

$$Q = 129.79 \text{ Sm}^3/\text{h}$$

$$D = 52,5 \text{ mm}$$

$$(2,97396)^2 - (P_2^2) = 48600 * 0,65 * 0,011116 * \frac{(129,79)^{1,82}}{(52,5)^{4,82}}$$

$$P_2 = 2,944 \text{ Bar}$$

En la tabla 4.2 se muestra la planilla de cálculo para toda la instalación interna de tuberías.

Tabla 4.2: Planilla de Cálculo

PLANILLA DE CALCULO 130M<sup>3</sup>

PLANILLA DE CARGAS A MINIMA PRESION DE SUMINISTRO											
ESTACION DE REGULACION Y MEDICION PARA NOVA PLAST PERU S.R.L											
TRAMO	CAUDAL (m <sup>3</sup> /h)	LONGITUD		P1 (BAR)	P2 (BAR)	P1 <sup>2</sup> -P2 <sup>2</sup> ABSOLUTA	D CALCULADO (mm)	D.ADOPTADO		VELOCIDAD (m/s)	TIPO JUNTA SOLDADA
		REAL	CALCULADO					(mm)	(pulg)		
A-B	130	1.13	15.32	10.0000	9.9990	0.022	11.98	50	2.0	1.72	SOLDADA
B-C	130	0.130	0.115	9.9990	3.0000	REGULADOR TORMENE ANDEN. #A-625					
C-D	130	1.74	9.24	3.0000	2.9984	0.013	19.81	50	2	4.71	SOLDADA
D-E	130	0.171	1.171	2.9984	2.9084	MEDIDOR ROTATIVO G-25					
E-F	130	1.31	16.94	2.9084	2.9053	0.024	20.04	50	2	4.82	SOLDADA

#### 4.6.5 Criterio usado para determinar la distancia entre soportes de las tuberías

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

Tabla 4.3 Soportes de tuberías

Tamaño nominal Tabla 4.3 Soportes de tuberías De la tubería Rígida(pulgadas)	Distancia entre soportes		Tamaño nominal de la tubería flexible(pulgadas)	Distancia entre soportes	
	M	Pies		M	pies
½	1,85		½	1,25	4
¼ o 1	2,45		5/8 o ¾	1,85	6
1 ¼ (horizontales)	3,0		7/8 o 1	2,45	8
1 ¼ (horizontales)	Una en cada nivel o piso				

#### 4.6.6 Distancia entre tuberías de gas y tuberías de otros servicios

No deben instalarse en las inmediaciones de cables eléctricos, tuberías de calefacción u otras instalaciones que puedan causar daños. En la tabla 4.4 se indica las distancias mínimas entre las tuberías que conducen gas y las tuberías de otros servicios.

**Tabla 4.4.- Distancias mínimas entre tuberías que conducen gas y tuberías 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

#### 4.6.7 Señalización de tuberías

La tubería debe ser señalizada de acuerdo a las siguientes recomendaciones:

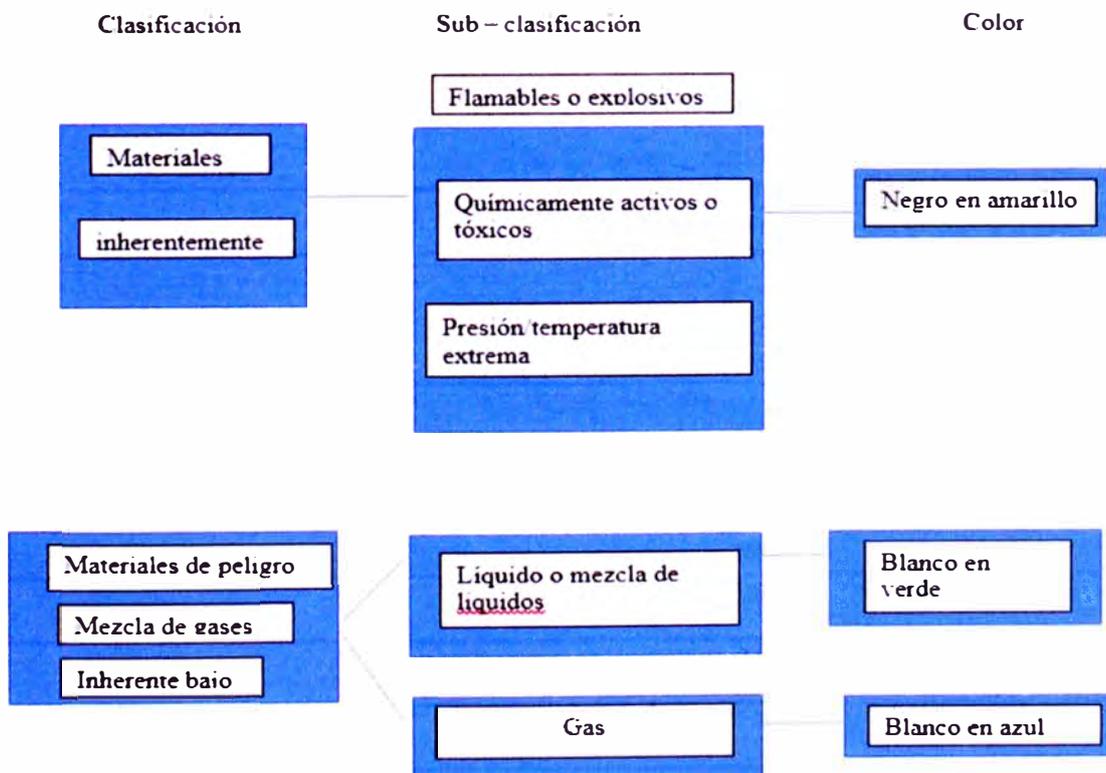
##### Texto para identificación

Los rótulos de la tubería se colocaran de tal manera que sean fácilmente visibles por el personal de la planta. El texto que se debe leer en las tuberías debe hacer referencia al fluido que circula por la tubería y la dirección del flujo y si el fluido es peligroso o seguro y la presión la cual viaja el fluido. De acuerdo a lo dicho anteriormente, el rotulo en cada tubería debe ser "Peligro Gas Natural 2 Bar". A continuación de esta indicación debe ir una flecha que indique el sentido del flujo del gas.

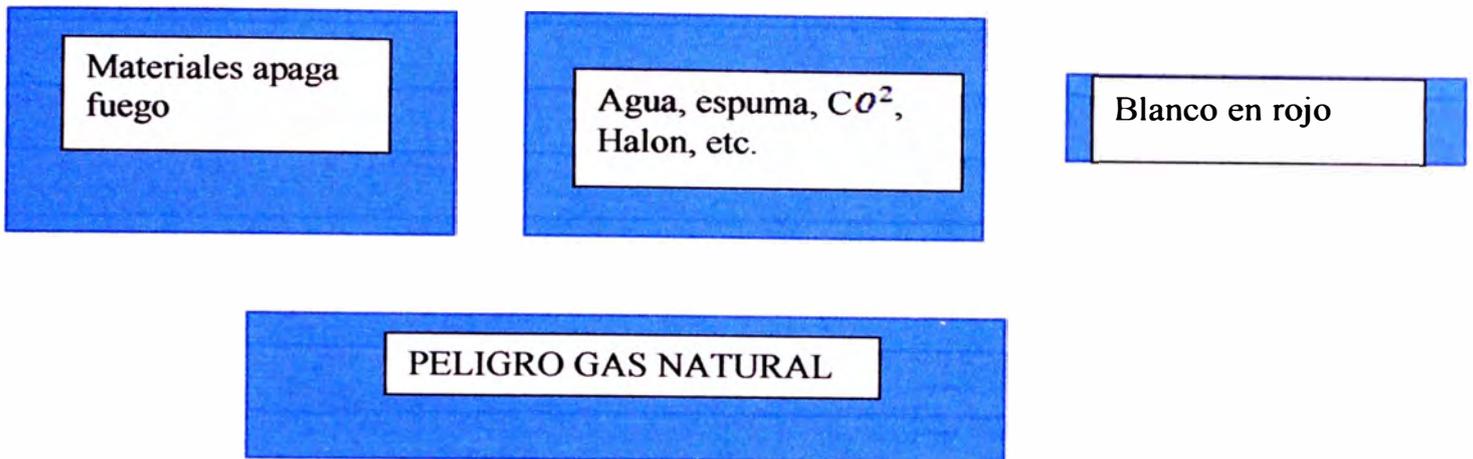
## Color

La norma ASME A13.1 recomienda usar colores distintivos para cada tipo de fluido que circula por las tuberías, por lo que las letras de los rótulos deben ser de un color que con traste y permita una fácil identificación de la tubería. Para ellos la norma ASME recomienda 3 clasificaciones que agrupan a la mayoría de fluidos que se distribuyen a través de tuberías a partir de dichas clasificaciones se tienen subclasificaciones a las que se les ha asignado un tipo de señalización adecuado dependiendo del riesgo que representa el fluido contenido en las tuberías.

El siguiente esquema muestra el cuadro de clasificación que recomienda la norma ASME A 13.1 – 1996



Según estos criterios el rótulo tendrá las siguientes características:



**Figura 4.1: Tipos de Rótulos**

La norma ASME A 13.1 recomienda también el alto de las letras y el largo de los rótulos de acuerdo al diámetro de la tubería. Los tamaños recomendados se alistan en la tabla 4.5.

**Tabla 4.5 Dimensiones de rótulos**

Diámetro exterior de la tubería $\phi$	Alto del rotulo H	Largo del rotulo L
$\frac{3}{4}$ " a $1 \frac{1}{4}$ "	$\frac{1}{2}$ "	8"
$1 \frac{1}{2}$ " a 2"	$\frac{3}{4}$ "	8"
$2 \frac{1}{2}$ " a 6"	$1 \frac{1}{4}$ "	12"
8" a 10"	$2 \frac{1}{2}$ "	24"
Más de 10"	$3 \frac{1}{2}$	32"

#### 4.6.8 Ubicación de los rótulos

La norma ASME A 13.1 recomienda colocar los rótulos adyacentes a válvulas, cambios de dirección, inmediatamente antes y después de un cruce a través de una pared y en tramos extensos de tubería se colocaran los rótulos espaciados una distancia que puede oscilar entre 7,5 m (25 pies) y 15m (50 pies).

#### **4.6.9 Selección de la Trazabilidad de las Redes Internas.**

Se realizó varias trazabilidades. Eligiendo la óptima por Costos.

#### **4.7. Prueba de hermeticidad**

Finalizada la construcción del sistema de tuberías, deberá ser probada para verificar su hermeticidad, utilizando como fluidos en aire, nitrógeno o cualquier gas inerte, en ningún caso, oxígeno o un gas combustible, durante 4 horas. EL Propósito es localizar y eliminar toda pérdida en la instalación.

La prueba de presión de hermeticidad deberá ser de 1,5 veces la presión máxima admisible de operación (MAPO) por un lapso no menor a 4 horas. En el caso de sistemas de tubería con una MAPO de 3 bar o menos, la presión de prueba de hermeticidad deberá ser de 7 bar como mínimo, como lo estipula la Norma de Calidda N° ET-70801.

#### **4.8. Sub-estación de regulación**

Conjunto de elementos instalados con el propósito de reducir y regular automáticamente la presión del fluido aguas debajo de la estación de regulación de presión y medición primaria. Su utilización se requiere cuando la presión de trabajo de consumo difiere de la presión de ERPMP regulada y asignada.

##### **4.8.1. Componentes de la Sub-estación de regulación**

La Sub-estación de regulación cuenta con los siguientes elementos:

### **Válvula de cierre manual**

La válvula reguladora de presión de funcionamiento automático instalada aguas abajo del filtro Y. Esta válvula debe ser capaz de reducir la presión y eliminar fluctuaciones.

### **Manómetro**

Los manómetros permiten conocer las presiones de entrada en la ERS y la presión regulada aguas debajo de la válvula reguladora de presión.

### **4.8.2. Quemador**

El Quemador representa el corazón del cualquier sistema de combustión industrial y su diseño, montaje y funcionamiento, factores determinantes para lograr el aprovechamiento racional del potencial calorífico del combustible

### **4.8.3. Selección del Quemador Del Caldero Horizontal de 100 BHP**

Quemador marca Manser

Generador Máximo Calor: 210.715 Mcal/h (245.0174 KW)

Combustible: Gas Natural

(PCS= 8450 Kcal/m<sup>3</sup>)- 9.82 KW-h/m<sup>3</sup>

Control: Automático

Presión de trabajo: 110 m bar. De Rango (80:360 mbar)

Consumo: 100 m<sup>3</sup>/h

Sistema de protección: Pozo a tierra

Estabilidad de la Llama

La superficie que limita la llama por su parte interior se denomina frente de llama y su situación está condicionada por un equilibrio entre la velocidad de circulación de los gases y la velocidad de propagación de la llama; expresadas en términos prácticos, para conseguir una llama estable se debe mantener un equilibrio entre la velocidad con la que ingresa la mezcla combustible y la velocidad con la que se quema.

Factores de control operativo sobre la estabilidad de la llama

Para mantener el equilibrio entre la velocidad de los gases y la propagación de llama resulta de fundamental importancia las tres Tés clásica de la combustión, esto es, tiempo, turbulencia y la temperatura.

El tiempo determina la velocidad con que se efectúa la reacción u resulta fuertemente determinado por el tamaño de la partícula del carbón, si se eleva la temperatura de la llama aumentara la velocidad de reacción y con ella la generación de calor, así mismo aumentara el volumen de los productos de combustión incrementándose la Turbulencia en el entorno de la llama.

El aumento de la turbulencia favorecerá la cinética de la reacción, disminuyendo el tiempo de la reacción, la mayor generación del calor producirá un incremento de la temperatura.

Esta constante influenciada por estos tres factores determinara las condiciones de llama en consecuencia la eficiencia de la combustión.

#### **4.8.4. Ingeniería de la Combustión de los Quemadores.**

1. Tamaño de la partícula
2. Turbulencia de los gases de la combustión

3. Tiempo de reacción de la mezcla
4. Temperatura de la llama
5. Transferencia de calor
6. Tiro para los gases de la combustión
7. Transporte de los gases de la combustión

#### **4.8.5 Estabilidad de la llama**

La superficie que limita la llama por su parte anterior se denomina Frente de llama y su situación está condicionada por un equilibrio entre la velocidad de circulación de los gases y la velocidad de propagación de la llama, expresadas en términos prácticos, para conseguir una llama estable se debe mantener un equilibrio

Entre la velocidad con la que ingresa la mezcla combustible y la velocidad con la que ingresa la mezcla combustible y la velocidad con la que se quema.

#### **4.8.6. Factores de Control Operativo sobre la estabilidad de la llama**

Para mantener el equilibrio entre la velocidad de los gases y la propagación de la llama resulta de fundamental importancia las tres Tees clásica de la combustión esto es, Tiempo, Turbulencia y la Temperatura.

El Tiempo determina la velocidad con que se efectúa la reacción y resulta fuertemente determinado por el tamaño de la partícula del carbón; si se eleva la temperatura de la llama aumentará la velocidad de reacción y con ella la generación de calor; así mismo aumentara el volumen de los productos de la combustión incrementándose la Turbulencia en el entorno de la llama. Pero en el desarrollo de la combustión intervienen otros parámetros Transferencia de calor, Transporte de gases

y Tiro que crea las condiciones de circulación de gases y la tensión (presión) en el interior de la cámara de combustión.

El aumento de la Turbulencia favorecerá la cinética de la reacción, disminuyendo el tiempo de la reacción, la mayor generación del calor producirá un incremento de la temperatura.

Esta constante influenciada por estos tres factores determinara las condiciones del equilibrio de llama en consecuencia la eficiencia de la combustión.

#### **4.9. Calculo de la Instalación de la Red Interna.**

**Paso 1:** Determinando los caudales de los aparatos, la instalación cuenta con 2 aparatos cuyas potencias nominales son las indicadas en el cuadro:

1.- 1 Caldero Horizontal de 100 BHP

2.- Horno de 30 BHP.

Opera combustible: R-500(2.10\$/Galón). 1MMBTU/6.97Galns.(R-500)

Consumo Mes: 3000 Galones/Mes (100Galones/Mes)

Tiempo Operativo: 8 h/diario.

$3000\text{Galns}/D * D/8 = 12.5\text{Glns}/h$  1MMBTU/6.97Glns\*28m<sup>3</sup> GN/1MMBTU= m<sup>3</sup>/hr.

Considerando Demanda mayor por un Caldero (100 BHP), un Horno de Reciclado (30BHP).=75 m<sup>3</sup>/hora.

## CAPITULO V

### Evaluación Económica

$$Q(s) = 130\text{m}^3/\text{hora}$$

1 caldera de 100 BHP

1 Horno de reciclado 30 BHP

130 BHP

La industria consume combustible Diésel Residual (R5) Un total de 3000 galones al mes.

$$\text{Costo Actual: } 3000 \text{ Galones R5} \times \$7.80 / 2.92 = 23,400.00 \text{ Soles}$$

$$\text{Mes } 1 \text{ Galón } 1\text{USS} = \text{USS}/8,013.70$$

Cálculos por Conversión a Gas natural en  $\text{m}^3/\text{h}$

$$3000 \text{ Galones} \times 1\text{MMBTU} \times 28 \text{ m}^3 \text{ GN} \times 0.42 = Q(s) = 4.927.37\text{m}^3$$

$$\text{Mes } 7.16 \text{ Galones } 1\text{MMBTU} \text{ Mes}$$

$Q(s)$  = Dentro del rango categoría B (Tarifa Mediana Industria)

Calculo del Q por la conversión del gas natural

$$\text{Caudal de la industria} = 4.927.37 \text{ m}^3/\text{mes}$$

$$\text{Tarifa} = 5.4 \text{ USS} / \text{MMBTU} \rightarrow \text{Osinermin}$$

$$1 \text{ MM BTU} = 28\text{M}^3$$

$$\text{Costo Total } \$ \text{ Mes} = 950.28$$

Ahorro de la Inversión de la industria Novaplast Peru Sac

$$\text{USS}950.28/\text{Mes} = \$ 2,774.81/\text{Mes}$$

$$\text{Ahorro} / \text{Mes} = 23,400.00 - 2,774.81 = 20,625.19 = \text{USS}/7,063.42$$

$$\text{USS}/7,063.42 * 12 = 84,761.04$$



## **CAPÍTULO VI**

### **PLAN DE CONTINGENCIAS (SEGURIDAD) OHSAS 18001**

EXTINTORES (NTP INDECOPI -350.042)

1XP/Ambiente Total (3)

Polvo Químico Seco (PQS)

Peso: 12 Kg/Cu (mínimo) NTP. INDECOPI.350-042

Ubicado: 1.20M (NTP) Altura (NTP.111-011)

#### **SEGURIDAD PLAN DE CONTINGENCIAS**

El gas natural es una fuente de energía limpia y segura, no obstante, se deben tener en cuenta normas de seguridad para su manipulación para el mantenimiento de instalaciones y equipos.

El gas natural en su estado no tiene olor, no es tóxico y es más ligero que el aire, se oloresa antes de distribuirlo dándole un olor característico que permite su rápida detección por medio del olfato.

La seguridad en las instalaciones de gas natural depende de varios factores tales como un óptimo mantenimiento, una adecuada utilización y el uso de sistemas automáticos de fugas y condiciones de explosividad. NFPA-30 manejo de materiales y combustibles.

Consejos prácticos para usar con seguridad el gas natural:

- Las instalaciones industriales, solo deberán ser realizadas por instaladores debidamente autorizados.

- Si necesita hacer o modificar su instalación de gas natural, solo lo puede hacer con la debida supervisión técnica.
- Si detecta una anomalía en sus aparatos o en su instalación, avise al servicio técnico.
- Cada cuatro años, al menos, revise su instalación y sus aparatos de gas natural para su excelente funcionamiento.
- No obstruya las rejillas de ventilación y mantenga siempre una ventilación.
- El ducto de salida de los gases de la combustión (chimenea) es fundamental para el buen funcionamiento de los aparatos. Haga que se lo instale personal especializado u siempre con la debida supervisión técnica.
- En paradas prolongadas, cierre la válvula de paso del gas natural, siguiendo las instalaciones de su manual de seguridad.
- El buen estado de llama (estable y azul) asegura que se está produciendo una buena combustión
- Compruebe si su instalación es segura y no tiene escapes de gas natural. Haga periódicamente la siguiente prueba:
  1. Cierre los mandos de todos sus aparatos de gas natural y mire el número que marca el medidor.
  2. Espere 15 minutos y vuelva a mirar el contador. Si el número ha variado, cierre la llave general de paso del gas natural y avise a su técnico autorizado.

Las fugas de gas natural nunca se deben buscar con una llama.

## ¿QUÉ DEBE HACER SI SE PERCIBE EL OLOR A GAS?

- Abra las puertas, ventanas el establecimiento
- No accione interruptores eléctricos.
- Cierre la llave general del gas natural y a continuación compruebe si están cerradas las llaves de los quemadores.
- En el caso de que el olor a gas natural persistiera, deberá avisar a su instalador autorizado.

## CONCLUSIONES

- En el diseño de sistemas de uso de Gas Natural, lo más importante es cumplir tanto para la disciplina mecánica, eléctrica, civil y arquitectura, con lo especificado en las normas locales que resaltan la importancia de la seguridad de los equipos para el proyecto y mantener así la buena integridad de sus usuarios para posterior operación de sus instalaciones.
- Es necesario tener bien definido la ubicación de los ambientes y la distribución de las redes mecánicas y sanitarias dentro del proyecto.
- Respetando lo anterior y respetando los requerimientos mínimos exigidos por Osinergmin, se puede realizar a detalle el diseño mecánico PIG-1.
- Las instalaciones Mecánicas se realizaron respetando lo establecido en la Normativa peruana 111-010 y Especificación Técnica E-T-70803 de Calidda.
- Se ha logrado concluir con el Objetivo de la Conversión energética Diésel Residual 5 del Caldero de 100 m<sup>3</sup>, un Horno de Reciclado de 30 m<sup>3</sup>. Totalizando 129.79 m<sup>3</sup>
- La Planilla de Calculo nos determina de manera precisa la Presión de trabajo del Caldero, el Horno de Reciclado, los Diámetros de Entrada antes del Regulador de 2" de diámetro y el otro ramal de 2" de Diámetro para el Horno.
- Ha sido factible obtener las condiciones de instalación de las Redes Internas con Tuberías de Acero ASTM 53, SCH 40, para que luego del respectivo Diseño de la ERPM y cálculos realizados, podamos obtener especificaciones para la selección de los de los Reguladores, Manómetros, Filtros de

Medición, Medidor Rotativo, Corrector Electrónico PTZ con entrada de pulsos BF, Quemadores y Accesorios ISO 9001 garantizan la Conversión y Validación del proyecto a Gas Natural respeto a las normas nacionales e internacionales para un buen funcionamiento.

- Con todo lo Expuesto se concluye que la recuperación de la Inversión es en menos de 6 meses, por tanto el proyecto de la conversión es Factible logrando con ello los objetivos de la conversión de R5 a Gas Natural.
- Se ha logrado realizar un análisis económico usando el concepto de eficiencia del menor costo del Gas Natural, con respecto a otros combustibles mas caros, obteniendo indicadores de optimización de los costos operativos mediante la **CONVERSION A GAS NATURAL.**

## RECOMENDACIONES

*A continuación se presentan algunas recomendaciones relacionadas a los resultados del Proyecto elaborado:*

1. Sobre la base de los criterios para identificar la demanda futura de gas natural del proyecto industrial es necesario utilizar las normas nacionales e internacionales en el mantenimiento de las líneas del gasoducto.
2. En concordancia con lo señalado en la recomendación previa, se recomienda realizar evaluaciones periódicas de mantenimiento de los equipos y accesorios de la industria.
3. En la construcción de la ERPM es importante realizar el trazado de líneas de las zonas de línea de frontera de la industria tratando de no interferir con cableado de instalaciones eléctricas y tuberías de conexiones de agua, cumpliendo con la norma 111-010.
4. Realizar un cronograma de trabajo y llevar el control de su ejecución día a día (Anexo 3)
5. En el montaje de las tuberías al término del proyecto realizar la prelimpieza de todas y cada una de las tuberías y verificar que se haya eliminado toda la conexión existente para que haya una prueba de hermeticidad óptima.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Manual de Estaciones Receptoras a Gas Natural España Capitulo N° 4.
- [2] Osinergmin, “Masificación del gas natural en el Perú- Hoja de ruta para acelerar su desarrollo”. Publicación elaborada por la División de Gas Natural de la Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria (GART) de OSINERGMIN y editada por Teps Group S.A.C. según Orden de Servicio 002 - 000047.
- [3] Ing. Antero Ganoza Idiáquez, “Supervisiones en actividades hidrocarburos líquidos en la unidad de registros y operaciones comerciales”. OSINERGMIN,[http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/I%20FORO%20REGIONAL%20DE%20HIDROCARBUROS-REGION%20ANCASH/2.-Supervisión 20%, Seguridad 20%, Instalaciones20%,20%. Servicio, Grifos 20%,20%Gasocentros.pdf](http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/I%20FORO%20REGIONAL%20DE%20HIDROCARBUROS-REGION%20ANCASH/2.-Supervisión%20,Seguridad%20,Instalaciones%20,20%.Servicio,Grifos%20,20%Gasocentros.pdf).
- [4] Quadri, Néstor instalaciones de Gas.  
Ciudad Autónoma/Buenos Aires.  
5ta Edicion-2004, República Argentina.
- [5] NTP 111.010:2003, “GAS NATURAL SECO. Tuberías para Instalaciones Internas Industriales. 1a. Ed.”, Publicado por R. 0114-2003/INDECOPI-CRT (2003-12-12).
- [6] NTP 111.031:2008, “GAS NATURAL SECO. Estación de compresión, módulos contenedores o de almacenamiento y estación de descompresión para el gas natural comprimido (GNC)”, Publicado: R. 41-2008-CNB-

INDECOPI (2009-01-03)

[7] Especificación Técnica de Calidda E-T-78001 para diseño de Accesorios

[8] NORMAS DE SEGURIDAD QUE SE PUEDEN UTILIZAR EN  
INSTALACIONES DE GAS NATURAL

Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos (D.S.042-99-EM).

Asimismo, se puede consultar las siguientes normas: NFPA 54

Nacional Fuel Gas Code

ANSI/ ASME B 31.8-2000

Gas transmission and distribution Piping Systems

ANSI/ ASME B1.20.1-1983

Pipe threads, general purpose (inch)

ASME B36.10M

Welded and Seamless Wrought Steel Pipe

ASTM B837-95

“Standard Specification for Seamless Copper Tube for natural Gas and Liquefied  
Petroleum (LP) Gas Fuel Distribution Systems”

ASTM F 1055-98

Standard Specification for Electrofusion Type Polyethylene Fittings for Outside  
Diameter Controlled Polyethylene Pipe and Tubing

CAN/CSA-B137.4-99

Polyethylene Piping Systems for Gas Services

CAN/CSA-B137.4.1-99

Electrofusion-Type Polyethylene Fitting for Gas Services

CAN/CGA-B149.1-M91

Natural Gas Installation Code

CSA Z662-99

Oil and Gas Pipeline Systems

API 5L

Ultima edición: Specification for Line Pipe

CEN EN 1555

Partes 1 a 4: Plastics piping Systems for the Supply of Gaseous Fuels

Polyethylene (PE)

CEN EN 12007

Gas Supply Systems-pipelines

### **Referencia Normativa Legal**

PERÚ. Congreso de la República. (1993) Ley 26221: Ley Orgánica que Norma las Actividades de Hidrocarburos en el Perú.

PERÚ. Congreso de la República. (1993) Ley 27133: Ley de Promoción del desarrollo de la Industria del Gas Natural.

PERÚ. Ministerio de Energía y Minas. (2007) Decreto Supremo N° 081-2007-EM: Reglamento de transporte de hidrocarburos por ductos.

PERÚ. Ministerio de Energía y Minas. (2008) Decreto Supremo N° 040-2008-EM: T.U.O. del Reglamento de distribución de Gas Natural por Red de ductos.

PERÚ. Ministerio de Energía y Minas. (1999) Decreto Supremo N° 040-1999-EM: Reglamento de la Ley de Promoción de la Industria del Gas Natural.

# **ANEXOS**

# PIG1 ERM

## INDICE

- Acta de Ubicación de ERM
- Copia de la Respuesta de SFS
- Memoria de Cálculo
- Memoria Descriptiva
- Cronograma de Obra
- Plano de Implantación de la Caseta de la ERM
- Plano de la Caseta de la ERM
- Plano de Diseño de la ERM
- Plano de Diseño de Filtro Modelo FM
- Procedimiento de Aplicación de Pintura
- Procedimiento y Calificación de Soldador
- Procedimiento de Prueba de Hermeticidad y Resistencia
- Procedimiento de Ensayos No Destructivos

## SOLICITUD DE FACTIBILIDAD DE SUMINISTRO

NOVA 001134

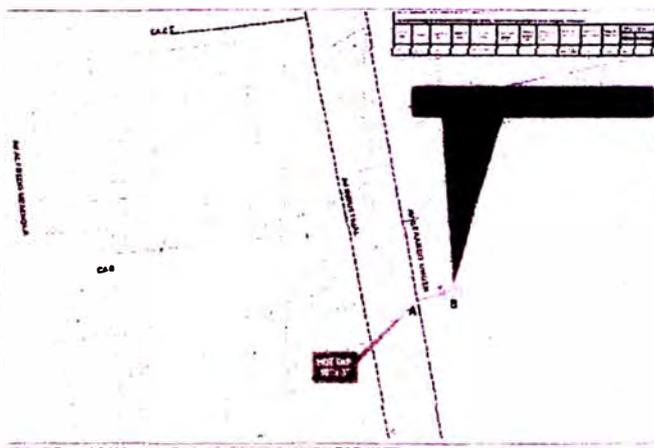


### ANEXO 1: RESPUESTA DE SOLICITUD DE FACTIBILIDAD DE SUMINISTRO PARA INDUSTRIALES

**Nombre:** NOVA PLAST PERU S.R.L.  
**Dirección:** PARCELACION RUSTICA MZ-G LT-4 INT 4-A FND. CHACRA CERRO  
**Distrito:** COMAS  
**Tipo de Actividad:** FABRICACION DE LAMINAS ACRILICAS

Presión de Diseño :	19	barg
Presión Máxima de Suministro de Red :	19	barg
Presión Mínima de Suministro de Red :	10	barg
Presión Regulada prevista en salida ERM :	3	barg
Caudal Máximo Autorizado (instantáneo) :	130	Sm <sup>3</sup> /h

Presión de Entrada (Mínima) (barg)	Presión de Diseño (Máxima) (barg)	Presión Regulada (barg)	Medidor	Corrector	Caudal Máximo
10 barg	19 barg	3 barg	Rotativo G25 2" Serie 150	Electrónico PTZ c/ entrada pulsos BF	≈ 130 Sm <sup>3</sup> /h



El diámetro de la tubería desde la red hasta la conexión con la ERM será de Acero 3" y su longitud será confirmada en obra.

**Observaciones**  
 El suministro a NOVA PLAST PERU S.R.L. se realizará a partir de la Red de MEDIA Presión - Acero de MAPO 19 barg que se encuentra instalada en la AV. GERARDO UNGER. La Tubería de Conexión será instalada desde la Red de Distribución hacia el límite de propiedad de la planta por la AV. GERARDO UNGER

En la vía pública, como parte de la Tubería de Conexión, será instalada la válvula de servicio en cámara o enterrada con exterior, la cual permitirá, en caso que sea necesario, interrumpir el suministro. Todas las instalaciones cumplirán con el Reglamento de Distribución (D.S. No. 042-99) 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.

Los equipos y componentes cumplirán con la Especificación Técnica de GNLC ET-70801 Diseño, Construcción e Instalación de una Acometida.

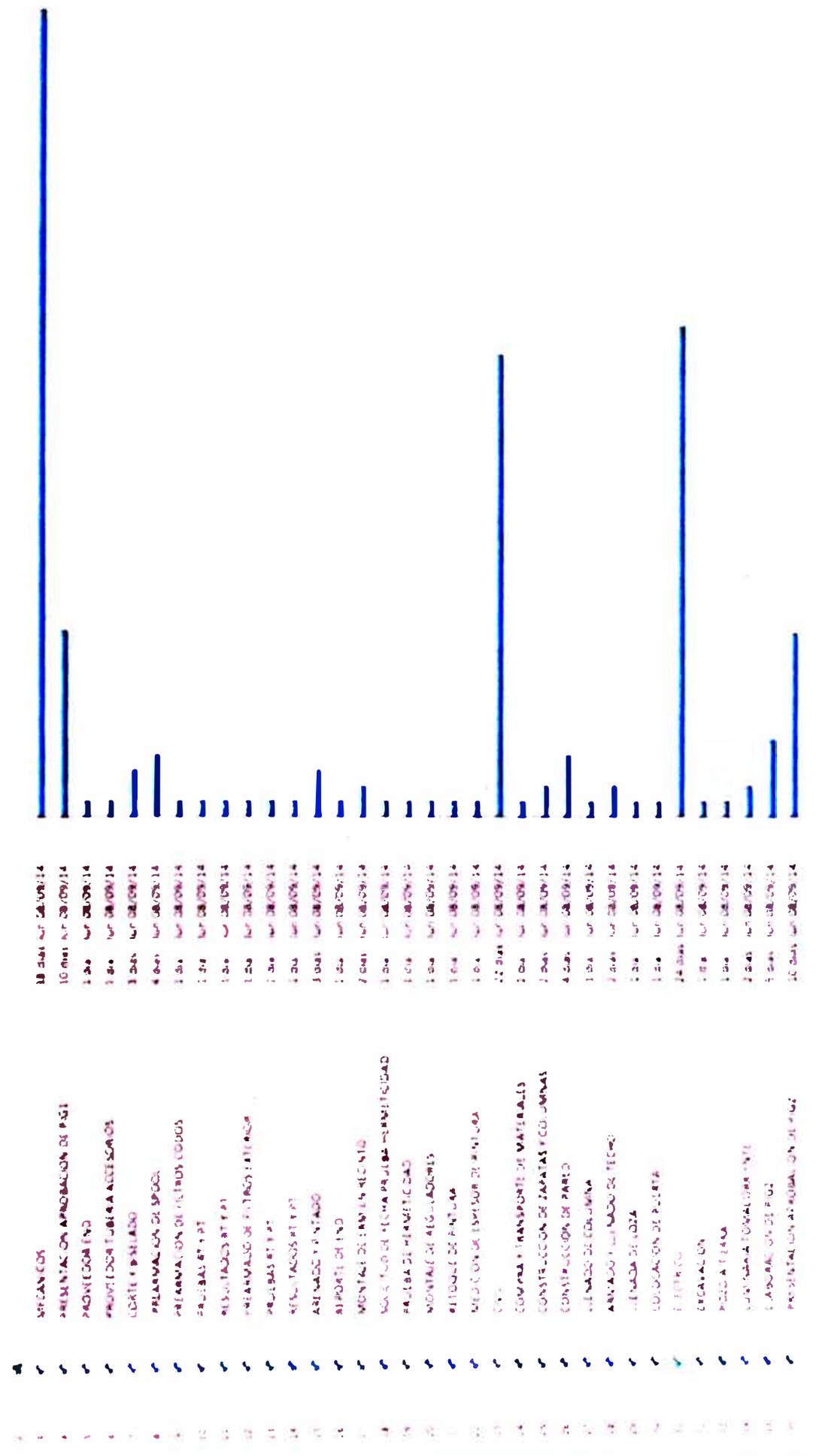
La Estación de Regulación y Medición de un solo ramal requerirá de la interrupción temporal del suministro durante cualquier intervención sobre los equipos de la estación, sea esta durante su mantenimiento preventivo y/o correctivo, de acuerdo con el plan diseñado por el tratador interno y aprobado por la Distribuidora de Gas Natural (Cálida). El Cliente será responsable de cualquier daño o perjuicio, directo o indirecto, lucro cesante, daño emergente, contingencia o indemnización que se genere en su contra o en contra de terceros como consecuencia de la interrupción temporal del suministro necesaria para la realización de las actividades de mantenimiento antes mencionadas, sin que se genere posibilidad de reclamo o repelido alguno contra Cálida.  
 Cálida no se responsabiliza por aquellos interrupciones que se generen durante la operación normal de la Estación de Regulación y Medición, debido a la actuación de la válvula de bloqueo por sobrepresión, del único ramal existente. Bajo este supuesto, el Cliente será responsable de cualquier daño o perjuicio, directo o indirecto, lucro cesante, daño emergente, contingencia o indemnización que se genere en su contra o en contra de terceros como consecuencia de la mencionada interrupción.  
 Esta condición deberá ser formalmente aceptada por el Cliente de manera previa a la rehabilitación del suministro de Gas Natural a sus instalaciones internas.

Referencia Interna de Ingeniería: R9F814178/A      Cod. Anteproyecto: AC-14-150      Fecha: 09-oct-14

Elaboración - Cálida	Revisión - Cálida	Aprobación - Cálida
Firma:	Firma:	Firma:

# CRONOGRAMA

Modelo de Proyecto: **CRONOGRAMA (RM) INDUSTRIA LAMINAS ACRIlicas** | Fecha de Cierre: **45 días Lun 08/09/14** |
 
 0 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 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



# 1) TUBERIA DE 2 PULGADAS



**怡緯鋼鐵股份有限公司**  
 高雄縣仁武鄉鳥林村中心路 303 號  
**BOTH-WELL STEEL FITTINGS CO., LTD.**  
 NO 303, JEN-HSIN ROAD JEN-WU HSIANG  
 KAOSHIUNG HSIEN, TAIWAN R.O.C (81460)  
 TEL: (07) 371-0497, 371-1538, 372-0260 FAX: (886-7) 371-3864, 371-3882  
 WEB SITE: <http://www.bothwell.com.tw> E-MAIL: [bothwell@www.bothwell.com.tw](mailto:bothwell@www.bothwell.com.tw) or [box@mail.bothwell.com.tw](mailto:box@mail.bothwell.com.tw)

An ISO 9001 Registered Manufacturer



## QUALITY CERTIFICATE

ACCORDING TO EN 10204/DIN50047.1 B

ORIGIN: TAIWAN

CUSTOMER: FIORELLA REPRESENTACIONES S.R.L.  
 CERT NO: 42156 ORDER NO: FROS-181

INVOICE NO: 88089703076  
 I/C NO: 0633671110199500

DATE: 08/07/08  
 PAGE: 11

ITEM	BOTH WELL HT. CD.	RAW MATERIAL HEAT NO.	DESCRIPTION	QUANTITY	SPECIFICATION: ASTM A105N-415 ASME SA105N-1216
039	2903	302143	TEE 1" 3000# S/W	100 PC	DIMENSION: ASME B16.11-3195  SURFACE: 31C in VISUAL 1216  31C 2140 PC 1216 PC
040	2904	302136	TEE 1-1/4" 3000# S/W	50 PC	
041	2895	301923	TEE 1-1/2" 3000# S/W	120 PC	
042	2366	41333	TEE 2" 3000# S/W	3 PC	
042	2910	3072619	TEE 3" 3000# S/W	2140 PC	
043	2859	309851	FULL CPLG 1/4" 3000# NPT	1216 PC	
044	2869	309852	FULL CPLG 3/8" 3000# NPT		

ITEM	BOTH WELL HT. CD.	CHEMICAL COMPOSITION (%)												
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	V	CP(PP)	N	
		Min	0.100	0.600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Max	0.350	1.050	0.035	0.040	0.400	0.300	0.400	0.120	0.060	-	-	
039	2903	0.190	0.190	0.820	0.011	0.016	0.150	0.060	0.060	0.020	0.002	0.001	-	
040	2904	0.190	0.180	0.870	0.013	0.011	0.160	0.090	0.060	0.020	0.003	0.001	-	
041	2895	0.190	0.190	0.870	0.025	0.016	0.220	0.060	0.070	0.020	0.002	0.003	-	
042	2366	0.220	0.230	1.170	0.009	0.008	0.070	0.070	0.040	0.005	0.003	0.005	-	
042	2910	0.200	0.190	0.850	0.016	0.010	0.130	0.110	0.060	0.020	0.003	0.001	-	
043	2859	0.190	0.200	0.850	0.016	0.012	0.130	0.080	0.060	0.010	0.003	0.001	-	
044	2869	0.200	0.200	0.850	0.014	0.011	0.130	0.060	0.050	0.010	0.002	0.001	-	

ITEM	BOTH WELL HT. CD.	MECHANICAL TEST					REMARK: METHOD 10930 860°C A.C
		Tensile Strength (KSI)	Yield Strength (KSI)	Elongation (%)	R of A (%)	Hardness (HBS)	
n		70.0	36.0	22.0	31.0	187	WE CERTIFY THE ABOVE MENTIONED FITTINGS HAVE BEEN MANUFACTURED AND TESTED IN ACCORDANCE WITH THE SPECIFICATIONS SHOWN  <i>C.C. Hsien</i> C.C. Hsien Q.C. MANAGER INSPECTOR CHIN CHENG HSIEN CHIN CHENG HSIEN
039	2903	74.7	48.9	34.2	67.6	142	
040	2904	76.9	56.8	33.0	66.4	143	
041	2895	74.9	50.8	33.4	66.0	142	
042	2366	77.8	50.6	30.6	69.6	141	
042	2910	76.5	54.4	32.4	66.0	141	
043	2859	76.3	59.3	33.2	66.3	142	
044	2869	76.6	59.5	34.2	66.9	142	

11W-130839 REV-11

2 ) TEE SW 2



屹林

河北圣天集团无缝钢管有限公司  
SEAMLESS STEEL PIPE CO., LTD., HEBEI SHENTIAN GROUP(MANUFACTURER)

ORIGINAL

CERTIFICATE OF QUALITY

Name of customer : CRYSTAL SHIPPING AND TRADING  
RM 1903 DAEYONGAK BLDG 25-5 CHUNG MURD IKA CHUNG-KU SEOUL, KOREA  
Description of goods : SEAMLESS STEEL PIPE  
STANDARD: ASTM A53 GR B / A106 / API 5L GR B

Certificate No: 10-23

Date of Issue : 06/10/08

Contract No. HHST-080627

炉号 Heat No.	批号 Batch No.	钢号 Steel grade	规格 Size	长度 Length (m)	数量 quantity		化学成分(%) CHEMICAL COMPOSITION								力学性能 MECHANICAL PROPERTIES			工艺性能 Technology Capability		质量 等级 Eddy Current	
					件数 Pieces	重量 Weight (TON)	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	抗拉强度 Rm (σ <sub>b</sub> ) (MPa)	屈服点 ReL (σ <sub>s</sub> ) (MPa)	伸长率 A (σ <sub>b</sub> ) (%)	压扁 Flattening	扩口 Expansion		
76283	0001	GR.B	173CH40	6	30	114.24	3500	0.18	0.24	0.42	0.02	0.00	0.04	0.02	0.01	415/485	280/215	24/23	GOOD		GOOD
45262	0003	GR.B	173CH40	6	18	14.173	660	0.19	0.24	0.45	0.01	0.00	0.05	0.02	0.01	415/480	275/210	23/23	GOOD		GOOD
19451	00120	GR.B	173CH40	6	36	17.579	850	0.18	0.28	0.44	0.02	0.00	0.04	0.02	0.01	415/485	280/215	24/23	GOOD		GOOD
19457	0014	GR.B	173CH40	6	11	14.340	110	0.18	0.23	0.44	0.025	0.014	0.05	0.02	0.01	415/480	275/210	24/23	GOOD		GOOD
08113	0045	GR.B	173CH40	6	32	14.259	320	0.22	0.26	0.49	0.034	0.006	0.04	0.02	0.01	415/490	285/210	23/26	GOOD		GOOD
09266	0706	GR.B	173CH40	6	30	20.434	80	0.19	0.25	0.44	0.020	0.005	0.04	0.02	0.01	415/485	280/215	24/23	GOOD		GOOD
67971	0912	GR.B	173CH40	6	8	10.850	50	0.19	0.25	0.46	0.023	0.012	0.05	0.02	0.02	415/480	275/210	23/24	GOOD		GOOD
45964	0901	GR.B	173CH40	6	33	23.919	50	0.19	0.25	0.51	0.018	0.022	0.06	0.02	0.02	415/480	275/215	24/23	GOOD		GOOD
45263	00124	GR.B	173CH40	6	3	5.575	50	0.21	0.28	0.51	0.018	0.022	0.06	0.02	0.01	415/490	275/210	23/25	GOOD		GOOD

河北圣天集团无缝钢管有限公司  
SEAMLESS STEEL PIPE CO., LTD., HEBEI SHENTIAN GROUP

检验员 Inspector 黄艳会      审核 Verifier 刘伟杰      制表 Tab 刘雪芹

Author 樊希林

3) BRIDA

WN2



屹林

河北圣天集团无缝钢管有限公司  
SEAMLESS STEEL PIPE CO., LTD., HEBEI SHENTIAN GROUP(MANUFACTURER)

ORIGINAL

CERTIFICATE OF QUALITY

Name of customer: CRYSTAL SHIPPING AND TRADING  
RM 1903 DAEYUNGAK BLDG 25-5 CHUNGMURO 1KA CHUNG-KU SEOUL, KOREA  
Description of goods: SEAMLESS STEEL PIPE  
STANDARD: ASTM A53 GR B / API 5L GR B

Certificate No: 10-23

Date of Issue: 06/10/08

Contract No: HRSI-080627

炉号 Heat No.	批号 Batch No.	钢号 Steel grade	规格 Size	长度 Length (m)	数量 quantity			化学成分(%) CHEMICAL COMPOSITION							力学性能 MECHANICAL PROPERTIES			工艺性能 Technology Capability	质量 Quality	
					件数 Pieces	重量 Weight (TON)	支数 PCS	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	屈服强度 Rm (σ <sub>s</sub> ) (MPa)	抗拉强度 Rm (σ <sub>b</sub> ) (MPa)			伸长率 A (δ <sub>5</sub> ) (%)
76513	0741	GR.B	7"XCH40	6	30	114.24	3500	0.18	0.24	0.42	0.02	0.00	0.04	0.02	0.01	485485	280/285	24/25	GOOD	GOOD
43282	0803	GR.B	3-1/2"XCH40	6	18	34.173	660	0.10	0.24	0.45	0.01	0.00	0.05	0.02	0.01	473480	275/280	23/25	GOOD	GOOD
79451	08120	GR.B	7"XCH40	6	36	37.579	850	0.10	0.20	0.44	0.02	0.00	0.04	0.02	0.01	483485	280/285	24/25	GOOD	GOOD
79620	0814	GR.B	5"XCH40	6	18	14.388	110	0.10	0.23	0.44	0.025	0.014	0.05	0.02	0.01	475480	275/280	24/25	GOOD	GOOD
48113	0843	GR.B	6"XCH40	6	32	34.299	320	0.22	0.26	0.49	0.04	0.04	0.04	0.02	0.01	485490	285/290	23/25	GOOD	GOOD
07280	0796	GR.B	6"XCH40	6	30	30.434	80	0.19	0.25	0.44	0.020	0.045	0.04	0.02	0.01	480485	280/285	24/25	GOOD	GOOD
03931	0912	GR.B	4"XCH40	6	8	10.836	30	0.19	0.25	0.46	0.023	0.012	0.05	0.02	0.02	485490	235/280	23/24	GOOD	GOOD
47011	0901	GR.B	17"XCH40	6	13	23.919	50	0.19	0.25	0.51	0.018	0.022	0.04	0.02	0.02	473480	275/285	24/25	GOOD	GOOD
43283	09124	GR.B	5"XCH40	6	3	5.575	30	0.21	0.28	0.51	0.018	0.022	0.04	0.02	0.01	495490	235/290	23/25	GOOD	GOOD

河北圣天集团无缝钢管有限公司  
SEAMLESS STEEL PIPE CO., LTD. HEBEI SHENTIAN GROUP

检验员 Inspector 黄艳会      审核 Verifier 刘伟杰      制表 Tab 刘霄片

Author Signatures  
樊希林

## INSPECTION CERTIFICATE

ORIGINAL

## MATERIAL AND TEST CERTIFICATE EN 10204-3.1 (OLD DIN 50049-3.1B)

SUPPLIER: QINGDAO NEW HENG FENG IMPORT AND EXPORT CO. LTD.

CUSTOMER: FIORELLA REPRESENTACIONES S. R. L.

INSPECTION DATE: AUG 18 2012

CONTRACT NO.: 2012SDR1002-142W

SPECIFICATION: ANSI B16.5

INVOICE NO.: HFW12142W

MATERIAL: ASTM A105

PRODUCT: FORGED STEEL FLANGES

Item	SPC		QTY.		Physical Test				Chemical Composition					Hardness	Remarks	
			Pcs	Heat No.	Yield Point	Tensile Strength	Elongation	Red	C	Mn	P	S	Cu	Si		Test
					Mpa	Mpa	%	%	%	%	%	%	%	%		HB
1	150LBS NPT RF	1/2"	200	12180	260	498	31		0.18	0.65	0.027	0.024		0.28	151	ACCEPTABLE
2		2"	1800	12180	260	498	31		0.18	0.65	0.027	0.024		0.28	152	ACCEPTABLE
3	150LBS SO RF	1/2"	1200	12183	262	500	32		0.19	0.68	0.027	0.024		0.30	151	ACCEPTABLE
4		1"	5500	12183	262	500	32		0.19	0.68	0.027	0.024		0.30	152	ACCEPTABLE
5		1 1/4"	200	12183	262	500	32		0.19	0.68	0.027	0.024		0.30	152	ACCEPTABLE
6		1 1/2"	3000	12183	262	500	31		0.19	0.68	0.027	0.024		0.30	152	ACCEPTABLE
7		2"	7000	12184	261	499	32		0.18	0.67	0.028	0.025		0.29	154	ACCEPTABLE
8		4"	5000	12189	266	501	31		0.20	0.69	0.029	0.026		0.29	154	ACCEPTABLE
9		5"	500	12184	261	499	31		0.18	0.67	0.028	0.025		0.29	154	ACCEPTABLE
10		6"	4500	12186	260	498	32		0.19	0.68	0.027	0.024		0.30	154	ACCEPTABLE
11		10"	1000	12193	259	499	32		0.20	0.67	0.027	0.025		0.29	154	ACCEPTABLE
12		12"	200	12195	261	503	31		0.21	0.68	0.026	0.024		0.31	154	ACCEPTABLE
13		16"	180	12195	261	503	32		0.21	0.68	0.026	0.024		0.31	154	ACCEPTABLE
14		18"	150	12197	259	499	32		0.19	0.67	0.026	0.026		0.29	154	ACCEPTABLE
15		20"	80	12197	259	499	32		0.19	0.67	0.026	0.026		0.29	154	ACCEPTABLE
16		24"	200	12191	260	501	31		0.20	0.69	0.025	0.025		0.29	154	ACCEPTABLE
17	300LBS SO RF	1 1/2"	150	12186	260	498	32		0.19	0.68	0.027	0.024		0.30	152	ACCEPTABLE
18		2"	150	12186	260	498	31		0.19	0.66	0.027	0.024		0.30	154	ACCEPTABLE
19		3"	150	12186	260	498	32		0.19	0.66	0.027	0.024		0.30	154	ACCEPTABLE
20		6"	250	12186	260	498	31		0.19	0.66	0.027	0.024		0.30	154	ACCEPTABLE
21	150LBS WN RF SCH40	3/4"	60	12185	265	501	31		0.18	0.66	0.025	0.020		0.29	151	ACCEPTABLE
22		1 1/2"	140	12185	265	501	32		0.18	0.66	0.025	0.020		0.29	151	ACCEPTABLE
23		2"	2000	12185	265	501	32		0.18	0.66	0.025	0.020		0.29	152	ACCEPTABLE

D-

**VAL ESFERICA BRIDADA**

**HEBEI LONGSHENG METALS AND MINERALS CO., LTD  
QUALITY CERTIFICATE**

ORIGINAL

SENDER: HEBEI LONGSHENG METALS AND MINERALS CO., LTD

ORDER NO.: 1006W676

ORDER NO.: NLS10413

PRODUCT: BALL VALVES, STRAINERS E.S.

CERTIFICATE NO.: D1C1006W676

PAGE NO.: 01/05

CERTIFICATE ACCORDING TO EN10204-1

ISSUE DATE: JUN. 01, 2010

P. O. BOX 107000 P. O. BOX 107000

NAME OF MANUFACTURER: HEBEI LONGSHENG METALS AND MINERALS CO., LTD

NUMBER OF THIS LC: Y00017

MANUFACTURER'S NAME: HEBEI LONGSHENG METALS AND MINERALS CO., LTD

ITEM NO.	DESCRIPTION	QTY	RATING	MATERIAL						HYDROSTATIC WATER TEST			AIR TEST	RESULT		
				PIPE	BODY	BONNET	STEM	SEAT	SCREEN	SHOCK TEST	SEALING TEST	SEALING TEST				
1	2pc Ball Valve 1/2"	12	150LB		316SS			RF11E			3.10	2.20	0.60	OK		
2	2pc Ball Valve 3/4"	6	150LB		316SS			RF11E			3.10	2.20	0.60	OK		
3	2pc Ball Valve 1"	25	150LB		316SS			RF11E			3.10	2.20	0.60	OK		
4	2pc Ball Valve 1-1/2"	25	150LB		316SS			RF11E			3.10	2.20	0.60	OK		
5	2pc Ball Valve 2"	20	150LB		316SS			RF11E			3.10	2.20	0.60	OK		
6	2pc Ball Valve 3"	20	150LB		316SS			RF11E			3.10	2.20	0.60	OK		
7	2pc Ball Valve 4"	15	150LB		316SS			RF11E			3.10	2.20	0.60	OK		
8	Y-Strainer 3"	10	150LB		316SS				40 mesh		3.10	2.20	0.60	OK		
9	T-Strainer 4"	5	150LB		316SS				40 mesh		3.10	2.20	0.60	OK		
CHEMICAL ANALYSIS (%)																
ITEM NO.	DESCRIPTION	MATERIAL	HEAT NO.	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	V	FRAGILE STRENGTH	YIELD STRENGTH	ELONGATION
1-9	Ball Valve	316SS		0.067	0.040	0.030	0.012	0.010	18.130	9.890				575MPa	205MPa	11%

HEBEI LONGSHENG METALS  
& MINERALS CO., LTD

*[Signature]*  
(6) Manager

WE HEREBY CERTIFY THAT THE MATERIALS DESCRIBED HEREIN HAVE BEEN MADE IN ACCORDANCE WITH THE ABOVE SPECIFICATION AND WITH THE REQUIREMENTS SPECIFIED BY THE ABOVE ORDER AND IN THAT WHICH HAS BEEN TESTED TO THE SATISFACTION OF THE MANUFACTURER'S QUALITY INSPECTOR

**6) CODO SW 2**

**MILL TEST & INSPECTION CERTIFICATE**

ACCORDING TO EN 10204 (2004) 3.1

CUSTOMER : TRANSFORMADORA METALICA Y COMERCIALIZADORA S.A.C

REF. NO : 102840

L/C NO :

ORDER NO : TRANS 000456-010

DATE : 10/16/2010

INVOICE NO : 1010990017

PAGE : 5

ORIGIN : TAIWAN



**拾陸鋼鐵股份有限公司**

高雄縣仁武鄉馬林村仁心路 303 號

**BOTH-WELL STEEL FITTINGS CO., LTD.**

NO.303, JEN-HSIN ROAD JEN WU HSIANG

KAOSIUNG HSIEN, TAIWAN R.O.C.(814 60)

TEL: 886-7-371-0197, 371-1536, 372-0260

An ISO 9001:2000 Registered Manufacturer



PAX: 886-7-371-3884, 371-3882

web site: <http://www.bothwell.com.tw> e-mail: [bothwell@www.bothwell.com.tw](mailto:bothwell@www.bothwell.com.tw) or [boz@mail.bothwell.com.tw](mailto:boz@mail.bothwell.com.tw)

ITEM	HW REF. CD.	RAW MATERIAL HEAT NO.	DESCRIPTION	QUANTITY	SPECIFICATION FOR				INSPECTION									
					MATERIAL	FITTING	SURFACE	DIM.										
012	38611	10703226	90D ELBOW 1" 30000 S/P	300 PC	ASTM A105N-09 ASME SA105N	ASME B16.11 CLASS 2000	CEED	GOOD										
013	38621	10703651	90D ELBOW 2" 30000 S/P	86 PC														
014	38624	10703619	90D ELBOW 2" 30930 S/P	64 PC														
015	3276	114081	140L FLG 1/4" 30000 NPT	300 PC														
016	3234	110575	RED. FLG 1" x 1/2" 10000 NPT	100 PC														
ITEM	HW REF. CD.	CHEMICAL COMPOSITION (%)														MATERIAL SUPPLIER		
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	V	Co(Nb)	N	Al	Ti		Zr	CE
Min		0.350	0.100	0.600	0.035	0.030	0.400	0.300	0.400	0.120	0.080	-	-	-	-	-	-	-
Max		0.350	0.350	0.950	0.035	0.030	0.400	0.300	0.400	0.120	0.080	-	-	-	-	-	-	-
012	38611	0.190	0.260	0.970	0.017	0.011	0.080	0.100	0.040	0.018	0.004	0.001	-	-	-	-	-	-
013	38621	0.190	0.240	0.960	0.009	0.006	0.110	0.060	0.050	0.010	0.003	0.004	-	-	-	-	-	-
014	38624	0.200	0.250	0.950	0.011	0.007	0.120	0.060	0.040	0.008	0.004	0.004	-	-	-	-	-	-
015	3276	0.190	0.190	0.830	0.016	0.014	0.010	0.080	0.040	0.020	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-
016	3234	0.210	0.190	0.820	0.017	0.015	0.210	0.100	0.080	0.020	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-
ITEM	HW REF. CD.	MECHANICAL PROPERTIES						HEAT TREATMENT		ADDITIONAL TEST/REMARKS CONFORMS TO NACE MR0175/MR0103-2003 STEEL MAKING PROCESS : ELECTRIC FURNACE								
		T. S. (KSI)	Y. S. (KSI)	EL. (%)	R of A (%)	Hardness (HB)(AVG)	Charpy Impact F / J (Joule)	NORMALIZED										
Min		70.0	36.0	22.0	30.0	-	-		860°C A.C.									
Max		-	-	-	-	187	1 / ( 1 Joule )											
012	38611	78.5	57.9	35.0	68.4	145	146		Transformadora Metalica y Comercializadora s.a.c.									
013	38621	79.1	53.4	30.8	70.8	144	144											
014	38624	71.4	48.7	34.2	70.1	146	147											
015	3276	74.3	49.1	34.6	63.0	141	140											
016	3234	77.7	55.2	31.6	66.4	136	143											
WE HEREBY CERTIFY THAT THE MATERIAL DESCRIBED ABOVE HAS BEEN TESTED AND COMPLIES WITH THE TERMS OF OUR CONTRACT										C.C. <i>Chiu Ching Hsien</i> Q.C. MANAGER CHIU CHING HSIEN								
										Y.-Y. <i>Yuan Yod Chiang</i> INSPECTOR YUAN YOD CHIANG								



**柏緯鐵工股份有限公司**

高雄縣仁武鄉烏林村仁心路 303 號

**BOTH-WELL STEEL FITTINGS CO., LTD.**

NO.303, JEN-HSIN ROAD JEN-WU HSIANG

KAHSIUNG HSIEN, TAIWAN R.O.C.(814 60)

TEL: (07) 371-0497, 371-1536, 372-0260 FAX: (886-7) 371-3864, 371-3882

WEB SITE <http://www.bothwell.com.tw> E-MAIL: [bothwell@www.bothwell.com.tw](mailto:bothwell@www.bothwell.com.tw) or [box@mail.bothwell.com.tw](mailto:box@mail.bothwell.com.tw)

An ISO-9001 Registered Manufacturer



**CERTIFICATE OF QUALITY CONTROL**

ACCORDING TO EN10204/DIN50053.1.B

ORIGIN: TAIWAN

CUSTOMER FIORELLA REPRESENTACIONES S.R.L.

INVOICE NO: B9069503046

DATE: 05/10/06

CERT NO: 01021

ORDER NO: FROB-011

P.O. NO: 551 2010019

PAGE: 1/1

ITEM	RAW MATERIAL HEAT NO.	BOTH WELL HEAT NO.	DESCRIPTION	QUANTITY	SPECIFICATION: ASTM / ASME A15A 105W -03 DIMENSION: ASME B16.11 - 2001 SURFACE: BY VISUAL ...GOOD
093	383047	2417	HEX BUSHING 1/2"x 1/4" NPT	250 PC	
094	383047	2417	HEX BUSHING 1/2"x 3/8" NPT	100 PC	
095	383047	2417	HEX BUSHING 3/4"x 1/4" NPT	50 PC	
096	383768	2429	HEX BUSHING 3/4"x 1/2" NPT	200 PC	
097	384299	2435	HEX BUSHING 1"x 1/4" NPT	15 PC	
098	382406	2403	HEX BUSHING 1-1/4"x 1/2" NPT	20 PC	
099	382406	2403	HEX BUSHING 1-1/4"x 3/4" NPT	30 PC	

**CHEMICAL COMPOSITION (%)**

ITEM	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	V	Nb	N
Min	-	0.100	0.600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Max	0.350	0.350	1.050	0.035	0.040	0.400	0.300	0.400	0.120	0.080	-	-
093	0.220	0.200	0.890	0.015	0.017	0.120	0.050	0.040	0.010	0.002	0.001	-
094	0.220	0.200	0.890	0.015	0.017	0.120	0.050	0.040	0.010	0.002	0.001	-
095	0.220	0.200	0.890	0.015	0.017	0.120	0.050	0.040	0.010	0.002	0.001	-
096	0.190	0.200	0.830	0.012	0.012	0.130	0.080	0.050	0.010	0.002	0.001	-
097	0.220	0.220	0.800	0.018	0.009	0.100	0.080	0.040	0.010	0.003	0.002	-
098	0.180	0.180	0.850	0.014	0.010	0.130	0.120	0.080	0.020	0.001	0.004	-
099	0.180	0.180	0.850	0.014	0.010	0.130	0.120	0.080	0.020	0.001	0.004	-

**MECHANICAL TEST**

ITEM	Tensile Strength (KSI)	Yield Strength (KSI)	Elon. Gation (%)	R of A (%)	Hardness (HB)
Min	70.0	36.0	22.0	30.0	-
Max	-	-	-	-	187
093	78.0	62.4	35.6	67.5	143
094	78.0	62.4	35.6	67.5	143
095	78.0	62.4	35.6	67.5	143
096	76.6	54.5	31.8	65.7	140
097	78.1	56.5	32.0	65.7	149
098	77.7	60.4	33.6	65.7	140
099	77.7	60.4	33.6	65.7	140

Remark:  
NORMALIZED : 850°C  
DOCUMENTARY CREDIT NUMBER: 551 20100

WE CERTIFY THE ABOVE MENTIONED FITTINGS HAVE BEEN MANUFACTURED AND TESTED IN ACCORDANCE WITH THE SPECIFICATIONS SHOWN

*S. Chen*      *C. Cheng*

Q.C. MANAGER  
SHENG CHENG LEE

INSPECTOR  
CHEN CHENG HUANG

**7-8) BUSHING**

**MILL TEST & INSPECTION CERTIFICATE**

ACCORDING TO EN 10204 :2004 3.1

CUSTOMER : FIORELLA REPRESENTACIONES S.R.L.

CERT. NO : 124153 L/C NO :

ORDER NO : FW12-055 DATE : 11/20/2012

INVOICE NO : BW01210108031 PAGE : 8 ORIGIN : TAIWAN



**柏緯鐵工股份有限公司**

**BOTH-WELL STEEL FITTINGS CO., LTD.**

馬鞍山仁成路馬林里仁心路303號

NO.303, REN-SHIN ROAD, REN-WU DISTRICT, KASHIUNG CITY, TAINAN R.O.C (61448)

TEL: +886-7-3711636, 3710497, 3720260 FAX: +886-7-3713864, 3713882

Web site: <http://www.bothwell.com.tw> e-mail: [bw@bothwell.com.tw](mailto:bw@bothwell.com.tw)



ITEM	FW HT. CO.	RAW MATERIAL FBAT. NO.	DESCRIPTION	QUANTITY	SPECIFICATION FOR		INSPECTION	
					MATERIAL	FITTING	SURFACE	DIM.
057	3875	329936	TEE 2-1/2" 3000 S/P	4 PC	ASTM A105N -05 ASPE SA105N -05R	ASPE H16.11 - 2011	GOOD	GOOD
058	3855	329123	TEE 3" 3000 S/P	18 PC				
060	3872	329132	FULL CPLG 1/4" 3000N NPT	1900 PC				
062	3784	328080	FULL CPLG 1/2" 3000N NPT	2 PC				
062	3851	329500	FULL CPLG 1/2" 3000N NPT	11956 PC				

ITEM	FW HT. CO.	CHEMICAL COMPOSITION (%)																MATERIAL SUPPLIER
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	V	Co(Mb)	N	Al	Ti	Zr	CE	
Min		0.30	0.10	0.60	0.035	0.040	0.40	0.30	0.40	0.12	0.08							
Max		0.35	0.35	1.05	0.035	0.040	0.40	0.30	0.40	0.12	0.08							
057	3875	0.190	0.190	0.830	0.020	0.012	0.140	0.100	0.050	0.010	0.002	0.001						
058	3855	0.200	0.220	0.810	0.017	0.011	0.230	0.100	0.060	0.010	0.001	0.000						
060	3872	0.230	0.210	0.850	0.016	0.010	0.120	0.070	0.050	0.010	0.002	0.001						
062	3784	0.190	0.200	0.840	0.021	0.012	0.150	0.080	0.050	0.020	0.002	0.003						
062	3851	0.210	0.230	0.810	0.012	0.007	0.160	0.090	0.080	0.020	0.002	0.002						

ITEM	FW HT. CO.	MECHANICAL PROPERTIES						HEAT TREATMENT		ADDITIONAL TEST/REMARKS CONFORMS TO NACE MR0175-09 /MR0103-10 STEEL MAKING PROCESS : ELECTRIC FURNACE
		T. S. (KSI)	Y. S. (KSI)	EL. (%)	R of A (%)	Hardness (HRB)(AVG)		Charpy Impact F / 0°C		
		70	36	22	30	187		NORMA LIZED		
057	3875	74.3	50.3	34.6	64.4	142	144			850°C A.C.
058	3855	74.4	51.0	34.8	64.4	141	143			
060	3872	74.9	51.9	35.2	64.3	144	140			
062	3784	74.2	51.4	33.8	64.5	140	143			
062	3851	74.4	48.3	34.2	66.4	141	142			

WE HEREBY CERTIFY, THAT THE MATERIAL DESCRIBED ABOVE HAS BEEN TESTED AND COMPLETS WITH THE TERMS OF THE ORDER CONTRACT.

*C.C. Huang*      *Y.Y. Chang*

C. C. MANAGER  
CHEN CHI HUANG

INSPECTOR  
YUAN YAO CHANG

**9) CUPLA1-2**

**MILL TEST & INSPECTION CERTIFICATE**

ACCORDING TO EN 10204 :2004 3.1

CUSTOMER : FICOMERIA REPRESENTACIONES S.R.L.  
 ORDR. NO : 124153 L/C NO :  
 ORDER NO : PR12-055 DATE : 11/20/2012  
 INVOICE NO : MW01210106011 PAGE : 8 ORIGIN : TAIWAN

**柏維鐵工股份有限公司**

**BOTH-WELL STEEL FITTINGS CO., LTD.**

NO. 303, REN-SIN ROAD, REN-WU DISTRICT, KAHSIUNG CITY, TAIWAN R.O.C. (81440)  
 TEL: +886-7-3711536, 3710497, 3720260 FAX: +886-7-3713864, 3713882  
 Web site: http://www.bothwell.com.tw e-mail: box@bothwell.com.tw



ITEM	SW HT. CD.	RAW MATERIAL HEAT NO.	DESCRIPTION	QUANTITY	SPECIFICATION FOR		INSPECTION	
					MATERIAL	FITTING	SURFACE	DIR.
057	3875	329896	TEE 2 1/2" 3000# S/W	4 PC	ASTM A182 F304 UNS S30400	ANSI B16.11 Class 150	(300)	(000)
058	3855	329123	TEE 3" 3000# S/W	18 PC				
060	3872	329132	FULL CPLG 1/4" 3000# NPT	1500 PC				
062	3784	329080	FULL CPLG 1/2" 3000# NPT	2 PC				
062	3851	329600	FULL CPLG 1/2" 3000# NPT	1198 PC				

ITEM	SW HT. CD.	CHEMICAL COMPOSITION (%)																MATERIAL SUPPLIER
		C	Si	Mn	P	S	Ca	Cr	Ni	Mo	V	Ch(Mb)	N	Al	Ti	Zr	CE	
057	3875	0.35	0.35	1.05	0.035	0.040	0.40	0.30	0.40	0.12	0.38	-	-	-	-	-	-	-
058	3855	0.30	0.25	0.80	0.037	0.011	0.20	0.10	0.10	0.02	0.001	-	-	-	-	-	-	-
060	3872	0.20	0.20	0.80	0.016	0.010	0.10	0.070	0.050	0.010	0.002	-	-	-	-	-	-	-
062	3784	0.190	0.200	0.840	0.021	0.012	0.150	0.080	0.050	0.020	0.002	-	-	-	-	-	-	-
062	3851	0.210	0.230	0.810	0.012	0.007	0.150	0.070	0.050	0.020	0.002	-	-	-	-	-	-	-

ITEM	SW HT. CD.	MECHANICAL PROPERTIES							HEAT TREATMENT		ADDITIONAL TEST/REMARKS CONFORMS TO NACE MR0175-09 / MR0103-10 STEEL MAKING PROCESS : ELECTRIC FURNACE	
		T. S.	Y. S.	EL.	R of A	Hardness	Charpy Impact					NORMALIZED
		(KSI)	(KSI)	(%)	(%)	(HR)(AVG)	F / J (Joule)					
		70	36	22	30	187	1	2	3	AVG.		
057	3875	74.3	50.3	34.9	34.4	142	144				860°C A.C.	
058	3855	74.4	51.9	34.8	34.4	141	141					
060	3872	74.9	51.9	35.2	34.3	144	140					
062	3784	74.2	51.4	33.8	34.5	140	141					
062	3851	74.4	48.3	34.2	34.1	141	142					

WE HEREBY CERTIFY, THAT THE MATERIAL DESCRIBED ABOVE HAS BEEN TESTED AND COMPLIES WITH THE TERMS OF THE ORDER CONTRACT.

C.C. Huang      Y.-Y. Chang  
 Q.C. MANAGER      INSPECTOR  
 CHEN CHI HUANG      YUAN YAO CHANG

10 10 CUPLA 3-

4



**柏維鐵工股份有限公司**

高雄縣仁武鄉兵林村仁心路 303 號

**BOTH-WELL STEEL FITTINGS CO., LTD.**

NO.303, JEN-HSIN ROAD, JEN-WU HSIANG, KAOHSIUNG HSIEN, TAIWAN R.O.C.(81460)

TEL: (07) 371-0497, 371-1536, 372-0260 FAX: (886-7) 371-3864, 371-3842

WEB SITE: <http://www.bothwell.com.tw> E-MAIL: [bothwell@www.bothwell.com.tw](mailto:bothwell@www.bothwell.com.tw) or [box@mail.bothwell.com.tw](mailto:box@mail.bothwell.com.tw)

An ISO-9001 Registered Manufacturer



**QUALITY CONTROL CERTIFICATE**

ACCORDING TO EN 10204/DIN50993/1.1.B

ORIGIN: TAIWAN

CUSTOMER: TORRE LA REPRESENTACIONES S.R.L.  
REF. NO: 2860

INVOICE NO: 00079607021  
C/C NO: 551 27101991

DATE: 10/11/07  
PAGE: 1/1

ITEM	RAW MATERIAL HEAT NO.	WEIGHT KG	DESCRIPTION	QUANTITY	SEW CONNECTION SIZE DIMENSION
01	004022	2758	TEE 2" 3000# S/W	8000	DN150
02	002006	1682	TEE 2" 1/2" 3000# S/W	678	DN125
03	004717	2713	FLG (T) 1 1/2" 3000# NPT	15000	DN100
04	080450	1597	FLG (T) 1 1/8" 3000# NPT	40000	DN75
05	002002	2702	FLG (T) 1 1/2" 3000# NPT	40000	DN100
06	0202060104086	48035	FLG (T) 1 1/2" 3000# NPT	250000	DN100
07	004717	2713	FLG (T) 1 1/2" 3000# NPT	250000	DN100

**CHEMICAL COMPOSITION (%)**

ITEM	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	W	V	CU	Fe
01	0.150	0.100	0.600	0.015	0.040	0.300	0.010	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000
02	0.200	0.180	0.840	0.021	0.014	0.140	0.050	0.050	0.010	0.000	0.000	0.000
03	0.200	0.200	0.850	0.014	0.014	0.380	0.060	0.040	0.010	0.000	0.000	0.000
04	0.200	0.190	0.840	0.009	0.017	0.100	0.050	0.040	0.010	0.000	0.000	0.000
05	0.200	0.210	0.850	0.015	0.009	0.140	0.070	0.050	0.010	0.000	0.000	0.000
06	0.200	0.190	0.840	0.021	0.012	0.140	0.010	0.050	0.010	0.000	0.000	0.000
07	0.200	0.240	0.820	0.012	0.014	0.120	0.050	0.040	0.020	0.010	0.000	0.000
08	0.200	0.190	0.850	0.016	0.016	0.170	0.050	0.050	0.010	0.000	0.000	0.000

**MECHANICAL TEST**

Remark: NORMALIZED 850°C

ITEM	Tensile Strength (KSI)	Yield Strength (KSI)	Elongation (%)	Red W (%)	Hardness (HRB)
01	70.0	36.0	22.0	30.0	187
02	79.5	54.4	32.4	62.5	157
03	78.6	57.2	30.4	64.1	142
04	79.3	54.5	33.4	63.2	142
05	78.5	54.8	28.4	62.1	141
06	75.7	28.5	31.4	65.1	142
07	76.9	46.9	33.2	63.6	141
08	77.5	54.4	30.6	65.0	142

WE CERTIFY THE ABOVE MENTIONED ITEMS WERE MANUFACTURED AND TESTED IN ACCORDANCE WITH THE SPECIFICATIONS SHOWN

*SCL*

*ACH*

O.C. MANAGER  
SHENG CHENG LEE

SUPPLIER  
CHEN CHIEP HONG

BW-D0039 REV 0

**11-12) 28 VALVULA ROSCADA 1000WOG****Certificate of Quality**

**SELLER:** UNITRADE (SHANGHAI) INTERNATIONAL CO., LTD  
ROOM 1103, 877 GUANGFU ROAD, SHANGHAI 200070, CHINA

P/O NRO. SLS09-018

SHIPPING TERM: CFR CALLAO PERU

ORDER NO. UNI0913

ITEM	DESCRIPTION OF GOODS	SIZE	TEST QTY	TOUGHNESS TEST (IM)		SEAL TEST (IM)	
				BODY PRESSURE	RESULT	PRESSURE	RESULT
1	2PC Ball Valve SS316 NPT 1000WOG full port, seat RPTFE / SUN	1/4"	250	1000 WOG	PASSED	1000 WOG	PASSED
		3/8"	250	1000 WOG	PASSED	1000 WOG	PASSED
		1/2"	2500	1000 WOG	PASSED	1000 WOG	PASSED
		3/4"	600	1000 WOG	PASSED	1000 WOG	PASSED
		1"	1200	1000 WOG	PASSED	1000 WOG	PASSED
		1-1/4"	60	1000 WOG	PASSED	1000 WOG	PASSED
		1-1/2"	300	1000 WOG	PASSED	1000 WOG	PASSED
		2"	700	1000 WOG	PASSED	1000 WOG	PASSED
2	2PC Ball Valve SS316 NPT 2000WOG, seat RPTFE / SUN	3/4"	12	2000 WOG	PASSED	2000 WOG	PASSED
		1"	12	2000 WOG	PASSED	2000 WOG	PASSED
3	3PC Ball Valve SS316 NPT 1000WOG, seat RPTFE / SUN	3/4"	100	1000 WOG	PASSED	1000 WOG	PASSED
		1"	50	1000 WOG	PASSED	1000 WOG	PASSED
		1-1/4"	20	1000 WOG	PASSED	1000 WOG	PASSED
		2"	50	1000 WOG	PASSED	1000 WOG	PASSED
4	3PC Ball Valve SS316 NPT with Locker, seat POLIFIL (PTFE + 15% graphite) / SUN	2-1/2"	4	1000 WOG	PASSED	1000 WOG	PASSED

PACKAGING CONDITION: STANDARD FOR EXPORTING. POLYWOOD CASE

CONNER:

APPROVER:

TEST DATE: NOV.16, 2009

CONCLUSION: THIS IS THE CERTIFICATE THAT DEMONSTRATS ALL THE VALVES INVOLVED IN THE ORDER PLACED BY SPEED LOGISTICA Y SERVICIOS S.A.C HAVE PASSED THE TEST IN OUR COMPANY. IT IS ISSUED THAT ALL PERFORMANCES ARE IN THE LINE WITH THE CORRESPONDING INTERNATIONAL STANDARD

UNITRADE (SHANGHAI) INTERNATIONAL CO., LTD

尤内雀(上海)贸易有限公司  
UNITRADE (SHANGHAI)  
INTERNATIONAL CO., LTD.

杨作强

13) VALV ABAC

IDENTIFICADOR		PRODUCTO SUMINISTRADO	
20501		062014 VA350M CT + TPM50C AC.CARB	
<b>ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO</b>			
Conexiónes		1/2" NPT MH	
Presión Máxima De Servicio		3.000 psi (205 bar)	
Material		Acero al Carbono	
Empaquetadura		PTFE	
<p>Abac S.R.L. hace constar que el proceso de fabricación de sus productos, los controles dimensionales y los ensayos se cumplen de acuerdo a un Sistema de gestión de Calidad certificado por conformidad a ISO 9001:2009. Producto probado hidráulicamente según norma API 598.</p>			
<b>CONTROLES:</b>			
<b>Control dimensional: Roscas de Conexión</b>			
Por Muestreo		25%	
<b>Prueba hidráulica: Cierre</b>			
Presión		3.000 psi (205 bar)	
Tiempo		15 s	
Por Muestreo		100%	
<b>Prueba hidráulica: Contracción y Cpu</b>			
Presión		1.500 psi (102 bar)	
Tiempo		15 s	
Por Muestreo		100%	
<b>MATERIALES:</b> Abac S.R.L. mantiene un archivo los certificados de materiales correspondientes			
Componente	Especificaciones	Partida	Nro C.C.
ASIENTO 5/8" AISI 316	AISI 316	17107	123178
OBTURADOR TAP PWR TPM 100%	AISI 316	10332	125162
RESORTE VALV VA350M LARGO	SAC 1026	16913	127670
RESORTE VALV SURCADOR 1/2 INCHI CARGA	SAC 1132	10019	125036
5 CUTO BLOQUEO 5/8 R. SECA CT STD	VARIOS	19012	126530

14-15 MANOMETROS



**ICIM**  
www.icim.it

**CERTIFICATO n. 0433/4**  
**CERTIFICATE No**

SI CERTIFICA CHE IL SISTEMA GESTIONE QUALITÀ DI  
WE HERCOY CERTIFICATA THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OF NOVA FIMA

**NUOVA FIMA S.p.A.**

UN'IMPRESA OPERATIVA S.p.A.

Via C. Battisti, 59/61 - 28045 Inverigo (NO)  
Italia

È CONFORME ALLA NORMA  
EQUIVALENTI ALLA NORMA

**UNI EN ISO 9001:2008**

PER LE SEGUENTI ATTIVITÀ  
FOR THE FOLLOWING ACTIVITIES

**EA: 19**

Progettazione e produzione di manometri, termometri, pressostati,  
separatori di fluido e trasmettitori di pressione.  
Design and production of pressure gauges, thermometers, pressure  
switches, diaphragm seats and pressure transmitters.

Data di rilascio Date of issue 20/12/1995	L'edizione corrente Current issue 29/01/2010	Data di scadenza Expiry date 26/01/2013
---	--	---

*W. De Biasi*  
**ICIM S.p.A.**  
Via C. Battisti, 59/61 - 28045 Inverigo (NO)

We Hercoy Certifications is a member of the IAF and is a member of the IAF and is a member of the IAF

**CISQ** is a member of

**IoNet**

www.io.net.it

IoNet, the association of the world's best  
certification bodies, is the largest  
provider of international system  
certification to the world.  
IoNet is composed of more than 50  
bodies and more than 100 countries  
all over the globe.

IoNet is the International Institute of  
Certification of Certification Bodies  
and is the largest provider of  
certification to the world.

**CISQ** is the Italian Association  
of Certification Bodies  
Classification Bodies

**REGISTRATION**  
**CISQ**  
www.cisq.it

14-15 MANOMETROS



**CERTIFICATO A** **0433/4**  
**CERTIFICATE No**

NUOVA FIMA S.p.A.

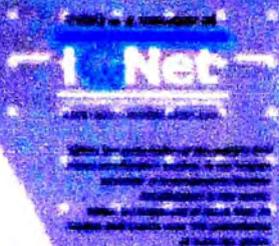
Via C. Battisti 59/61 - 28045 Sesto (NO)  
 (NOVA)

**UNI EN ISO 9001:2008**

SA 19

Progettazione e produzione di manometri, termometri, pressostati, separatori di fluido e barometri (con o senza pressione)  
 Design and production of pressure gauges, thermometers, pressure switches, separator scale and pressure transmitters

ICIM S.p.A.




**Kunde** ACTARIS Argentina S.A.  
**Customer** Republica Oriental del  
 Av. Monsenor Bufano 5010  
 RA-1766 Tablada/Buenos Aires

**Bestell-Nr.** 15494  
**Order No.**  
**vom:** 05.11.2007

**Prüfschein**  
**official calibration certificate**

Staatlich anerkannte Prüfstation für Meßgeräte für Gas  
 Authorized Test Station for Gas Measuring Devices



Actaria Gaszählerbau GmbH, Hardeckstr. 2, D - 76185 Karlsruhe

AB-Nr.: K25506 Pos: 04 Menge: 1 (4) vom: 16.1.08  
 Abnom.-No. Item Qty. dated

**Gerätebezeichnung / unit specification**

**Bezeichnung** Drehkolbengaszähler **Serien-Nr.** 2568604004  
**Description** rotary gas meter **Ser.-No.**  
**Typ** Delta 2050 / 100 G 40 **DN** 50 **PN:** ANSI125/150  
**Type** **Size** **Press**  
**Zulassung** D 01 / 7.131.11 **Baujahr:** 2008  
**approval**  **Fabr. year**  
**Gehäusematerial** ALU AW 6106 EN 573-3 **Höchstzulässiger Betriebsdruck:** 16 bar  
**body material** **Maximum working pressure:**  
**Meßbereich / Dynamic range:** **Impulsgeber / Puls sensor:**  
**Q<sub>min</sub>** 3 m<sup>3</sup>/h **HF:** imp / m<sup>3</sup>  
**Q<sub>max</sub>** 65 m<sup>3</sup>/h **MF:** imp / m<sup>3</sup>  
**Jahresverbrauch** 21/40 **RK / NF:** 10,0 imp / m<sup>3</sup>  
**annual use**  
**Prüfungstermin** 16.1.08 **Abgleichungszeichen:** 08  
**Test date** **Verification mark:**

**Prüfergebnis bei atmosphärischen Bedingungen / testresults at atmospheric conditions:**

Durchfluß / flowrate	m <sup>3</sup> /h	65	45,5	20	16,3	6,5	3	-
Fehler / error	%	0,02	-0,19	0,12	-0,09	-0,32	-0,78	-

Das Gerät wurde gemäß den Richtlinien 71/319 EWG geprüft und erfüllt die gestellten Anforderungen  
 The meter was tested in accordance to the guidelines of 71/319 EEC and fulfills the requirements

Die bei der Messung verwendete Normale sind an die nationalen Normale bei der PTB angeschlossen  
 The standards used for the measurements are traceable to the national standards at PTB

Karlsruhe, den  
 16.01.2008



Prüfstationleitung  
 station leadership

Ohne Unterschrift und Dienstsiegel hat dieser Prüfchein keine Gültigkeit. Er darf nur unverändert weiterverbreitet werden.  
 Without signature and official seal the certificate are not valid. It may only be reproduced in complete and unchanged form.  
 Without signature and official seal the certificate are not valid. It may only be reproduced in complete and unchanged form.  
 Without signature and official seal the certificate are not valid. It may only be reproduced in complete and unchanged form.

**18) CORRECTOR 124**

Kunde: ACTARIS Argentina S.A.  
 Customer: Republica Oriental del  
 Av. Monsenor Bufano 5010  
 RA-1766 Tablada/Buenos Aires

Bestell-Nr.: 16494  
 Order-No.:  
 vom: 05.11.2007

**Prüfschein**  
**official calibration certificate**  
 Staatlich anerkannte Prüfstelle für Meßgeräte für Gas  
 Authorized Test Station for Gas Measuring Devices



Actaris Gaszählerbau GmbH, Hardeckstr. 2, D - 76185 Karlsruhe

AB-Nr.: K25586 Pos: 04 Menge: 1 (4) vom: 16.1.08  
 Abk.-No.: Ident. Mem. Quantity: Order-No. date

Gerätespezifikation / unit specification

Bezeichnung: **Drahtklobengaszähler** Serien-Nr.: **2558604004**  
 Declaration: rotary gas meter Serial-No.:  
 Typ: **Delta 2050 / 100 G 40** DN: **60** PN: **ANSI125/150**  
 Type: Size: Press.:  
 Zulassung: **D 01 / 7.131.11** Baujahr: **2008**  
 approval: Fabr. year:  
 Gehäusematerial: **ALU AW 6106 EN 673-3** Höchstzulässiger Betriebsdruck: **16** bar  
 body material: Maximum working pressure:  
 Meßbereich / Dynamic range: Impulsgeber / Puls sensor:  
 Q<sub>min</sub>: **3** m<sup>3</sup>/h HF: imp / m<sup>3</sup>  
 Q<sub>max</sub>: **65** m<sup>3</sup>/h MF: imp / m<sup>3</sup>  
 Justierabpaarung: **21/40** RK / NF: **10,0** imp / m<sup>3</sup>  
 adjusting weels:  
 Prüfungsdatum: **16.1.08** Beglaubigungszeichen: **08**  
 Testdate: Verification mark:

Prüfergebnis bei atmosphärischen Bedingungen / testresults at atmospheric conditions:

Durchlaß / flowrate:	m <sup>3</sup> /h	65	45,5	26	16,3	6,5	3	--
Fehler / error:	%	0,02	-0,18	0,12	-0,08	-0,32	-0,78	-

Das Gerät wurde gemäß den Richtlinien 71/318 EWG geprüft und erfüllt die gestellten Anforderungen  
 The meter was tested in accordance to the guidelines of 71/318 EEC and fulfils the requirements

Die bei der Messung verwendete Normale sind an die nationalen Normale bei der PTB angeschlossen  
 The standards used for the measurements are traceable to the national standards at PTB

Karlsruhe, den  
 16.01.2008



Prüfstellenleitung  
 station leadership

Ohne Unterschrift und Dienstempel hat dieser Prüfschein keine Gültigkeit. Er darf nur unverändert weiterverbreitet werden.  
 Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung der Prüfstelle.  
 Without signature and official seal this certificate are not valid. It may only be reproduced in complete and unchanged form.  
 Extracts or revisions require the approval of the authorized test station

20 NIPLE

山东润禾管业有限公司  
Shandong Runhe Tube Industry Co.,LTD.  
无缝钢管质量保证书

MILL TEST CERTIFICATE

订货单位: 浙江物产国际贸易有限公司      合同号: Contract No.: 12E042001B      发货日期: Delivery Date:      批次编号: Batch No.: MZA120804      证明书编号: Certificate No.: RH120904

产品名称 Product Name		无缝钢管 Seamless Carbon Steel Pipes					牌号(级) Grade		B		产品标准 Product Standard		ASTM A53/ASTM A106/API 5L GR B							
总根数 Total		总支数 Total Pieces		总重量 Total Weight		生产方法 Manufacture Method		冷拔 Cold Drawn		供货状态 Heat Treatment		正火 Normalization								
序号 No	规格 Size	炉号 Heat No	批号 Lot No	支数 Pieces	重量 Weight	屈服点 Rel Yield Strength (Mpa)	抗拉强度 Rm Tensile Strength (Mpa)	伸长率 A Elongation	冲击试验 Impact Test (J)		硬度 Hardness HRC	非金属夹杂物 Non-Metallic Inclusions				晶粒度 (级) Grain Size	备注 Remarks	脱碳层 Decarburized Depth		
									常温 As Delivered	低温 Low Temp		A	B	C	D			外壁 Outside	内壁 Inside	
1	13.7(1/2)*2.24(SCH40)*6M	WB021201857	12041	2	500	1900	360	490	30											
2	13.7(1/2)*2.02(SCH40)*6M	WB021201857	12042	1	108	680	345	490	31											
3	17.1(3/4)*2.2(SCH40)*6M	WB021201857	12043	1	109	680	310	485	32											
4	17.1(3/4)*2.31(SCH40)*6M	WB021201857	12045	1	356	1790	360	485	28											
5	21.3(1/2)*2.77(SCH40)*6M	WB031201900	04051	4	800	6080	330	480	30											
6	21.3(1/2)*2.73(SCH40)*6M	WB031201900	04061	2	254	2460	315	475	31											
7	26.7(3/4)*2.87(SCH40)*6M	WB031201897	04055	4	818	6230	350	490	29											
8	26.7(3/4)*2.91(SCH40)*6M	WB031201900	04062	2	204	2680	340	480	31											
序号 No	压扁 Flattening	扩口 Expand	弯曲 Bending	水压试验 Hydrostatic Test	酸洗 酸洗 EDT	超声波 探伤 UT	漏磁 探伤 EDT	几何尺寸 Geometry Dimension	表面质量 Surface Quality	化学成分(%)Chemical Composition										许可证 License No
										C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Al	Co	
1	Good		Good		Good			Good	Good	0.21	0.49	0.26	0.019	0.006	0.031	0.011	0.0049	0.008	0.015	
2	Good		Good		Good			Good	Good	0.21	0.49	0.26	0.019	0.006	0.031	0.011	0.0049	0.008	0.015	
3	Good		Good		Good			Good	Good	0.21	0.49	0.26	0.019	0.006	0.031	0.011	0.0049	0.008	0.015	
4	Good		Good		Good			Good	Good	0.21	0.49	0.26	0.019	0.006	0.031	0.011	0.0049	0.006	0.015	
5	Good		Good		Good			Good	Good	0.20	0.49	0.24	0.022	0.010	0.023	0.012	0.0044	0.007	0.017	
6	Good		Good		Good			Good	Good	0.20	0.49	0.24	0.022	0.010	0.023	0.012	0.0044	0.007	0.017	
7	Good		Good		Good			Good	Good	0.20	0.80	0.25	0.018	0.015	0.021	0.012	0.0044	0.008	0.016	
8	Good		Good		Good			Good	Good	0.20	0.49	0.24	0.022	0.010	0.023	0.012	0.0044	0.007	0.017	

签发人: 任胜利

审核人: 于波

盖章

Signed by:

Audited by:

Seal:



**21 TUB 1**



**MILL CERTIFICATE**

EN 10204/3.1

Customer: CG TRADING CO., LTD

Contract No.: ATOPI1-120913

Product Name and Standard: SEAMLESS STEEL PIPE AS PER A53/A106/API 5L, GR. B

Treatment and Delivery Condition: 900-920°C, Normalized, Voucher No. 12090908

No	Grade	Size Diameter*Thickness *Length	Heat No	Lot No.	Chemical Composition %											FDT	UT	Hydrostatic Pressure Test	visual and dimension Test	
					C	S	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Ti	Mo	V					Al
					2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2					2
1	Gr B	14" SCH40 6mm	112604	40321	22	21	50	18	12	4	3	12	4	1	1	3	Good	Good	Good	Good
2	Gr B	14" SCH40 6mm	112604	40322	22	21	50	18	12	4	3	12	4	1	1	3	Good	Good	Good	Good
3	Gr B	14" SCH40 6mm	112604	40323	22	21	50	18	12	4	3	12	4	1	1	3	Good	Good	Good	Good
4	Gr B	14" SCH40 6mm	112604	40324	22	21	50	18	12	4	3	12	4	1	1	3	Good	Good	Good	Good

No	Tensile Strength Mpa	Yield Strength Mpa	Elongation %	Flatten Test	Flaring Test	Bending Test	Hardness Test	Specimensize		Impact Test (J)			Quantity			
								sample distance	sample width	1	2	3	Rundles	Pieces	Mass(Kg)	
1	475	325	34.0	Good	/	Good	/	/	/	/	/	/	/	2	500	2284
	485	335	34.0	Good	/	Good	/	/	/	/	/	/	/			
2	480	325	34.0	Good	/	Good	/	/	/	/	/	/	/	2	450	2962
	490	320	32.0	Good	/	Good	/	/	/	/	/	/	/			
3	460	305	32.0	Good	/	Good	/	/	/	/	/	/	/	6	762	11440
	470	310	30.0	Good	/	Good	/	/	/	/	/	/	/			
4	465	310	36.0	Good	/	Good	/	/	/	/	/	/	/	6	762	11440
	480	320	35.0	Good	/	Good	/	/	/	/	/	/	/			

Notes	REP.551 32101660	Note	1 The surface quality and dimensions all meet the requirements.	Issued by: (Mr. Xu Lian)	Chief of Quality: (Mr. Sun Jinlang)
			2 If there are any problems, please refer to the details of the certificate on No., Lot No., Size and Weight.		
			3 Production license code		



**22-23-24) TAPON DE 1-2 3-4**

**MILL TEST & INSPECTION CERTIFICATE**

ACCORDING TO EN 10204 : 2004 3.1

CUSTOMER : FIBREJA REPRESENTACIONES S.R.L.

CERT. NO : 93170 L/C NO :

ORDER NO : F809-021 DATE : 11/07/2009

INVOICE NO : 0072480101 PAGE : 22 ORIGIN : TAIWAN



**柏緯鋼工股份有限公司**

高雄縣仁武鄉萬林村仁心路 303 號

**BOTH-WELL STEEL FITTINGS CO., LTD.**

NO.303, JEN-HSIN ROAD JEN-WU HSIANG

KAOSIUNG HSIEN, TAIWAN R.O.C.(81460)

TEL: 886-7-371-0497, 371-1536, 372-0260

web site: <http://www.bothwell.com.tw>

An ISO 9001:2000 Registered Manufacturer



7-700004

FAX: 886-7-371-3864, 371-3882

e-mail: [bothwell@www.bothwell.com.tw](mailto:bothwell@www.bothwell.com.tw) or [bw@mail.bothwell.com.tw](mailto:bw@mail.bothwell.com.tw)

ITEM	BW HT. CD.	RAW MATERIAL HEAT NO.	DESCRIPTION	QUANTITY	SPECIFICATION FOR		INSPECTION											
					MATERIAL	FITTING	SURFACE	DIM.										
101	2731	193718	HEX PLUG 3/8" NPT	150 PC	ASTM A1029 - 05 ASME SA1029 - 06	ASME B16.11-2015	GOOD	GOOD										
102	3160	308026	HEX PLUG 1/2" NPT	1000 PC														
103	2984	304376	HEX PLUG 3/4" NPT	600 PC														
104	3135	306801	HEX PLUG 1" NPT	600 PC														
105	3105	306116	HEX PLUG 1-1/4" NPT	150 PC														
ITEM	BW HT. CD.	CHEMICAL COMPOSITION (%)															MATERIAL SUPPLIER	
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	V	Co(Nb)	N	Al	Ti	Zr		CE
Min		0.350	0.350	1.050	0.035	0.040	0.400	0.300	0.400	0.120	0.080	-	-	-	-	-	-	-
Max		0.350	0.350	1.050	0.035	0.040	0.400	0.300	0.400	0.120	0.080	-	-	-	-	-	-	-
101	2731	0.200	0.180	0.850	0.014	0.041	0.170	0.090	0.060	0.010	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-
102	3160	0.190	0.180	0.820	0.026	0.043	0.190	0.100	0.060	0.010	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-
103	2984	0.210	0.190	0.640	0.019	0.046	0.140	0.070	0.060	0.010	0.004	0.002	-	-	-	-	-	-
104	3135	0.210	0.210	0.860	0.022	0.021	0.160	0.090	0.050	0.010	0.002	0.002	-	-	-	-	-	-
105	3105	0.200	0.190	0.830	0.029	0.009	0.220	0.110	0.060	0.010	0.003	0.002	-	-	-	-	-	-
ITEM	BW HT. CD.	MECHANICAL PROPERTIES						HEAT TREATMENT	ADDITIONAL TEST/REMARKS									
		T. S. (ksi)	Y. S. (ksi)	EL. (%)	R of A (%)	Hardness (HB)(AVG)	Charpy Impact F / 0°C											
Min		70.0	36.0	22.0	30.0	187	NORMALIZED											
Max		-	-	-	-	-												
101	2731	77.6	59.9	30.4	64.1	142	860°C A.C.											
102	3160	75.2	56.4	33.4	65.7	143												
103	2984	77.5	56.8	32.6	65.8	144												
104	3135	75.4	51.1	32.4	65.8	143												
105	3105	73.9	48.8	36.4	64.4	142												
WE HEREBY CERTIFY, THAT THE MATERIAL DESCRIBED ABOVE HAS BEEN TESTED AND COMPLIES WITH THE TERMS OF THE ORDER CONTRACT.								<p><i>C.C. Hsieh</i>      <i>Y.-Y. Chang</i></p> <p>O.C. MANAGER      INSPECTOR CHIN CHENG HSIEN      YUAN YAO CHANG</p>										

**26) TAPON DE UN CUARTO**

**MILL TEST & INSPECTION CERTIFICATE**

ACCORDING TO EN 10204 :2004 3.1

CUSTOMER : FICOMELIA REPRESENTACIONES S.R.L.  
 CERT. NO : 93170 L/C NO :  
 ORDER NO : FRO9-023 DATE : 11/07/2009  
 INVOICE NO : FRO9980901R PAGE : 2/1 ORIGIN : TAIWAN



**柏德維士股份有限公司**  
 高雄縣仁武鄉萬林村仁心路 303 號  
**BOTH-WELL STEEL FITTINGS CO., LTD.**  
 NO.303, JEN-HSIN ROAD JEN-WU HSIANG  
 KAOHSIUNG HSIEN, TAIWAN R.O.C.81460  
 TEL: 886-7-371-0497, 371-1536, 372-0260 FAX: 886-7-371-3864, 371-3882  
 web site: <http://www.bothwell.com.tw> e-mail: [bothwell@www.bothwell.com.tw](mailto:bothwell@www.bothwell.com.tw) or [bw@mail.bothwell.com.tw](mailto:bw@mail.bothwell.com.tw)

An ISO 9001:2000 Registered Manufacturer



ITEM	BW HT. CD.	RAW MATERIAL HEAT NO.	DESCRIPTION	QUANTITY	SPECIFICATION FOR		INSPECTION											
					MATERIAL	FITTING	SURFACE	DIW.										
077	492	306072	FULL CPLG 2-1/2" 3000# S/W	20 PC	ASTM A105N -US SME SA105N -AUB	SME B16.11-2005	GOOD	GOOD										
078	3006	304646	FULL CPLG 3" 3000# S/W	31 PC														
078	3062	305860	FULL CPLG 3" 3000# S/W	4 PC														
079	3027	304942	FULL CPLG 4" 3000# S/W	50 PC														
100	2714	393712	HEX PLUG 1/4" NPT	800 PC														
ITEM	BW HT. CD.	CHEMICAL COMPOSITION (%)																MATERIAL SUPPLIER
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	V	Co(Nb)	N	Al	Ti	Zr	CE	
Min		0.350	0.350	0.050	0.035	0.040	0.400	0.300	0.400	0.120	0.080							
Max		0.210	0.300	0.640	0.016	0.011	0.110	0.090	0.040	0.010	0.002	0.001						
077	3092	0.210	0.300	0.640	0.016	0.011	0.110	0.090	0.040	0.010	0.002	0.001						
078	3006	0.190	0.190	0.890	0.021	0.014	0.190	0.110	0.050	0.010	0.002	0.001						
078	3062	0.230	0.210	0.820	0.027	0.011	0.120	0.150	0.050	0.020	0.002	0.001						
079	3027	0.260	0.200	0.850	0.019	0.015	0.140	0.110	0.050	0.010	0.002	0.001						
100	2714	0.200	0.190	0.850	0.013	0.013	0.140	0.090	0.090	0.010	0.002	0.001						
ITEM	BW HT. CD.	MECHANICAL PROPERTIES						HEAT TREATMENT		ADDITIONAL TEST/REMARKS								
		T. S. (KSI)	Y. S. (KSI)	EL. (%)	R of A (%)	Hardness (HB)(AVG)	Charpy Impact F / °C		NORMALIZED									
Min		70.0	36.0	22.0	30.0	-	MIN./AVG. / ( Joule )											
Max		-	-	-	-	187	1	2	3		AVG.							
077	3092	77.9	54.5	33.4	65.8	146					860°C A.C.							
078	3006	75.0	50.4	32.6	67.0	142												
078	3062	77.5	50.8	32.6	65.9	145												
079	3027	75.7	50.9	33.2	65.5	143												
100	2714	76.9	59.8	28.8	65.1	141												
WE HEREBY CERTIFY, THAT THE MATERIAL DESCRIBED ABOVE HAS BEEN TESTED AND COMPLIES WITH THE TERMS OF THE ORDER CONTRACT.										<p><i>C.C. Hsieh</i>      <i>Y.-Y. Chang</i></p> <p>O. C. MANAGER      INSPECTOR                  CHIN CHENG HSIEH      YUAN YAO CHANG</p>								

**27) BRIDA SO**

QINGDAO NEW HENGFENG IMPORT AND EXPORT CO., L. TD.  
NO.129 AOMEN ROAD QINGDAO, CHINA

**ORIGINAL****Mill Certificate**

EN10204/DIN50048-3.1

Contract No. 2012SDR1002-109W

Page: 1/4

Customer: FIORELLA REPRESENTACIONES SRL

Invoice No.	Date	Works No.			
HFV12109W	2012-5-10				
Article	Specification	Material	According to		
Forged Carbon Steel Flange		A105 ANSI B16.5	ASTM A105		
State of delivery: Melting process					
Marking: NO MARKING					
Stamp of Manufacturer:			Inspector's stamp		
Content of the delivery:					
CASENO	Description		QTY	Heat No.	Test No.
	150LBS TH RF	3"	150	50132	1204-68
		6"	200	50132	1204-68
	300LBS TH RF	2"	30	50132	1204-68
	150LBS SO RF	2"	8000	30117	1205-65
		2 1/2"	1000	30117	1205-65
		3"	685	30669	1203-74
		3"	6315	40669	1204-63
		4"	1556	30669	1203-74
		4"	3444	30224	1204-71
	600LBS SO RF	4"	15	50132	1204-68
		6"	20	50132	1204-68
	150LBS WN RF SCH40	3"	900	50132	1204-68
		6"	700	50132	1204-68

**Mechanical Test: Position of specification**

Test No.	Tensile test				Hardness HB
	R1 N/mm2	R2 N/mm2	A %	Z %	
1204-68	502	263	23	32	156
1205-65	499	263	24	33	151
1203-74	498	258	25	31	154
1204-63	511	266	26	34	152
1204-71	501	274	28	33	153

**Chemical analysis**

Heat No	%C	%Si	%Mn	%P	%S		
50132	0.16	0.21	0.63	0.023	0.021		
30117	0.14	0.21	0.69	0.021	0.025		
30669	0.17	0.23	0.68	0.021	0.026		
40669	0.21	0.24	0.71	0.021	0.024		
30224	0.21	0.21	0.65	0.024	0.024		

Place: Qingdao, China

Date: 2012-5-10

Works inspector

GENERAL MANAGER

**29) EMPAQUETADURA**

# Flexitallic

CALLE 8 No. 888 ZONA INDUSTRIAL  
GUADALAJARA JAL. C.P. 44000  
TEL: 1-41-18-23 / 1-41-14-00 EXT. 200

LISTA DE EMBARQUE: 14850      ORDEN DE VENTA: 15770  
CERTIFICADO No. 484      ORDEN DE COMPRA: COT-1525

PARTIDA	CANT	IDENTIF	MATERIAL	MEDIDA	COLADA	DESCRIPCION
1	50	EMPAQUE	INOX 304 / GRAFITO	1" - 800 #	810701	EMPAQUE TIPO TCG
2	3	IDEM	IDEM	1-1/4" - 800 #	IDEM	IDEM
3	200	IDEM	IDEM	2" - 300 #	IDEM	IDEM
4	100	IDEM	IDEM	2" - 150 #	IDEM	IDEM
5	50	IDEM	IDEM	2-1/2" - 300 #	IDEM	IDEM
6	50	IDEM	IDEM	3" - 150 #	IDEM	IDEM
7	100	IDEM	IDEM	3" - 300 #	IDEM	IDEM
8	310	IDEM	IDEM	4" - 150 #	IDEM	IDEM
9	1	IDEM	INOX 316L / GRAFITO	4" - 150 #	804002	IDEM
10	300	IDEM	INOX 304 / GRAFITO	4" - 300 #	810701	IDEM
11	20	IDEM	IDEM	4" - 800 #	IDEM	IDEM
12	40	IDEM	IDEM	6" - 150 #	IDEM	IDEM
13	2	IDEM	INOX 410 / GRAFITO	6" - 150 #	804000	IDEM
14	204	IDEM	INOX 304 / GRAFITO	6" - 300 #	810701	IDEM
15	30	IDEM	IDEM	6" - 800 #	IDEM	IDEM
16	50	IDEM	IDEM	6" - 150 #	IDEM	IDEM

TIPO MAT.	COLADA	C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	Cu	Ti	V	B	Fe	N	Au	Cu	BN	N
304	810701	0.02	1.78	0.028	0.0004	0.30	18.61	9.00	0.40	0.30									
316L	804002	0.018	1.75	0.027	0.0002	0.51	18.27	10.18	2.17	0.30									
410	804000	0.01	0.4	0.024	0.001	0.54	12.44	0.37											

RELLENO	LOTE
GRAFITO	10043

CLIENTE:  
COLEC E.I.R.L.  
872 MARISCAL NICOCHOEA  
87 LIMA 29  
LIMA  
PERU

OBSERVACIONES:  
EQUITER, S.A. DE C.V. CERTIFICA QUE LOS DATOS OBTENIDOS DE LA INFORMACION  
PROPORCIONADA POR LOS PROVEEDORES O POR PRUEBAS REALIZADAS POR LA  
COMPAÑIA  
ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

R. MARGARITA LITONIS GUEZ

**30) ESPARRAGOS**

**DINA S.R.L.**  
DISTRIBUIDORES INDUSTRIALES Y DE AUTOPARTES S.R.L.

Calle Manuel Aguado 147  
Carmel, P.R.  
Tel: 787 3307-425 3380 Fax: 787 3307-425  
Cel: 787 331529  
E-mail: dina@dinapb.com

**TRAMECO S.A.C.**

**CERTIFICADO DE CALIDAD**

Mediante la presente, certificamos que los Espárragos de Rosca Corrida, calidad ASTM A193, Grado B7 y las Tuercas Exagonales Pesadas, calidad ASTM A194, Grado 2H, despachados según Facturas N° 001-0110882, del 15/05/06 cumple con las siguientes especificaciones:

**Espárragos de Rosca Corrida, calidad ASTM A193, Grado B7**

a) Material: Acero Aleado al Cromo - Molibdeno

Tratamiento Térmico: Temple y Révenido

b) Propiedades Mecánicas: Según Norma ASTM A193 Grado B7

- Resistencia a la Tracción (mínima) : 125,000psi (88 kg/mm<sup>2</sup>)
- Limite de Fluencia (mínimo) : 105,000 psi (74 kg/mm<sup>2</sup>)
- Dureza : 35 HRC máximo

**Tuercas Exagonales Pesadas, calidad ASTM A194, Grado 2H**

a) Dimensiones: Según Norma ANSI / ASME B18.2.2

b) Material: Acero al Carbono

**Composición Química**

- Carbono : 0.40 % mínimo
- Manganeso : 1.00 % máximo
- Fósforo : 0.04 % máximo
- Azufre : 0.05 % máximo
- Silicio : 0.40 % máximo

Tratamiento Térmico: Temple y Révenido

c) Propiedades Mecánicas: Según Norma ASTM A194 Grado 2H

- Carga de Prueba (mínima) : 175,000 psi (123 kg/mm<sup>2</sup>)
- Dureza : 24 - 38 HRC

d) Identificación: 2H en una de las caras de la tuerca

Sin otro en particular, esperando haber cumplido con sus requerimientos, les saludamos

Atentamente,

DINA S.R.L.

**CARLOS STROBBE TURK**

Gerente de Comercialización

31) NIPLE 1-4

江阴市无缝钢管总厂  
JIANGYIN CITY SEAMLESS STEEL TUBE FACTORY

产品质量证明书  
CONTROL QUALITY CERTIFICATE

江苏省江阴市夏港镇徐塘路175号  
No.175, Xiangtang Rd, Xiagang Town, Jiangyin City,  
Jiangsu Province, China (214442) http://www.jcgg.com  
Tel: 86-510-6160703 Fax: 86-510-6167989

总件数 Total Bundles	4	总支数 Total Pieces	1097	总重量 Total Weight	1.147	日期 Date	2008年02月08日	号	06031208-1																					
收货单位 PURCHASER	TO WHOM IT MAY CONCERN						合同编号 Contract No.	SML-071201																						
产品名称 Product	TUBOS SIN COSTURA						许可证号 License No.	0503																						
规格 Size (D*W*E) (mm)	114**SCH40*6000			钢级 Grade	B	交货状态 Delivery Status	COLD-DRAWING(ANNEAL)																							
序号 NO.	炉号 Heat No.	批号 Batch No.	件数 BOL	支数 PCS	重量 (t) WT	拉伸试验 Tensile Test				冲击试验 Impact Test			硬度值 Hardness Value																	
						尺寸 Dimension	标称长度 Gauge Length (mm)	屈服强度 Y.S Mpa	抗拉强度 T.S Mpa	伸长率 E.L (%)	尺寸 Dimension (1/4)	温度 (°C) Temperature		冲击值 (J) Impact Value																
1	C07-2-13879	07122948	2	497	1.879	*1-F	50	325/325	495/490	37/38																				
2	1207-2-13879	07122949	2	600	2.268	*1-F	50	325/325	495/490	41/40																				
3																														
4																														
序号 NO.	类别 Type	化学成分(%) Chemical Composition														低倍组织(级) M.S			金相分析 Metallurgical Analysis											
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Mo	V	W	Al	Ti	B	Nb	N	一般碳素 Ordinary Porosity	中心碳素 Central Porosity	偏析 Segregation	显微组织 *6 Microstructure	晶粒度 (级) Grain size	夹杂物 Inclusion				带状组织 (级) B.S	脱碳层 (mm) D.L		
		1	R	200	260	590	0.015	0.016	0.020	0.010	0.020	0.001	0.004																	
		2	R	200	260	590	0.015	0.016	0.020	0.010	0.020	0.001	0.004																	
		3	R																											
4	R																													
试验	冷弯	扩口	超声波	涡流	磁粉	漏磁	通径	表面尺寸	水压		1	17	Mpa																	
Flaming	Cold Bending	Flaring	UT	ET	M.P.I	L.M.T	N.D	S&D	Hydro Test		2	11	Mpa																	
	OK			OK				OK	(>5%)		3		Mpa																	
											4		Mpa																	
备注	*1.纵向条状 Longitudinal Strip: A1-12.7mm A2-19.05mm A3-25.4mm A4-38.1mm A5-全截面 Full-section *2.棒状 Tubed: B1=12.7mm B2=6.9mm B3=6mm B4=10mm *3.纵向条状 Transverse Strip: C1-12.7mm C2-19.05mm C3-25.4mm C4-38.1mm *4.D1=10-10-55mm D2=10-7.5-55mm D3=10-5-55mm *5.C-成品成分 Product composition R-熔液成分 Melting composition *6.F-铁素体 Ferrite B-贝氏体 Bainite P-珠光体 Pearlite S-回火索氏体 Tempered Sorbite M-马氏体 Martenside																													
备注	1. AT THEORETICAL WEIGHT BASIS: 2. MERCHANDISE: TUBOS ACERO A53 A106 GR B API 5L SIN COSTURA SCH40X6M IS APROX. COST. FABRI. 200.19.00.00																													

本证书以原件为准, 复印件无效  
This certificate will be accepted

质量负责人  
Quality Manager

胡才望

胡才望

胡才望

32) VAL

HEBEI LONGSHENG METALS AND MINERALS CO., LTD.

QUALITY CERTIFICATE

ORIGINAL

SUPPLIER: HEBEI LONGSHENG METALS AND MINERALS CO., LTD

CERTIFICATION ACCORDING TO EN 10204.3.1

ORDER NO.: SH20020

SYSTEM NO.: 00000000

PAGE NO.: 40

PRODUCT: 140JL09.00 BUTTERFLY VALVES

CERTIFICATE NO.: MTR0000036

ISSUE DATE: DEC. 15, 2009

040JL09.00 CHECK VALVES

NAME OF BANK INTERNATIONAL DEPT OF THIS LOT:

NUMBER OF THIS LOT: 520000

BANK INTERNATIONAL DEPT (INTERBANK)

ITEM NO	DESCRIPTION OF LOTES	QTY	HEAT NO.	TEST RESULT						REMARK									
				TENSILE STRENGTH	YIELD STRENGTH	ELONGATION	IMPACT	HAZARD	HAZARD										
BUTTERFLY VALVES Cast Iron body, dia 50, Dual Hand, Wafer type for ANSI, Mark: BEX, With Lever (Style: DTT)																			
1	3"	180		581.05	229.105	14.11.05	OK	OK	OK	OK									
1	3-1/2"	24		581.05	229.105	14.11.05	OK	OK	OK	OK									
1	3"	180		581.05	229.105	14.11.05	OK	OK	OK	OK									
1	4"	180		581.05	229.105	14.11.05	OK	OK	OK	OK									
BUTTERFLY VALVES Cast Iron body, dia 50, Dual Hand, Wafer type for ANSI, Mark: BEX, With Cover																			
1	6"	12		581.05	229.105	14.11.05	OK	OK	OK	OK									
1	12"	25		581.05	229.105	14.11.05	OK	OK	OK	OK									
1	16"	4		581.05	229.105	14.11.05	OK	OK	OK	OK									
BUTTERFLY VALVES Cast Iron body, dia 50, Dual Hand, Long type for ANSI, Mark: BEX, With Lever (Style: DTT)																			
1	3"	1		581.05	229.105	14.11.05	OK	OK	OK	OK									
1	6"	20		581.05	229.105	14.11.05	OK	OK	OK	OK									
10	6"	4		581.05	229.105	14.11.05	OK	OK	OK	OK									
NAME OF PART	MATERIAL	CHEMICAL ANALYSIS											MECHANICAL PROPERTIES						
		C	S	Si	Mn	P	Cr	Ni	Mo	Fe	Cu	Al	YIELD STRENGTH (MPa)	TENSILE STRENGTH (MPa)	ELONGATION (%)	HARDNESS (HRC)	IMPACT (J)	HAZARD	
SPAT	EPDM														60	10	17.0	210	
1110001	ASTM/A13C13	0.02	0.06	0.03	0.12	0.05								230	540				
1110001	CLASS	0.009	0.061	0.100	1.000	0.042	13.460							362	540				
1110001	CPRO	0.074	0.021	0.032	0.030	0.016	10.350	11.910	2.130					224	474				
WITNES		ZHANG CAIBU		CHECKER		ZHANG HAOB		INSPECTOR		LIU HONGMIN		LIU HONGMIN		LIU HONGMIN		LIU HONGMIN		LIU HONGMIN	

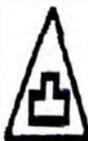
WE HEREBY CERTIFY THAT THE MATERIAL DESCRIBED HEREIN HAS BEEN MADE IN ACCORDANCE WITH THE ABOVE SPECIFICATION AND WITH THE REQUIREMENT CALLED FOR BY THE ABOVE ORDER AND HAS BEEN TESTED TO THE SATISFACTION OF THE MANUFACTURER'S QC INSPECTOR.

**36) UNION120**

**MILL TEST & INSPECTION CERTIFICATE**

ACCORDING TO EN 10204 :2004 2.1

CUSTOMER: FUJIFILM PHOTOFILM CO., S.R.L.  
 CERT. NO: 0170 L/C NO:  
 ORDER NO: 0000000000 DATE: 11/07/2009  
 INVOICE NO: 0000000000 PAGE: 1/1 ORIGIN: TAIWAN



**拍牌鋼工股份有限公司**

**BOTH-WELL STEEL FITTINGS CO., LTD.**

NO.303, JEN-HSIN ROAD, JEN-WU HSIANG, KAOHSIUNG HSIEN, TAIWAN, R.O.C.(81480)

TEL: 886-7-371-0197, 371-1536, 372-0260

web site: <http://www.bwsteel.com.tw> e-mail: [bwsteel@www.bwsteel.com.tw](mailto:bwsteel@www.bwsteel.com.tw) or [bw@msl.bwsteel.com.tw](mailto:bw@msl.bwsteel.com.tw)

An ISO 9001:2000 Registered Manufacturer



FAX: 886-7-371-3864, 371-3882

ITEM	SP. HT. CD.	RAW MATERIAL HEAT NO.	DESCRIPTION	QUANTITY	SPECIFICATION FOR		INSPECTION													
					MATERIAL	FITTING	SURFACE	DIM.												
0001	0000	005091	UNION 1/4" 300MM NPT	60 PC	ASME B16.9-03 ASME B16.9-06	RES. SURF. FIN.	GOOD	GOOD												
0002	0000	005092	UNION 1/2" 300MM NPT	10 PC																
0003	0100	005093	UNION 1/2" 300MM NPT	150 PC																
0004	0150	005094	UNION 3/4" 300MM NPT	300 PC																
0005	0100	005095	UNION 1" 300MM NPT	400 PC																
1150	FW	CHEMICAL COMPOSITION (%)														MATERIAL SUPPLIER				
		Min	Max	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	V	Co(Nb)	N		Al	Ti	Zr	CE
0001	0000	0.250	0.220	0.350	0.017	0.017	0.160	0.040	0.050	0.010	0.002	0.002								
0002	0000	0.210	0.220	0.350	0.017	0.017	0.160	0.040	0.050	0.010	0.002	0.002								
0003	0100	0.200	0.190	0.350	0.016	0.012	0.150	0.030	0.050	0.010	0.002	0.002								
0004	0150	0.200	0.200	0.350	0.014	0.011	0.130	0.070	0.050	0.010	0.001	0.001								
0005	0100	0.210	0.190	0.350	0.019	0.018	0.150	0.070	0.060	0.010	0.002	0.001								
1170	FW	MECHANICAL PROPERTIES							HEAT TREATMENT		ADDITIONAL TEST/REMARKS									
		Min	Max	T S (KSI)	Y S. (KSI)	EL. (%)	R of A (%)	Hardness (HR)(AVG)	Charpy Impact F / O°C											
		70.0	36.0	22.0	30.0	187	MIN. AVG. / (Joule)				NORMALIZED									
							1	2	3	AVG.										
0001	0000	78.1	54.2	33.4	36.1	146							860°C A.C.							
0002	0000	78.1	54.2	33.4	36.1	146														
0003	0100	78.1	51.3	33.6	35.0	143														
0004	0150	74.1	48.6	34.2	33.8	143														
0005	0100	75.1	50.1	33.5	33.7	143														
WE HEREBY CERTIFY THAT THE MATERIAL DESCRIBED ABOVE HAS BEEN TESTED AND COMPLIES WITH THE TERMS OF THE ORDER CONTRACT					 Q.C. MANAGER CHIN CHENG HSIEH					 INSPECTOR YUAN YAO CHENG										

**37) TEE CODO 2 SCH40**

**HEBEI LONGSHENG METALS AND MINERALS CO. LTD.  
CERTIFICATE OF QUALITY**

ORIGINAL

SUPPLIER: HEBEI LONGSHENG METALS AND MINERALS CO. LTD.

CERTIFICATION ACCORDING TO EN 10204.3.1

ORDER NO.: P009033

BUYER: FIONTELIA REPRESENTACIONES S.R.L.

INV. NO.: 09060825

PAGE NO.: 1/3

PRODUCT: SEAMLESS CARBON STEEL PIPE FITTINGS ASTM A234 WPB ANSI B16.5

CERTIFICATE NO.: 330309060825

ISSUE DATE: NOV 18, 2009

P.A.: 730792.00.00, 730792.00.00

ITEM NO.	DESCRIPTION	QTY	HEAT NO.	MECHANICAL PROPERTY			CHEMICAL COMPOSITION					Visual Examination	Dimension Inspection
				YIELD POINT Mpa	TENSILE STRENGTH Mpa	ELONGATION (%)	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)		
Seamless Carbon Steel Pipe Fittings ASTM A234 WPB ANSI B16.5 Elbow LR x 90 SCH40													
1	1 1/4"	1500	590	270	465	30.00	0.22	0.22	0.45	0.022	0.020	GOOD	GOOD
2	1 1/2"	2000	917	290	470	30.00	0.19	0.19	0.46	0.023	0.021	GOOD	GOOD
3	2"	1500	570	290	445	30.00	0.19	0.20	0.40	0.019	0.020	GOOD	GOOD
4	2 1/2"	850	795	290	470	30.00	0.19	0.19	0.46	0.023	0.021	GOOD	GOOD
5	3"	1500	907	295	475	29.00	0.19	0.20	0.40	0.019	0.020	GOOD	GOOD
6	4"	500	115	285	455	31.50	0.23	0.19	0.45	0.020	0.022	GOOD	GOOD
7	12"	60	983	290	460	29.50	0.21	0.20	0.47	0.021	0.020	GOOD	GOOD
8	16"	20	283	285	450	31.00	0.23	0.18	0.50	0.019	0.018	GOOD	GOOD
Seamless Carbon Steel Pipe Fittings ASTM A234 WPB ANSI B16.5 Elbow LR x 90 SCH100													
9	3"	100	150	280	455	30.50	0.20	0.23	0.50	0.018	0.020	GOOD	GOOD
10	4"	100	816	285	440	30.00	0.19	0.22	0.45	0.022	0.022	GOOD	GOOD
11	6"	50	239	315	475	29.00	0.22	0.20	0.47	0.019	0.019	GOOD	GOOD
Seamless Carbon Steel Pipe Fittings ASTM A234 WPB ANSI B16.5 Elbow x 45 LR SCH40													
12	3"	100	987	295	475	29.00	0.19	0.20	0.48	0.019	0.020	GOOD	GOOD
13	12"	30	983	290	460	29.50	0.21	0.20	0.47	0.021	0.020	GOOD	GOOD
Seamless Carbon Steel Pipe Fittings ASTM A234 WPB ANSI B16.5 Tee SCH40													
14	2"	200	683	270	440	28.00	0.19	0.20	0.45	0.019	0.023	GOOD	GOOD
15	2 1/2"	125	354	275	440	29.00	0.19	0.21	0.46	0.022	0.020	GOOD	GOOD
16	3"	200	695	295	450	31.00	0.19	0.20	0.47	0.020	0.020	GOOD	GOOD
Seamless Carbon Steel Pipe Fittings ASTM A234 WPB ANSI B16.5 Tee SCH100													
17	1/2"	30	532	275	470	30.50	0.22	0.20	0.45	0.020	0.019	GOOD	GOOD
18	3/4"	20	138	285	475	30.00	0.23	0.21	0.44	0.020	0.022	GOOD	GOOD
19	1"	60	386	300	455	31.00	0.19	0.22	0.45	0.020	0.021	GOOD	GOOD
Seamless Carbon Steel Pipe Fittings ASTM A234 WPB ANSI B16.5 Caps SCH40													
20	4"	100	395	280	450	30.00	0.20	0.23	0.45	0.018	0.020	GOOD	GOOD
21	6"	80	852	295	455	30.00	0.20	0.19	0.46	0.018	0.021	GOOD	GOOD
22	10"	20	153	275	450	28.00	0.18	0.22	0.45	0.022	0.022	GOOD	GOOD
Seamless Carbon Steel Pipe Fittings ASTM A234 WPB ANSI B16.5 Concentric Red. SCH40													
23	2-1/2" x 1-1/4"	10	631	260	445	32.00	0.20	0.25	0.40	0.018	0.021	GOOD	GOOD
24	4" x 3"	120	699	295	445	30.00	0.22	0.20	0.46	0.020	0.022	GOOD	GOOD

WE HEREBY CERTIFY THAT THE MATERIAL DESCRIBED HEREIN HAS BEEN MADE IN ACCORDANCE WITH THE ABOVE SPECIFICATION AND WITH THE REQUIREMENTS CALLED FOR BY THE ABOVE ORDER AND HAS BEEN TESTED TO THE SATISFACTION OF THE MANUFACTURER'S QC INSPECTOR.

**38) TEE SCH40-2**

**QINGDAO HARDWARE STAR IMPORT AND EXPORT CO., LTD**  
**QUALITY CERTIFICATE**

SUPPLIER: QINGDAO HARDWARE STAR IMPORT AND EXPORT CO., LTD  
 BUYER: FIORELLA REPRESENTACIONES S. R. L.  
 PRODUCT: SEAMLESS CARBON STEEL PIPE FITTINGS

INVOICE NO.: HS12032M  
 CERTIFICATE NO.: HS12032M  
 CERTIFICATE ACCORDING TO EN10201-3.1

ORDER NO.: FR12-064  
 ISSUE DATE: DEC.3,2012  
 PAGE NO.: 7/12

PRODUCT			CHEMICAL SPECIFICATION FOR MATERIAL							SPECIFICATION FOR DIMENSION					
CAP/Equal Tee SCH40			A234 WPB							ANSI B16.9					
Item No.	DESCRIPTION	Qty. (Pcs)	%C	%SI	%Mn	%P	%S	%Cu	%Cr	%Ni	%Mo	%V	%Nb	%C.B.	
	CAP SCH40														
52	12"	45	0.2	0.23	0.5	0.011	0.008	0.08	0.02	0.01	0.008	0.003	0.005	0.3	
	Equal Tee SCH40														
53	11/2"	500	0.2	0.23	0.5	0.011	0.008	0.07	0.02	0.01	0.008	0.003	0.005	0.29	
54	2"	400	0.18	0.22	0.49	0.013	0.006	0.1	0.09	0.08	0.01	0.004	0.005	0.29	
55	2 1/2"	250	0.18	0.24	0.51	0.012	0.005	0.09	0.04	0.05	0.008	0.003	0.005	0.29	
56	3"	450	0.18	0.22	0.49	0.013	0.006	0.09	0.09	0.08	0.01	0.004	0.005	0.29	
57	4"	250	0.21	0.23	0.62	0.014	0.06	0.07	0.02	0.01	0.005	0.004	0.005	0.31	
58	6"	400	0.18	0.22	0.49	0.013	0.006	0.1	0.09	0.08	0.01	0.004	0.005	0.29	
59	8"	80	0.2	0.21	0.51	0.013	0.06	0.07	0.03	0.01	0.005	0.002	0.005	0.3	
Item No.	Heat No.	Tensile Strength (Mpa)	Yield Strength (Mpa)	Elongation (%)	Hardness (HB)	Reduction of Area (%)	Heat Treatment	Dimension Inspection	Surface Inspection	Remarks					
	CAP SCH40							GOOD	GOOD						
52	276	475	315	31	145			GOOD	GOOD						
	Equal Tee SCH40							GOOD	GOOD						
53	836	475	315	31	140			GOOD	GOOD						
54	386	485	325	33	145			GOOD	GOOD						
55	673	480	320	34	145			GOOD	GOOD						
56	451	485	325	33	145			GOOD	GOOD						
57	521	470	320	32	145			GOOD	GOOD						
58	829	485	325	33	145			GOOD	GOOD						
59	926	475	310	32	145			GOOD	GOOD						

WE HEREBY CERTIFY THAT THE MATERIAL DESCRIBED HEREIN HAS BEEN MADE IN ACCORDANCE WITH THE ABOVE SPECIFICATION AND WITH THE REQUIREMENT CALLED FOR BY THE ABOVE ORDER AND HAS BEEN TESTED TO THE SATISFACTION OF THE MANUFACTURERS INSPECTOR

青島匯盛達進出口有限公司  
 QINGDAO HARDWARE STAR IMPORT & EXPORT CO., LTD

薛明起

**40) PINTURA**

Av. César Vallejo 1857  
 El Agustino, Lima 10

Teléfono  
 (51) 1 612 8000

Fax  
 (51) 1 612 8001, 612 8002

**CERTIFICADO DE CALIDAD**  
**0-8035 / 10**



CORPORACIÓN  
 PERUANA DE  
 PRODUCTOS  
 QUÍMICOS

[www.cpppo.com.pe](http://www.cpppo.com.pe)

**PRODUCTO** : DIMETCOTE 302H GRIS  
**CODIGO** : 25218301  
**LOTE** : 1020-12486  
**FECHA** : 08/10/2010  
**O / C** : 268  
**GUIA REMISION** : 0551-0000030949  
**CLIENTE** : 2047796389300 GESTION DE PROYECTOS DE INGENIERIA INDUST.EIRLTD.  
**EVALUACION**

PRUEBA ANALITICA	STD	UNIDAD	RESULTADOS
VISC.STORMER (MEZCLA)	105.00 - 115.00	KU	108.00
SECADO TACTO (MEZCLA)	10 MIN - 20 MIN	MINHR	15
SECADO TACTO LIBRE (MEZCLA)	40 MIN - 60 MIN	MINHR	45
SECADO TACTO DURO (MEZCLA)	5 H - 6 H	MINHR	6
NO SAGGING DIL (MEZCLA)	8 MILS	MILS	8
POT LIFE	8 H	HR	8
%SOLIDOS EN PESO (A)	88.50 - 89.50	PORCENTAJE	88.41
VISC.STORMER (A)	100.00 - 115.00	KU	108.00

GENERADO POR DESPACHO

Este certificado de análisis es generado automáticamente por computador y no requiere de firma ni sello para ser válido

CC-F-10 / 02

1010-18651



ADAPTICOLOR



UNIBUMCA



Ampere

Av. César Vallejo 7451  
 Edif. Adm. Lima 10  
 Teléfono:  
 (51) 1 612 6000  
 Fax:  
 (51) 1 612 6000

**CERTIFICADO DE CALIDAD**  
 0-1281 / 10



CORPORACION  
 PERUANA DE  
 PRODUCTOS  
 QUIMICOS

WWW.LASQUIMICAS.COM

**PRODUCTO** : AMERCOAT 450 HS AMARILLO YE-4 1300  
**CODIGO** : 23013203  
**LOTE** : 1020-2066  
**FECHA** : 02/03/2010  
**O / C** : 288  
**GUIA REMISION** : 0551-0000030949  
**CLIENTE** : 2047794388000 GESTION DE PROYECTOS DE INGENIERIA INDUST.EIRLTD.  
**EVALUACION**

PRUEBA ANALITICA	STD	UNIDAD	RESULTADOS
VISC. BROOKFIELD (MEZCLA)	1000.00 5000.00	CPS	1280.00
SECADO TACTO (MEZCLA)	20' 60'	MIN/HR	40
SECADO TACTO DURO (MEZCLA)	6H 10H	MIN/HR	9
NO SAGGING OIL (MEZCLA)	6 MILS	MILS	6
POT LIFE	2 H	HR	2.20
BRILLO A 60° (MEZCLA)	85.00 100.00	GLOSS UNITY	85.00
VISC. BROOKFIELD (A)	1000.00 5000.00	CPS	3670.00
FINEZA(A)	6.00 7.50	H	6.00

GENERADO POR DESPACHO

*Este certificado de análisis es generado automáticamente por computador y no requiere de firma ni sello para ser válido*

CC-F-10 / 02

1-114190



**40 2) PINTURA**

		<b>CERTIFICADO DE CALIDAD</b>		Rev.	Fecha	Pagina
				D	04/09/2013	1 of 1
OBRA		CLIENTE:		VARIOS		
Numero de doc		CQV16906		Orden de compra		
Destino Final		LIBIA		Item		
<b>Equipo</b>						
Item	Cant	N° Serie	Descripción	Modelo	Configuración - Tamaño	
1	1	02/014580	Valvula reguladora de Presión		TA 625 10	
<b>Datos del equipo:</b>						
		Presión de entrada Min.		5 BAR		
		Presión de entrada Máx.		19 BAR		
		Presión de salida		2.5 BAR		
		Orificio		9.5 MM		
		Caudal nm <sup>3</sup> /H		290		
		Presión de Bloqueo		3.7 BAR		
		Sensibilidad		10%		
<b>Controles:</b>						
		Tipo	Resultado			
		Visual	Satisfactorio			
		Dimensional	Satisfactorio			
<b>Ensayos:</b>						
HERMETICIDAD DEL OBTURADOR		<input type="checkbox"/>		HERMETICIDAD DEL OBTURADOR DE CORTE		<input type="checkbox"/>
HERMETICIDAD DEL VENTEO		<input type="checkbox"/>		HERMETICIDAD DE LA CAJA DE BLOQUEO		<input type="checkbox"/>
HERMETICIDAD DEL DEL EQUIPO		<input type="checkbox"/>		CAUDAL		<input type="checkbox"/>
<b>CERTIFICADO DE CONFORMIDAD</b> Las valvulas reguladoras arriba indicadas fueron fabricadas conforme a las especificaciones de Tormene Americana cumpliendo los parametros de calidad establecidos. Certificado de Calidad CQ N°						
TORMENE AMERICANA S.A. DPTO DE CALIDAD			 TORMENE AMERICANA S.A. CALIDAD 16-0 Que. 17/01/13			
5				Notas:		
4						
3						
2						
1						
0						
Rev.	Prep. by	Appr. By				



### Certificado de Calibración Válvulas de Seguridad y Alivio

Cliente: **TORMENE ANDINA S.A.C.**

Fecha

12/08/2013

Domicilio: Localidad **AV REDUCTO 1310 PISO 4** **MIRAFLORES-LIMA -PERU**

Procedimiento Aplicables **1.7 7-04 Rev.05**

Farinola e Hijos S.A. Certifica que la válvula de seguridad abajo detallada es nueva y que ha sido verificada en cuanto a su funcionamiento y calibración, de acuerdo a las Normas y Códigos aplicables, en nuestros bancos de prueba, por lo tanto garantizamos su buen funcionamiento en condiciones normales de uso, por el término de un año a partir de la fecha.

#### Datos de la válvula y del servicio

Marca	<b>FARINOLA</b>		Nº de Serie	<b>4345 (3) 8/13</b>
Conexión de Ent./Sal.	<b>19mmHBSP</b>	<b>25mmHBSP</b>	Presión de Apertura	<b>3,2 BAR</b>
Tipo de Conexión.	<b>ROSCA</b>	<b>ROSCA</b>	Presión de Venteo	<b>3,5 BAR</b>
Modelo.	<b>054 D</b>		Fluido.	<b>GAS</b>
Controlado Por	<b>Victor Piasecky</b>		Inspector de Q.A.	<b>Sergio Veiga</b>

Otras

Firma



CERTIFICATO n. 0433/4  
CERTIFICATE No.

La presente certificazione è valida per le attività di progettazione, produzione e distribuzione dei prodotti di cui alla seguente lista di prodotti.

**NUOVA FIMA S.p.A.**

via C. Battisti 59/61 - 28045 Invorio (NO) - Italia

Via C. Battisti 59/61 - 28045 Invorio (NO) - Italia

La presente certificazione è valida per le attività di progettazione, produzione e distribuzione dei prodotti di cui alla seguente lista di prodotti.

**UNI EN ISO 9001:2008**

UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 9001:2008

EA 19

Progettazione e produzione di manometri, termometri, pressostati, separatori di fluido e trasmettitori di pressione.  
Design and production of pressure gauges, thermometers, pressure switches, fluid separators and pressure transmitters.

La presente certificazione è valida per le attività di progettazione, produzione e distribuzione dei prodotti di cui alla seguente lista di prodotti.

Versione precedente	Versione attuale	Data scadenza
001/2/1998	01/01/2014	31/12/2017

*ICIM*  
**ICIM S.p.A.**



ICIM S.p.A. è certificata secondo la norma UNI EN ISO 9001:2008 per le attività di progettazione, produzione e distribuzione dei prodotti di cui alla seguente lista di prodotti.

La presente certificazione è valida per le attività di progettazione, produzione e distribuzione dei prodotti di cui alla seguente lista di prodotti.



**MEMORIA DESCRIPTIVA  
DE LAS INSTALACIONES MECÁNICAS PARA GAS  
NATURAL PARA LA EMPRESA NOVA PLAST PERU S.R.L.**

**INDICE**

**1. INFORMACION DEL PROYECTO**

**2. ALCANCE DEL SISTEMA PARA GAS NATURAL**

**3. NORMAS Y PROCEDIMIENTOS:**

**4. DESCRIPCIÓN DE SISTEMA PARA GAS NATURAL:**

**A. Junta de Oro y Tramo de acometida:**

**B. Estación de Regulación y Medición Primaria (ERMP):**

**C. Instalación de red interna.**

## **1. INFORMACION DEL PROYECTO:**

### Datos del cliente:

**Razón Social:** Nova Plast Perú S.R.L.

**Dirección de fábrica:** Mz.G Lote 4 Int. 4A Fundo Chacra Cerro-Comas.

**Tipo de Actividad:** Fabricación de láminas acrílicas.

**Persona de contacto:** Ing. Darwin Bravo

**Cargo:** Gerente de Proyecto

### Datos del instalador:

**Razón Social:** Salva Gas Auto sac

**Dirección:** Jr.Omicron N°316-Parque de la Industria y Comercio-Callao

**Distrito:** Callao

**Tipo de Actividad:** Elaboración de Proyectos para instalaciones de GN-GLP.

**Persona de contacto** Ing. Víctor Salvatierra Morales.

## **2. PARAMETROS DE DISEÑO:**

Los parámetros de diseño autorizados por CALIDDA serán:

Presión de diseño	19	Barg
Presión máxima de suministro de red	19	Barg
Presión mínima de suministro de red	10	Barg
Presión regulada	3.0	Barg
Caudal máximo autorizado (instantáneo)	130	Sm <sup>3</sup> /h

## **3. ALCANCE DEL SISTEMA PARA GAS NATURAL:**

El sistema de tuberías está dividido en tres partes:

1. Junta de Oro y Tramo de Acometida
2. Estación de Regulación de Presión y Medición Principal.
3. Instalación interna:

Cada parte será presentada en expedientes independientes llamados PIG1, cada parte incluye el sustento técnico para la ingeniería de las instalaciones de acuerdo a la normativa y procedimientos.

## **4. NORMAS Y PROCEDIMIENTOS:**

- "Procedimiento de habilitación de suministro de gas natural en Instalaciones Internas, OSINERG 164-2005-OS/CD".

- “Procedimiento de habilitación de suministro de gas natural en Instalaciones Internas, GNLC Rev.6”, Caso III: Instalación Interna Industrial.
- Reglamento de Distribución de gas natural por red de ductos DS N° 042-99-EM (última revisión).
- NTP (Norma Técnica Peruana) 111.010 “GAS NATURAL SECO. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales”.
- Norma Técnica de apoyo: NFPA “National Fire Protection Association” (en particular NFPA 54 “National Fuel Gas Code”).
- Calidda - Especificación Técnica ET-70801 V. 02 “Diseño, Construcción e Instalación de una Acometida”
- ASME B 31.3 “Tuberías de Refinerías y Plantas Químicas

## **5. DESCRIPCIÓN DE SISTEMA PARA GAS NATURAL:**

Desde la Junta de Oro o empalme con el gasoducto hasta el punto de consumo final cumpliendo con las especificaciones técnicas 70801 – CALIDDA y la Norma Técnica Peruana 111.010- 2003. El proyecto se divide en cuatro etapas:

### **1.- ETAPA 1: JUNTA DE ORO Y TRAMO DE ACOMETIDA:**

La conexión de GN estuvo a cargo de la empresa distribuidora de Gas natural para Lima y Callao (GNLC) de nombre comercial CALIDDA que entregará el Gas Natural con una presión mínima de suministro de 10Bar mínimo y 19Bar máximo, con un caudal autorizado de 130 m<sup>3</sup>/h, además de una válvula de servicio y la tubería de acero con casquete ubicada debajo de la vereda y frente al Recinto de la Estación de Gas.

### **2.- ETAPA 2: ESTACION DE REGULACION DE PRESION Y MEDICION PRINCIPAL DE DOBLE RAMA:**

La construcción de Estación de Regulación de Presión y Medición Principal está dimensionada antes de la regulación con tuberías de 2” Schedule 40 aproximadamente 4 metros y posterior a la regulación con tuberías de 2” Schedule 40 aproximadamente 2.8 metros.

Esta estación será diseñada con una presión mínima de 10Bar y una máxima de 19Bar, la cual regulará a 3Bar para el interior de la fábrica.

Esta estación está diseñada en doble rama para la etapa de filtrado y para el tramo de regulación, considerando según la ET-70801 en la etapa de medición un bypass para el medidor.

El medidor debe utilizar un corrector de volumen para operaciones de almacenamiento de información y telecontrol, previamente al medidor se utilizarán un (01) filtro de cinco micrones.

Las válvulas de apertura y cierre al inicio de la ERM serán bridadas y ¼ de vuelta, posterior al regulador las válvulas de apertura y cierre son tipo mariposa. Los tubos

son Schedule 40, soldadas y probadas radiográficamente al 100%, con el factor de soldadura: 1 (Tabla UW-12 ASME Sección VIII)

La Estación de Regulación y Medición estará dimensionada para suministrar a un caldero de 100BHP.

### 3.- ETAPA 3: INSTALACION RED INTERNA:

Se iniciará a la salida de la ERM, esta salida recorre la pared lateral de la fábrica hasta llegar al área del caldero donde se presenta una ERS para este equipo de consumo de 130 m<sup>3</sup>/hora.

Para la ERS (Estación de Regulación Secundaria) se consideran una válvula de apertura y cierre para control de cada suministro de gas. Las ERS cumplirán determinadas distancias con otras tuberías de cableado eléctrico según la NTP-111.010-Norma Técnica Peruana

#### Planilla de Cálculo

##### PLANILLA DE CALCULO 130BHP

PLANILLA DE CARGAS A MINIMA PRESION DE SUMINISTRO											
ESTACION DE REGULACION Y MEDICION PARA NOVA PLASTI PERU S.R.L											
TRAMO	CAUDAL (m <sup>3</sup> h)	LONGITUD		P1 (BAR)	P2 (BAR)	P1 <sup>2</sup> -P2 <sup>2</sup> ABSOLUTA	D.CALCULADO (mm)	D.ADOPTADO		VELOCIDAD (m/s)	TIPO JUNTA SOLDADA
		REAL	CALCULADO					(mm)	(pole)		
A-B	130	1.13	15.32	19.9990	9.9990	0.022	11.90	50	2.0	1.72	SOLDADA
B-C	130	0.130	0.115	9.9990	3.0000	REGULADOR TORMENE ANDINA TA-625					
C-D	130	1.74	9.24	3.0000	2.9984	0.013	19.31	50	2	4.71	SOLDADA
D-E	130	0.171	1.171	2.9984	2.9084	MEDIDOR ROTATIVO G-25					
E-F	130	1.31	16.94	2.9084	2.9053	0.024	20.04	50	2	4.82	SOLDADA

Ing. Raúl Flores Torres  
 INSTALADOR DE GAS  
 Categoría IG-3 Registro OSINERG N°160  
 Salva Gas Auto Sac.

PLANO 01

PLANO 02

PLANO 03

PLANO 04