

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICA DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO EN
ENERGÍA**

**“EFECTO DEL DISEÑO DE LA RED INTERNA PARA
ABASTECIMIENTO DE GAS NATURAL EN LA EMPRESA
COGORNO – PLANTA VENTANILLA”**

AUTORES:

Bach. DANNY CESAR GOMEZ NINAQUISPE.
Bach. WILSON CESAR BARRANTES DELGADO

ASESOR :

Dr. SERAPIO AGAPITO QUILLOS RUIZ

NUEVO CHIMBOTE, FEBRERO DEL 2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



CARTA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR
DE TESIS

Damos la conformidad del presente Informe, desarrollando el cumplimiento del objetivo propuesto y presentado conforme al Reglamento General para Obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa (R.N°492-2017-CU-R-UNS); intitulado:

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN
ENERGIA

“EFECTO DEL DISEÑO DE LA RED INTERNA PARA ABASTECIMIENTO
DE GAS NATURAL EN LA EMPRESA COGORNO – PLANTA
VENTANILLA”

TESISTAS:

BACHILLER: DANNY CESAR GOMEZ NINAQUISPE

BACHILLER: WILSON CESAR BARRANTES DELGADO

Mg. Héctor Domingo Benites
PRESIDENTE

Mg. Robert Fabián Guevara
SECRETARIO

Dr. Serapio Agapito Quillos
INTEGRANTE

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

La presente Tesis para Título ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando en cuadrado dentro de las áreas y líneas de investigación conforme al reglamento general para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa (R.D: N°471-2002-CU-R-UNS) de acuerdo a la denominación siguiente

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN
ENERGIA**

**“EFECTO DEL DISEÑO DE LA RED INTERNA PARA ABASTECIMIENTO
DE GAS NATURAL EN LA EMPRESA COGORNO – PLANTA
VENTANILLA”**

TESISTAS:

BACHILLER: DANNY CESAR GOMEZ NINAQUISPE

BACHILLER: WILSON CESAR BARRANTES DELGADO


Dr. Serapio Agapito Quillos
ASESOR



Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

A los veinticuatro días del mes de febrero del año dos mil veinte, siendo las once horas de la mañana, se instaló en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería en Energía, el Jurado Evaluador designado mediante **Resolución N° 012-2020-UNS-CFI**, integrado por los siguientes docentes:

- **Mg. HECTOR DOMINGO BENITES VILLEGAS** : PRESIDENTE
- **Mg. ROBERT FABIAN GUEVARA CHINCHAYAN** : SECRETARIO
- **Dr. SERAPIO AGAPITO QUILLOS RUIZ** : INTEGRANTE
- **M.Sc. JULIO NESTOR HIPOLITO ESCATE RAVELLO** : ACCESITARIO

Para dar inicio a la sustentación y evaluación de la Tesis titulada: "**EFFECTO DE DISEÑO DE LA RED INTERNA PARA ABASTECIMIENTO DE GAS NATURAL EN LA EMPRESA COGORNO-PLANTA VENTANILLA**", elaborada por el Bachiller de Ingeniería en Energía: **DANNY CESAR GOMEZ NINAQUISPE** con código de matrícula 200511025, teniendo como asesor al docente **DR. SERAPIO AGAPITO QUILLOS RUIZ**, designado mediante Resolución N° 136-2019-UNS-FI..

Terminada la sustentación, el bachiller respondió las preguntas formuladas por los miembros del jurado y el público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, el contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, en concordancia con el artículo 103° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, declara:

BACHILLER	PROMEDIO	PONDERACIÓN
DANNY CESAR GOMEZ NINAQUISPE	Diecisiete(17)	Muy Bueno

Siendo las doce y treinta del mediodía, se da por terminado el acto de sustentación, firmando los integrantes del jurado en señal de conformidad.


Mg. Héctor Domingo Benites Villegas
PRESIDENTE


Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayan
SECRETARIO


Dr. Serapio Quillos Ruiz



Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

A los veinticuatro días del mes de febrero del año dos mil veinte, siendo las once horas de la mañana, se instaló en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería en Energía, el Jurado Evaluador designado mediante **Resolución N° 012-2020-UNS-CFI**, integrado por los siguientes docentes:

- **Mg. HECTOR DOMINGO BENITES VILLEGAS** : PRESIDENTE
- **Mg. ROBERT FABIAN GUEVARA CHINCHAYAN** : SECRETARIO
- **Dr. SERAPIO AGAPITO QUILLOS RUIZ** : INTEGRANTE
- **M.Sc. JULIO NESTOR HIPOLITO ESCATE RAVELLO** : ACCESITARIO

Para dar inicio a la sustentación y evaluación de la Tesis titulada: "**EFFECTO DE DISEÑO DE LA RED INTERNA PARA ABASTECIMIENTO DE GAS NATURAL EN LA EMPRESA COGORNO-PLANTA VENTANILLA**", elaborada por el Bachiller de Ingeniería en Energía: **WILSON CESAR BARRANTES DELGADO** con código de matrícula 200611012, teniendo como asesor al docente **DR. SERAPIO AGAPITO QUILLOS RUIZ**, designado mediante Resolución N° 136-2019-UNS-FI..

Terminada la sustentación, el bachiller respondió las preguntas formuladas por los miembros del jurado y el público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, el contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, en concordancia con el artículo 103° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, declara:

BACHILLER	PROMEDIO	PONDERACIÓN
WILSON CESAR BARRANTES DELGADO	Diecisiete(17)	Muy Bueno

Siendo las doce y treinta del mediodía, se da por terminado el acto de sustentación, firmando los integrantes del jurado en señal de conformidad.


Mg. Héctor Domingo Benites Villegas
PRESIDENTE


Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayan
SECRETARIO


Dr. Serapio Quillos Ruiz



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: **Wilson/danny Barrantes/ Gomez**
Título del ejercicio: **TESIS**
Título de la entrega: **TESIS**
Nombre del archivo: **TESIS_GOMEZ_BARRANTES.docx**
Tamaño del archivo: **2.21M**
Total páginas: **72**
Total de palabras: **13,008**
Total de caracteres: **68,388**
Fecha de entrega: **06-feb-2020 06:44a.m. (UTC-0500)**
Identificador de la entrega: **1252503563**



DEDICATORIA

A mis queridos Padres

por su

amor, comprensión y cariño de siempre

A Dios por su apoyo infinito y por ser nuestro guía

En nuestra carrera y por ser la luz en nuestra vida.

D.C.G.N

DEDICATORIA

A mis queridos Padres

Por su amor, cariño y desvelos de siempre

y por enseñarme la ruta siempre

del trabajo y el estudio.

Y para mi novia

Por su apoyo y gran amor.

W.C.B.D

RECONOCIMIENTO

Al Dr. Serapio Quillos Ruiz
por sus consejos y enseñanzas
una eminencia en temas de gas natural
y su apoyo incondicional en la realización de esta tesis.

A todos los Profesores de la
EAP de Ingeniería en Energía
Por el apoyo desinteresado
Y sus enseñanzas durante
Nuestra vida universitaria.

Y para todos nuestros amigos
y colegas, por su amistad de toda la vida.

Atentamente,

D.C.G.N W.C.B.D

INDICE

RESUMEN	9
ABSTRACT	10
CAPITULO I: INTRODUCCION	11
1.1 Realidad Problemática	12
1.2 Antecedentes	12
1.3 Importancia	16
1.4 Hipótesis	16
1.5 Objetivos	17
CAPITULO II: MARCO TEORICO	18
2.1 Gas Natural	19
2.2 Estaciones de recepción de gas natural	20
2.3 Consideraciones de diseño	23
2.4 Ensayos y certificación	33
CAPITULO III: METODO Y MATERIALES	37
3.1 Materiales	38
3.2 Método de Investigación	40
CAPITULO IV: RESULTADOS	42
4.1 Estimación de la máxima demanda de gas natural	43
4.2 Estimación de la estación de regulación y medición	43

4.3	Dimensionamiento del punto de acometida de gas natural	54
4.4	Dimensionamiento de la red interna de gas natural	58
4.5	Discusión de resultados	59
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
	Conclusiones	69
	Recomendaciones	70
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	71
	ANEXOS	78

FIGURAS

Figura N ^a 1: Estación de Recepción y medición de gas natural	21
Figura N ^o 2: Sistema de medición de energía total	23
Figura N ^o 3: Determinación del factor de compresibilidad	24
Figura N ^o 4: Medidor de Caudal Calibre G40 de D.N 2”	24
Figura N ^a 5 Distribución de componentes en la ERM	29
Figura N ^o 6 Vista isométrica de red de gas natural /acometida	36

CUADROS

Cuadro N° 1 Técnicas de uniones para tuberías de instalaciones de gas Natural.	27
Cuadro N° 2 Parámetros para selección del regulador.	30
Cuadro N° 3 Parámetros para selección de la válvula de bloqueo.	31
Cuadro N° 4: Presiones características para prueba de hermeticidad.	36
Cuadro N° 5 Parámetros de diseño.	38
Cuadro N° 6 Características del Caldero.	39
Cuadro N° 7 Máximas demandas diarias mensuales 2017.	39
Cuadro N° 8 Parámetros para la determinación del caudal comprimido.	33
Cuadro N° 9 Determinación comercial del medidor de caudal.	44
Cuadro N° 10 Parámetros para la determinación del caudal comprimido de gas natural a presión de trabajo/antes de la regulación.	45
Cuadro N° 11 Parámetros para la determinación del caudal comprimido de gas natural a presión de trabajo/después de la regulación.	45
Cuadro N° 12 Parámetros para la determinación del caudal comprimido de gas natural a presión de trabajo/ etapa de la medición.	46
Cuadro N° 13 Regulador de presión STAFLUX 185 D.N 2”.	47
Cuadro N° 14 Parámetros de presión regulada actual de 120 Sm ³ /h.	48
Cuadro N° 15 Parámetro de selección de válvula según especificación técnica.	48
Cuadro N° 16 Parámetro para cálculo de velocidades y caída de presión.	49

Cuadro N° 17 Presión mínima de 5 bares y presión regulada de 3 bares.	50
Cuadro N° 18 Presión mínima de 10 bares y presión regulada de 3 bares.	50
Cuadro N° 19 Presión mínima de 19 bares y presión regulada de 3 bares.	50
Cuadro N° 20 Parámetros de selección de elemento filtrante a 120 Sm ³ /h.	51
Cuadro N°21 Extracto de catálogo de filtros de la Marca GORA.	51
Cuadro N° 22 Parámetros de selección de elemento filtrante a 120 Sm ³ /h.	52
Cuadro N° 23 Características del material a utilizar en la carcasa del filtro.	52
Cuadro N° 24 Características del espesor máximo.	53
Cuadro N° 25 Características del espesor necesario para la conexión.	53
Cuadro N° 26 Parámetros de Diseño punto de acometida.	55
Cuadro N° 27 Parámetros para cálculo de resistencia de tuberías Acometida.	55
Cuadro N° 28 Dimensionamiento de red externa de gas natural Presión 19 bar y 10 bar y 120 Sm ³ /h.	56
Cuadro N° 29 Dimensionamiento de red interna de gas natural.	58

RESUMEN

La Empresa Cogorno S.A Planta Ventanilla requiere de una instalación de gas natural que incluya la red de ingreso , la estación de regulación de presión y medición y la red interna de gas natural , con la finalidad de suministrar potencia térmica a un caldero pirotubular de 125 BHP, la cual su diseño y evaluación energética tiene como objetivo fundamental resolver los problemas de dimensionamiento toda vez que esta práctica afecta directamente al régimen de flujo del gas natural al interior de las tuberías influenciando en el comportamiento de la presión y afectando la velocidad de la misma.

El trabajo de investigación presente propone a partir de una demanda de $120 \text{ Sm}^3/\text{h}$ el dimensionamiento de la instalación así tenemos : Para la estación de regulación de presión y medición un medidor de caudal G40 de 2", regulador de presión Staflux 185, válvula de bloqueo Clase 150 de 2", válvula de alivio 054.D, mientras que la velocidad del gas natural es de 1.45 m/s , para una caída de presión inferior a 0.001 bar para la zona de presión a 10 bar , tubería de 2" acero SCH 40. Mientras que para una presión mínima de 19 bares se tiene que la velocidad del gas natural es de 0.8 m/s , para una caída de presión inferior a 0.001 bar . Mientras que para la red interna de gas natural se optó por tubería de 2" de acero con uniones roscada SCH 40 para una presión de 3 bar y $120 \text{ Sm}^3/\text{h}$ de gas natural, con una velocidad de 3.98 m/s y una caída de presión inferior a 0.0077 bar .

PALABRA CLAVE: Gas Natural, red de distribución interna.

ABSTRACT

The Company Cogorno SA Planta Ventanilla requires a natural gas installation that includes the inlet network, the pressure regulation and measurement station and the internal natural gas network, in order to supply thermal power to a 125 BHP pirotubular cauldron , which its design and energetic evaluation has as a fundamental objective to solve the problems of dimensioning since this practice directly affects the flow regime of the natural gas inside the pipes influencing the behavior of the pressure and affecting the speed of the same .

The present research project proposes, based on a demand of 120 Sm³ / h, the dimensioning of the installation as follows: For the pressure regulation and measurement station, a 2 "G40 flow meter, Staflux 185 pressure regulator, flow valve Class 150 2 "block, relief valve 054.D, while the speed of natural gas is 1.45 m / s, for a pressure drop of less than 0.001 bar for the pressure zone at 10 bar, 2" pipe SCH 40 steel. While for a minimum pressure of 19 bars, the natural gas velocity is 0.8 m / s, for a pressure drop of less than 0.001 bar. While for the internal network of natural gas, 2 "steel pipes with SCH 40 threaded joints were chosen for a pressure of 3 bar and 120 Sm³ / h of natural gas, with a speed of 3.98 m / s and a pressure drop less than 0.0077 bar.

KEYWORD: Natural Gas, internal distribution network.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

La Empresa Cogorno S.A, tiene sus instalaciones en el distrito de Ventanilla de la provincia del Callao, es una empresa que cuenta con más de 90 años de experiencia y trayectoria en la fabricación de productos derivados del trigo, como harinas, fideos y alimentos balanceados.

En el 2019, la empresa realiza la modernización tecnológica de sus instalaciones para lo cual requiere el uso de un combustible de menor costo y alta disponibilidad como es el gas natural, básicamente para ser utilizado en su generador de vapor, así como para la futura planta de cogeneración a instalar, por lo tanto, es indispensable contar con un suministro de gas natural, el cual es suministrado en la ciudad de Lima por la empresa Cálidda. Así mismo se debe tener en cuenta los distintos aspectos técnicos que conllevan al dimensionamiento de la instalación interna de gas natural la cual es función del consumo de combustible en la empresa. Para lo cual se debe tener en cuenta los diversos aspectos normativos que permitan diseñar una red eficiente y confiable.

Teniendo en cuenta lo enunciado se plantea la siguiente pregunta:

¿Cuál es el efecto del diseño de la red interna en el abastecimiento de gas natural en la Empresa Cogorno - Planta Ventanilla?

1.2 ANTECEDENTES:

Se tienen los siguientes estudios que sirven como antecedente al presente informe de tesis:

En la tesis de Carhuaricra (2017), se concluye lo siguiente: En la actualidad para el diseño de las redes internas de las diferentes empresas consumidoras, este se encuentra enmarcado dentro de la Norma Técnica Peruana (NTP) 111.011 (redes residenciales y comerciales) y la NTP 111.010 (Redes Industriales), cuya diferencia hace resaltar entre otros, a la presión de diseño; siendo la primera presión que oscilan entre los 23 mbar y los 340 mbar, y en el segundo caso presiones más altas que podrían

llegar a los 4 bares. En nuestro caso particular, se evalúa el consumo de un horno secado y cocina semi-industrial que actualmente operan con combustible diésel y cuya potencia nominal nos arroja un caudal máximo de diseño de 13,3 m³/h, con presiones de suministro de 23 mbar y 340 mbar en promedio, por lo que la evaluación técnica nos dio la posibilidad de proyectar una acometida con un medidor de diafragma y cuya especificación de instalación nos permitiría utilizar un regulador de presión con ingreso de 4 bar y salida de 340 mbar, presión necesaria para el ingreso a este tipo de medidores y con un caudal de salida de 50 m³/h, con ello la demanda futura estará asegurada, y permitiría triplicar su caudal de consumo máximo.

Así mismo en la tesis de Pezo Altamirano (2014), establece lo siguiente: Mediante el cálculo y selección del diámetro de 8 pulgadas. Según la norma de la American Society of Mechanical Engineers (ASME) 831.8-2003 se dimensiona la tubería interna de gas natural para un caudal de 18609 m³/h que se requiere. Con el espesor calculado de 0,322 pulgadas (") se determina que la tubería de 8" operará eficientemente a la presión de operación con la cual se diseñara las instalaciones. Teniendo en cuenta el procedimiento para el tendido de tubería conforme a la normatividad establecido por la American Society of Mechanical Engineers (ASME) 831.8-2003, American Petroleum Institute (API) 1104 y Decreto Supremo N°042-99-EM y se realizó una correcta instalación de tubería. Se ejecutaron los ensayos de verificación hidráulicas y neumáticas con las presiones normadas, con resultados favorables para la certificación de calidad y recepción de la instalación interna por la Empresa Cálidda.

Del mismo modo Herrera (2016), determina lo siguiente: Las presiones de prueba seleccionadas para la red interna de gas natural son diseñadas para la presión máxima de operación y tienen en cuenta los procedimientos de prueba establecidos en la Norma Española (UNE-EN) 12327. El fluido de prueba utilizado es aire o gas inerte, así mismo se tomaron las previsiones

necesarias para proteger y salvaguardar la integridad de las personas, y a los bienes. Para temperaturas de prueba inferiores a 0 °C, se tendrá en cuenta la posibilidad de reducir la presión crítica de resistencia a la propagación rápida de grietas en la preparación del sistema de tuberías y el procedimiento de prueba aplicado. A temperatura ambiente, el sistema de tuberías de polietileno presurizado, está sometida a esfuerzos térmicos de dilatación por fluencia que tienen efecto en los resultados de la prueba de presión. Su influencia es más significativa a presiones de prueba mucho más elevadas. Se tomaron medidas necesarias para reducir las pérdidas de presión, debidas a la fluencia, para una adecuada interpretación de los resultados en la prueba de presión.

Así mismo Meléndez (2006), manifiesta lo siguiente: Toda la instalación interna de gas natural debe ser dimensionada para transportar el caudal demandado por los equipos de consumo en el instante de la máxima demanda. Asimismo se debe tener en cuenta para las ampliaciones futuras de demanda, se debe tener en cuenta las limitaciones en la pérdida de carga y la velocidad. En el diseño se tener en cuenta la ubicación y trazado del sistema de tuberías de la instalación con todos los accesorios, las dimensiones de los diversos tramos y derivaciones, la capacidad necesaria para cubrir la demanda y la ubicación del punto de entrega de gas, entre otros. Los componentes de la instalación se diseñaron en función a la presión máxima a la que estará sometida la red durante su operación, teniendo en cuenta las posibles sobrepresiones que se pueden presentarse ante fallas imprevistas de algunos componentes tal como: válvulas de regulación y válvulas de seguridad por alivio o bloqueo.

Casana y Murillo (2017), concluyen lo siguiente: El diseño y evaluación energética de la estación de regulación de presión y medición primaria de gas natural tiene como objetivo fundamental resolver los problemas de dimensionamiento toda vez que esta práctica afecta directamente al régimen de flujo del gas natural al interior de las tuberías influenciando en

el comportamiento de la presión, energía de flujo, afectando la velocidad de la misma. El trabajo de investigación propone el análisis de las condiciones de operación para el diseño de la estación de regulación de presión y medición primaria para cubrir la demanda actual de 10000 Sm³/h y proyectar su expansión a 20000 Sm³/h, con el creciente auge de la industria que se convierte a gas natural y para abastecer a la demanda domiciliar y estaciones de servicios en el Porvenir, Ica. Los resultados encontrados en relación al aumento de velocidad en los tramos agua arriba y aguas abajo del diseño radica en el paso del gas a través de los accesorios, se demostró la relación que la caída de presión influye directamente en el aumento de velocidad de forma brusca, este comportamiento del gas puede ocasionar desde rotura del elemento filtrante así como la descalibración de la instrumentación de medición y control así como de sensores, se logró la válvula de alivio con presión de apertura a 115 % superior de la máxima presión regulada con área requerida de 2,318 cm², se dimensionó la válvula SLAM SHUT con presión de bloqueo por baja presión de 3,6 bar, este valor es muy importante de lo contrario si la presión cae por debajo la velocidad del gas se incrementaría bruscamente, se dimensionó para el caso del elemento filtrante así como para el cálculo de su envolvente con espesor adoptado de 9,27 mm, selección del actuador y el valor de torque de 1092 N-m, modelo RCIO280, necesario para abrir una válvula de 6'', si se dimensionaría incurriamos en un retardo de apertura generando incremento de presión en el tramo de la estación.

Del mismo modo Velásquez (2015), concluye lo siguiente: Para el abastecimiento de gas natural comprimido a las plantas de harina de pescado se optó por distribuir el gas natural por medio de un gasoducto proveniente desde la estación del servicio Rentik, en función al recorrido estimado se determinó la implementación de tuberías de 200, 160, 110 y 90 mm de diámetro, de material de polietileno de alta densidad, asimismo para evitar una considerable caída de presión por el recorrido, se determinó

suministrar el gas natural a una presión de 10 bar. A la entrada de los ductos a cada planta, se adoptó equiparon una poliválvula respectivamente para el corte de servicio manual de suministro.

1.3 IMPORTANCIA.

La importancia es la siguiente:

A nivel teórico este proyecto es muy importante para la empresa ya que se busca determinar el efecto del diseño de la red interna en el abastecimiento de GN.

A nivel económico, se realiza el estudio con la idea de reducir costos operativos por consumo de petróleo R-500, lo que permite aumentar la rentabilidad de la empresa. Al implementar el abastecimiento de GN, permitirá a la empresa consumir un combustible de menor costo a través de una red de distribución interna confiable, de tal manera que este combustible esté disponible, mejorándose los consumos específicos o indicadores energéticos de planta.

A nivel social, la investigación será de mucha importancia ya que la sociedad hoy en día busca dar una solución a cualquier problema que presenta dentro de su empresa con respecto al diseño de una red interna para el suministro de gas natural a baja presión, por ello este estudio servirá de guía para los empresarios que deseen implementar este tipo de tecnología y también favorecerá a los colaboradores de la empresa como tales, a los abastecedores de repuestos y a los clientes.

A nivel tecnológico, la empresa Cogorno-Planta Ventanilla cuenta con una instalación industrial que requiere de manera continua el uso de un combustible como el GN disponible, de menores costos y sobre todo de menores emisiones de gases de efecto invernadero en relación al petróleo R500. Además, se hace uso de la normatividad internacional y nacional en el diseño de la red interna de gas natural.

1.4 HIPÓTESIS

Se plantea la siguiente hipótesis: El efecto del diseño de la red interna permitirá el abastecimiento de 120 Sm³/h de GN a baja presión en la empresa Cogorno -Planta Ventanilla.

1.5 OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto del diseño de la red interna en el abastecimiento de gas natural en la Empresa Cogorno -Planta Ventanilla.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las condiciones de diseño de la estación de regulación para el abastecimiento del GN en la Empresa Cogorno S.A-Planta Ventanilla.
- Determinar las condiciones de diseño de la red interna para el abastecimiento del GN en la Empresa Cogorno S.A-Planta Ventanilla.
- Realizar el procedimiento para el tendido de tubería y pruebas, conforme a la norma ASME 831.8, API 1104 y de Decreto Supremo N° 042-99-EM para el abastecimiento de GN en la Empresa Cogorno S.A-Planta Ventanilla.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 GAS NATURAL:

2.1.1 GENERALIDADES:

El gas natural es un combustible fósil formado por un conjunto de hidrocarburos que, en condiciones de reservorio, se encuentran en estado gaseoso en disolución con el petróleo. Se encuentra en la naturaleza como: gas natural asociado cuando está acompañado de petróleo y como gas natural no asociado cuando no está acompañado de petróleo. El principal componente del gas natural es el metano, que usualmente constituye el 85% del mismo. Sus otros componentes son el etano, el propano, el butano y otras fracciones más pesadas como el pentano, el hexano y el heptano. (Baltodano y Huamán, 2012).

La sustitución de combustibles tradicionales como el petróleo R500 y el Biodiesel BD5 por gas natural permiten a la empresa consumir un combustible de menor costo a través de una red de distribución interna confiable, de tal manera que este combustible esté disponible, mejorándose los consumos específicos de planta y así mismo el gas natural tecnológicamente permite una reducción significativa de los costos operativos del sector transporte. En consecuencia, el ahorro es del 50% frente a la gasolina y del 30% frente al diésel, por lo tanto, es más accesible a la sociedad. (Tamayo y Vásquez, 2017).

El gas natural es una de las fuentes de energía convencional menos contaminante, cuando se emplea el gas natural en hogares o en la industria, se generan entre 25 y 30 % menos emisiones de CO₂ que empleando petróleo, y entre 40 y 50 % menos emisiones de CO₂ que al emplear carbón en relación con cada unidad energética consumida; si es empleado en transporte por medio del Gas Natural Vehicular (GNV), se generan entre 20 y 25 % menos emisiones de CO₂ que al emplear combustibles tradicionales. Todo esto contribuye a la reducción de impacto del efecto invernadero. (Becerra y Rodríguez, 2017).

2.1.2 INDICE DE WOBBE:

Relaciona el poder calorífico superior (PCS) con la raíz cuadrada de la densidad relativa del combustible y es un parámetro que se utiliza muy a menudo para caracterizar la capacidad calorífica e intercambiabilidad de un combustible. Con esta relación se puede determinar el contenido de energía de un grupo combustibles, en este caso el gas natural dentro de los combustibles gaseosos con su valor de índice de Woobe le permite desarrollar una gran cantidad de energía calorífica limpia y además se asume que un combustible puede substituirse por otro sin necesidad de realizar cambios en los equipos de combustión, si ambos combustibles tienen índices de Wobbe muy similares. (Uribe, Herrera y Bedoya, 2018).

2.1.3 DISTRIBUCION DE GAS NATURAL:

Una red interna de distribución de gas natural está constituida por ductos, conexiones, válvulas y otros componentes que se inicia después del punto de conexión o la acometida y con el cual se lleva el gas natural seco hasta los diferentes puntos de consumo del usuario. Este concepto de instalación interna, se asocia al de una red de gas natural, tomando en cuenta la definición de una red como un conjunto de entidades conectadas entre sí, por lo que una red de gas natural enmarca la instalación de una serie de accesorios y equipos asociados entre sí (Carhuaricra,2017).

2.2 ESTACIONES DE RECEPCION DE GAS NATURAL:

2.2.1 GENERALIDADES.

La Estación de recepción y medición tiene por finalidad de conducir el flujo de gas requerido por la planta, reducir y controlar la presión proveniente de la red de distribución a la presión de uso en la red interna de gas natural, así como dar seguridad en el suministro con la finalidad de proteger los equipos que se encuentren en la instalación industrial, los cuales han sido diseñados para una menor presión de servicio, así mismo debe medir el flujo de gas natural que circula a través del medidor montado en dicha estación, con el cual se facturara el consumo de gas natural. La instalación debe tener el

diámetro de tuberías necesario para evitar las altas velocidades de flujo de gas natural en ella, cuenta con doble ramal de tuberías (principal y reserva) para facilitar el mantenimiento de sus componentes y estará aislada de las redes por medio de una junta aislante eléctrica. (Chávez, 2017).



Figura 1: Estación de Regulación y medición de gas natural

Las principales funciones de la estación de gas son: tener un gas que se reciba a una presión constante y dentro de unos rangos muy concretos, que la temperatura sea la adecuada, para evitar la formación de hielo por la condensación del vapor de agua y que el gas se reciba limpio, sin partículas que puedan ocasionar problemas (Montoro,2014).

2.2.2 COMPONENTES DE CONTROL :

VÁLVULAS DE CIERRE:

Las válvulas de cierre permiten la apertura o cierre de un flujo de gas, ya sea por mantenimiento, cambio de conexiones u otra circunstancia, Las válvulas de las estaciones receptoras son fabricadas de acero, salvo algunos casos para redes de baja presión, se admiten válvulas de cierre de fierro fundido. Los diámetros de las válvulas se dimensionan en función a las tuberías de la estación y a las presiones de diseño. (Castillo, 2010).

VÁLVULAS DE ALIVIO:

También llamadas válvulas de seguridad (son elementos distintos según la norma ASME de elementos de sobrepresión para recipientes), están diseñadas para aliviar la presión cuando un fluido supera un límite de presión de trabajo. La válvula de seguridad, aguas abajo del sistema de medición, tiene una presión de apertura igual a 10% superior a la sobrepresión garantizada por el fabricante de los reguladores, mientras que la presión de venteo es un 10 % por encima de ésta. La válvula de seguridad, aguas arriba del sistema de medición, tiene una presión de apertura de un valor máximo a un 10 % menor de la presión de diseño de la instalación, de forma tal que la presión de venteo, alcance dicha presión de diseño. (Velásquez, 2015).

2.2.3 FILTRACIÓN:

Son accesorios que evitan el paso de elementos o partículas extrañas contenidas en el gas natural, estos elementos pueden formar hidratos que reaccionan en el interior de las tuberías de acero que transportan el gas natural a largas distancias, formando un contaminante llamado polvo negro, conformado por óxido de hierro. Se ha establecido la conveniencia de instalar 2 filtros tipo cartucho para atrapar partículas normales y magnéticas y para captar las partículas finísimas de polvo negro (- 1 micra). (Casana y Murillo, 2017).

El filtro cartucho propiamente dicho está constituido por un cilindro de chapa perforada alrededor del cual se adapta exteriormente el material filtrante formado por un filtro o fibra sintética. Los filtros están equipados con un dispositivo formado por un manómetro diferencial entre la entrada y salida de gas, que permite controlar la pérdida de carga. El elemento filtrante tiene una capacidad de filtrado de 2 cm^2 por cada Nm^3 de capacidad horaria. El filtro debe retener, en función de la granulometría de las impurezas de polvo entre 98 % hasta 5 micras y agua: 100% hasta 20 micras. (Castillo, 2010).

2.2.4 REGULACION:

Los reductores de presión son accesorios que reducen la presión del gas a la entrada del equipo de consumo o elemento de control, a una presión inferior a la salida del mismo. Esto se debe a la pérdida de carga (perdida primaria y secundaria) creada por el flujo de gas, al hacerla circular por un orificio de sección inferior a la del diámetro de paso del gas a la entrada y salida del elemento a regular. El regulador más sencillo contiene un orificio, más o menos descubierto por un obturador (válvula o grifo), maniobrado de manera manual, para obtener la presión requerida. (Casana y Murillo, 2017).

2.2.5 SISTEMAS DE MEDICIÓN:

La medición del flujo de gas natural en la ERM para obtener los valores de consumo real debe contar con contadores que deben estar homologados y verificados por la Empresa Cálida y por OSINERGMIN, y serán autorizados de acuerdo con las normatividad vigente establecida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas. Para poder determinar las características de los sistemas de medición debe tenerse en cuenta que en el transporte y distribución de gas, este se contabiliza en volumen, pero en el uso industrial lo que se tiene en cuenta son las unidades de medición consumida y contratadas; para lo cual es necesario instalar sistemas de medición de energía total. (Castillo, 2010).

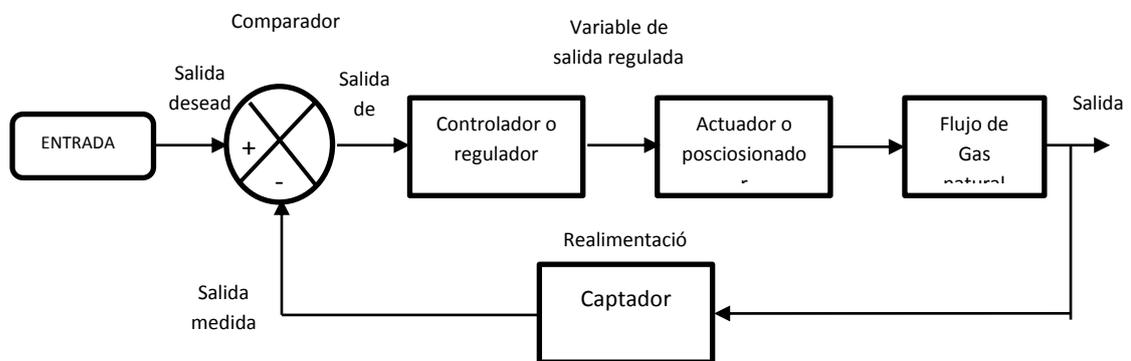


Figura N° 2: Sistema de medición de energía total.

2.3 CONSIDERACIONES DE DISEÑO:

2.3.1 GENERALIDADES:

El diseño de instalaciones para suministro de gas natural seco debe considerar entre otros los siguientes aspectos básicos: Máxima cantidad de gas natural seco requerido por los artefactos, mínima presión de gas natural seco requerido por los artefactos a gas, las previsiones técnicas para atender demandas futuras, el factor de simultaneidad asociado al cálculo del consumo máximo probable, gravedad específica y poder calorífico del gas natural seco. Toda red de gas natural debe iniciar con un diseño preliminar con el cual se definirá su recorrido, tamaño, forma y capacidad, a partir de ahí se podrá dar inicio a un proyecto de instalación de gas. (Carhuaricra, 2017).

2.3.2 CARACTERISTICAS DEL FLUJO DE GAS:

FACTOR DE COMPRESIBILIDAD (Z):

Es una propiedad termodinámica utilizada para aplicar la ley de los gases ideales al comportamiento de un gas real. En general, un comportamiento ideal de un gas se vuelve más significativa entre más cercano esté un gas a un cambio de fase, sea menor la temperatura o de un valor más grande, la cual toma constantes empíricas de compuestos específicos como datos de entrada. Para un gas que sea una mezcla de dos o más gases puros (aire o gas natural, ejemplo), es requerida una composición del gas para que la compresibilidad sea determinada. El factor de compresibilidad es un parámetro adimensional, independiente del volumen de gas en análisis, determinada por las características del gas, de la temperatura, y de la presión. Siendo conocido el factor de compresibilidad, el cálculo de las relaciones presión, volumen y temperatura se puede conseguir para condiciones de alta presión como a presión baja. (Melgar, 2011).

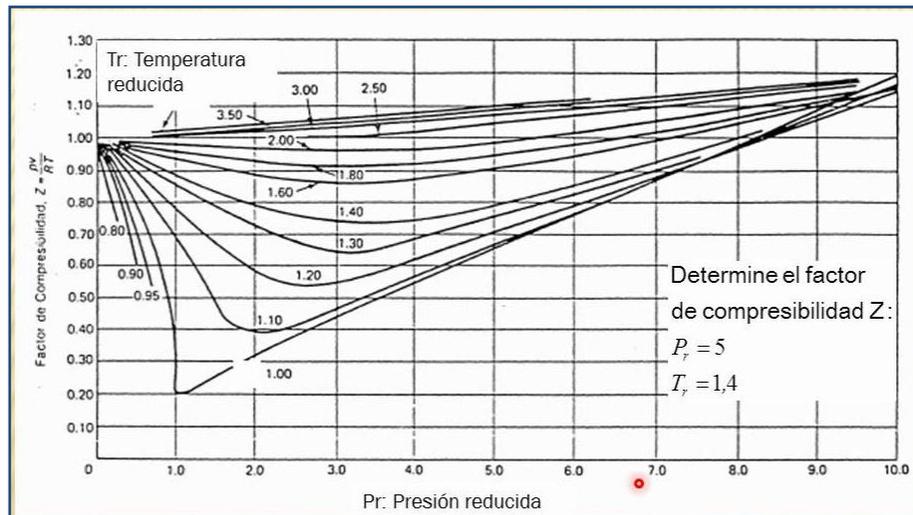


Figura 3: Determinación del factor de compresibilidad

Fuente: Texto Combustión Industrial

VELOCIDAD MÁXIMA DEL GAS NATURAL EN DUCTOS:

La velocidad es un factor definitivo en la determinación del diámetro de la tubería, debido a que una baja velocidad conduce a un sobredimensionamiento y por lo tanto, a un sobrecosto y a una velocidad excesiva que ocasiona pérdidas de presión considerables en el sistema. Cuando se requiere de filtración del gas para brindar protección a los equipos como medidores, reguladores, quemadores que pueden presentar obstrucción para el flujo de gas, se admiten velocidades hasta de 40m/s, pues el filtro produce una caída de presión. Para sistemas sin filtro, la velocidad máxima recomendada es hasta de 20 m/s (Sánchez y et al., 2006).

CAÍDA DE PRESIÓN:

Una vez se han determinado los siguientes parámetros: potencias de los equipos, longitudes totales de cada tramo, determinación del tamaño y material de las tuberías, presiones y temperaturas de operación, se utilizan las ecuaciones de Müller o de Pole para dimensionar la Red de Gas, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Para presiones en la red menores o iguales a 70 mbar, la sumatoria de las pérdidas deben de ser menores a 5 mbar, de acuerdo con la fórmula de Pole.
- Cuando se trabajan con presiones mayores a 70 mbar, el porcentaje de la caída de presión debe de ser menor o igual al 10%. (Sánchez y et al., 2006).

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA:

La selección del diámetro nominal se realiza teniendo en cuenta las pérdidas y la velocidad del gas, la cual está en función del caudal, tamaño de tubería, presiones y temperaturas (estándar y de operación) y además el costo de los materiales. A partir del diámetro nominal y del material se determina el diámetro interior de la tubería (Sánchez y et al., 2006).

2.3.3 CONSIDERACIONES DE CALCULO:

DEFINICION DE LAS TUBERIAS TRONCALES Y RAMALES DE DISTRIBUCION: Los cálculos de la instalación de distribución interna deberán tener en cuenta las condiciones para transportar el caudal necesario para los equipos en su demanda máxima y así mismo se debe tener en cuenta la altura de nivel del mar al nivel mar de la instalación donde van a instalar la red de combustible. Debido a que la presión atmosférica en el lugar afecta al dimensionamiento de las instalaciones y el consumo de gas natural. Así mismo para futuras ampliaciones, se debe tener en consideración las pérdidas de carga por tramo de tubería, longitud de tubería y la velocidad del gas natural en las instalaciones. Todos los componentes de la instalación deberán estar aptos para soportar la presión máxima de suministro que fija la empresa distribuidora. Los elementos de la instalación de los reguladores se diseñan considerando la presión máxima a la que pueden estar sometidos teniendo en cuenta el valor de las sobrepresiones que puedan ocurrir mediante defectos de funcionamiento de las válvulas de regulación y acción del sistema de protección previstos como válvulas de seguridad, de alivio o por bloqueo (Chávez, 2017).

CONSIDERACIONES DE SUMINISTRO:

El tramo de tubería comprendida entre la válvula de bloqueo de servicio del distribuidor de gas natural y la entrada a los reguladores de la estación de regulación de presión y medición primaria, se determinara con una caída de presión máxima no superior a 10 % de la presión mínima de suministro. El diseño deberá tener en cuenta la ubicación y trazado del sistema de tuberías de la instalación con todos los accesorios, el dimensionamiento de los diferentes tramos de la red interna y derivaciones, la capacidad necesaria para cubrir la demanda y la ubicación del punto de suministro del gas natural. (Chávez, 2017).

Una adecuada regulación de presión en las redes de distribución interna de gas, dará lugar a una operación óptima de los equipos consumidores, siendo esta presión entre 20 a 22 mbar generalmente. La regulación de la presión se realiza de la siguiente manera : teniendo en cuenta que la presión de entrada es como máximo 10 bar según lo dispuesto por el DS 040-2008-EM debido a que las redes de distribución pasan por la ciudad, se tiene una ERM la cual permitirá una regulación de presión entre 4 a 3 bar en la salida de esta, aguas abajo también se reducirá la presión con una ERM la cual tiene como salida una de 0,360 bar, luego el gas natural es regulado antes de los puntos de consumo hasta un valor promedio de 0.020 bar la cual es una adecuada presión de trabajo. (Chávez, 2017).

CONSIDERACIONES PARA LA RED INTERNA:

Los tramos de la red interna de distribución entre dos etapas de regulación de presión se dimensionan para una caída máxima de presión del 20% al inicio de cada tramo. Los tramos de tuberías que alimentan directamente a los equipos de consumo deben ser dimensionados de tal manera que la presión entre el regulador que los abastece y los equipos de consumo no supere el 10 %. En el caso de medidores de baja presión, la pérdida de carga mínima a considerar es de 1.1 mbar. Cuando el sistema de medición asignado contemple la instalación de una placa limitadora de caudal, se considerará que

esta provoca una caída de presión de 12 % del valor de la presión aguas arriba de la misma. siempre menor a 30 m/s para evitar los ruidos excesivos en las redes internas. (Chávez, 2017).

2.3.4 TUBERÍAS:

En las instalaciones de distribución interna industriales se utilizan los siguientes materiales: acero, cobre y polietileno (PE). La selección del diámetro de la tubería y su material se hará entre otros, en función de: la ubicación de la tubería, la presión de operación, el diámetro de la tubería según la velocidad, los riesgos de corrosión, factores de deterioro, para tuberías subterráneas, el material es acero revestido, polietileno o cobre revestido, mientras que para tuberías instaladas sobre la superficie el material es acero o cobre. (Chávez, 2017).

Cuadro 1: Técnicas de uniones para tuberías de instalaciones de gas natural

MATERIAL DE TUBERÍA	TÉCNICA DE EMPALME	
Cobre	Soldadura fuerte (Temperatura de fusión >450 °C)	
Polietileno	Unión de tope con termofusión o cuplas de electrofusión	
Acero	Diámetro ≤ 5.08 cm (2 in)	Diámetro > 5.08 cm (2 in)
Acero negro	Junta roscada o soldada	Soldadura Bridas
Acero galvanizado	Junta roscada	Unión mecánica

Fuente: Cálida Gas Natural del Perú.

2.3.5 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.

a. CALCULO DE LA DEMANDA:

Para el cálculo de la demanda se determinará teniendo en cuenta que la potencia térmica suministrada por el combustible BD5 es equivalente a la potencia térmica suministrada por el gas natural.

$$Pot_{tsBD5} = Pot_{tsGN} \dots \dots \dots (1)$$

$$Pot_{tsBD5} = \dot{m}_{BD5} * PCI_{BD5} \dots \dots \dots (2)$$

$$Pot_{tsGN} = \dot{m}_{GN} * PCI_{GN} \dots \dots \dots (3)$$

Dónde:

Pot_{tsBD5} = Potencia térmica suministrada BD5.

Pot_{tsGN} = Potencia térmica suministrada GN.

PCI = Poder calorífico inferior del gas natural o del petróleo BD5.

\dot{m} = Flujo másico del combustible Petróleo BD5 o gas natural.

b. CALCULO DE LA RED DE GAS NATURAL

En todos los puntos de la instalación la velocidad de circulación del gas no supera los 30 m/s. De acuerdo a las características referenciales del gas de Camisea, se han usado los valores de 0.608 para la densidad específica del gas y 0.01058 cp para la viscosidad.

Para el dimensionamiento de las tuberías se han usado las siguientes fórmulas de cálculo recomendadas.

Para presiones de 0 a 50 mbarg la fórmula del Dr. Poole.

$$Q = \sqrt{\frac{D^5 * h}{2 * s * l}} \dots \dots \dots (4)$$

Dónde:

Q = Caudal en m³/h (condiciones estándar)

D = Diámetro en cm.

H = Pérdida de carga en mm. de columna de H₂O

s = Densidad relativa del gas

l = Longitud de tubería en metros, incluyendo la longitud equivalente de los accesorios que la componen.

Para presiones en el rango de 50 mbarg a 4 barg, la fórmula de Renouard simplificada, y válida para Q/D < 150.

$$P_A^2 - P_B^2 = 48.6 * s * l * \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}} \dots \dots \dots (5)$$

Dónde:

P_A y P_B = Presión absoluta en ambos extremos del tramo, en kgf/cm²

- s = Densidad relativa del gas.
- L = Longitud del tramo en metros, incluyendo la longitud equivalente de los accesorios que la componen.
- Q = Caudal en m³/h (condiciones estándar)
- D = Diámetro en mm.

El trazado de tuberías se ha definido teniendo en cuenta las interferencias con respecto a otros servicios y considerando la flexibilidad de la tubería.

**c. CÁLCULO DE ESTACIÓN DE RECEPCIÓN Y MEDICIÓN:
CÁLCULO Y SELECCIÓN DEL MEDIDOR**

La selección del medidor se basa en las fórmulas de Boyle - Gay Lussac o ley de Boyle y Charles:

$$v_a = \frac{(Q_{st} * P_{st}) * (T + 273.15)}{(T_{st} + 273,15) * (P_{e_{min}} + P_{atm})} \dots \dots \dots (6)$$

Dónde:

- P_{e_{min}} = Mínima presión manométrica de entrada en el medidor, en bar.
- T = Temperatura a las condiciones de operación, °C
- P_{atm} = Presión barométrica del sitio, bar
- T_{st} = Temperatura a las condiciones estándar, °C
- P_{st} = Presión a las condiciones estándar, bar
- Q_{st} = Caudal estándar requerido para la instalación, Sm³/h
- v_a = Caudal comprimido a presión de trabajo, m³/h

CÁLCULO DE RESISTENCIA DE TUBERÍAS

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

$$t = \frac{P \times D}{2 \times S \times F \times E \times T} \dots \dots \dots (7)$$

Dónde:

- t = Espesor nominal de pares
- P = Presión de diseño
- D = Diámetro nominal
- S = Tensión mínima de fluencia
- F = Factor de diseño
- E = Factor de junta soldada.
- T = Factor de disminución de temperatura.

SELECCIÓN DEL REGULADOR DE PRESIÓN

El regulador es seleccionado bajo las siguientes condiciones:

Cuadro N° 2 Parámetros para selección del regulador

Ítem	Descripción	Valor Actual
1	Presión de diseño	19 bares
2	Presión de entrada mínima	10 bares
3	Caudal Autorizado	X Sm ³ /h
4	Presión regulada	3 bares

La selección del regulador es función de las siguientes ecuaciones:

Para flujo sub crítico: Cuándo $P_2 > P_1 / 2$

$$C_g = \frac{Q * G^{1/2}}{25 * (P_2 * \Delta P)^{1/2} * F} \dots \dots \dots (8)$$

Para flujo crítico: Cuándo $P_2 < P_1 / 2$

$$C_g = \frac{Q * G^{1/2}}{12.5 * P_1 * F} * 1000 \dots \dots \dots (9)$$

Dónde:

- Q = Caudal en Sm³/h
- P1 = Presión de entrada (bar)
- P2 = Presión de salida (bar)
- G = Gravedad especifica 0.6
- F = Factor de dimensionamiento 0.7
- ΔP = Diferencial de presión P1-P2

SELECCIÓN DE VÁLVULA DE BLOQUEO

El BLOQUEO POR SOBREPRESIÓN según especificación técnica S-DIO-049 para válvulas de bloqueo por sobrepresión hasta 1.5" será hasta el 20% por encima de la presión regulada.

Cuadro N° 3 Parámetros para selección de la válvula de bloqueo

Presión Regulada	Presión de bloqueo por sobrepresión
Pr = 3 bares	P bloqueo = 3,6 bares

El regulador a seleccionar debe tener incorporado un sistema que cuenta con protección contra excesos en la presión de salida regulada, por medio de un sistema de bloqueo reseteable manualmente. A demás esta válvula de bloqueo tiene una presión máxima de entrada de 25 bares y un rango de bloqueo de 0.02 a 4.5.

SELECCIÓN DE LA VÁLVULA DE ALIVIO

Opera bajo las siguientes condiciones:

Presión de apertura: 15% superior de la máxima presión regulada

Presión de cierre: 10% por debajo de la presión de apertura.

Caudal máximo de venteo: 5% del caudal de operación

Para hallar el área requerida se hace uso de la siguiente ecuación:

$$A = \frac{V}{K_u * C * K_d * P} * \sqrt{T * Z * G} \dots \dots \dots (10)$$

CALCULO DE VELOCIDADES Y CAÍDA DE PRESIÓN

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

$$P_A^2 - P_B^2 = 48.6 * s * l * \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}} \dots \dots \dots (11)$$

Dónde:

P_A y P_B = Presión absoluta en ambos extremos del tramo, en kgf/cm² A

S = Densidad relativa del gas.

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

Q = Caudal en m³/h (condiciones estándar)

D = Diámetro en mm.

TENSIÓN LONGITUDINAL:

$$t = \frac{PR}{SE - 0.6P} \dots \dots \dots (12)$$

TENSIÓN CIRCUNFERENCIAL:

$$t = \frac{PR}{2SE + 0.4P} \dots \dots \dots (13)$$

TENSIÓN EN EL CABEZAL:

$$t = \frac{PD}{2SE - 0.2P} \dots \dots \dots (14)$$

CÁLCULO DE LAS CONEXIONES

Las aberturas de diámetros nominal menores o iguales a 1", están adecuadamente reforzadas con coplas serie 3000.

ESPESORES NECESARIOS DE LAS CONEXIONES:

$$tr_n = \frac{PR}{SE - 0.6P} \dots \dots \dots (15)$$

ÁREA DE REFUERZO REQUERIDO

Área de refuerzo requerida

$$A = dtr_f + 2tn_f(1 - fr_1) \dots \dots \dots (16)$$

Dónde:

- f_{r1} = 1 conexión apoyada a la pared del cuerpo
- f_{r1} = S_n/S_v conexión insertada en la pared del cuerpo
- f_{r1} = 1.000

- $F = 1$

Sobre espesor de envolvente

$$A1 = d(E1t - Ftr) - 2tn(E1t - Ftr)(1 - fr1) \dots \dots \dots (17)$$

Sobre espesor de la conexión

$$A2 = 5(tn - trn)(fr2xt) \dots \dots \dots (18)$$

$$A2 = 5(tn - trn)fr2xtn \quad \text{Dónde: } fr2 = Sn / Sv = 1$$

Sobre espesor de la conexión pasante

$$A3 = 2(tn - c)(fr2xh) \dots \dots \dots (19)$$

$$A3 = 2(tn - c)fr2xh$$

Dónde: c = sobre espesor de corrosión $c=0$ mm

Sobre espesor de la soldadura externa de conexión

$$A41 = leg^2x fr2 \dots \dots \dots (20)$$

Sobre espesor de la soldadura interna de conexión

$$A43 = leg^2x fr2 \dots \dots \dots (21)$$

Balance de áreas sin refuerzo

$si(A1 + A2 + A3 + A41 + A43) \geq A$ La abertura esta adecuadamente reforzada

$si(A1 + A2 + A3 + A41 + A43) < A$ La abertura no está adecuadamente reforzada y por lo tanto se deberá adicionar un refuerzo y/o incrementar el espesor.

$$A1 + A2 + A3 + A41 + A43 \geq A$$

2.4 ENSAYOS Y CERTIFICACIÓN:

2.4.1 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS:

INSPECCIÓN VISUAL: Es el método de mayor uso el cual se realiza haciendo uso de diversas herramientas, tales como fibroscopios, baroscopios, lupas, espejos, etc. En esta tarea se identifica materiales que no cumplen con

especificaciones, permite realizar la corrección de defectos en el proceso de fabricación y reduce la necesidad de posteriores ensayos no destructivos. (Pezo, 2014).

INSPECCION POR LIQUIDOS PENETRANTES:

Los ensayos con líquidos penetrantes consisten en la aplicación de un líquido sobre la superficie del cuerpo a examinar, que penetra por capilaridad en las imperfecciones de la soldadura. Una vez limpiado el exceso, nos revelará el que ha quedado retenido en la imperfección (poros, fisuras, etc.). Existen dos tipos de líquidos penetrantes, los fluorescentes y los no fluorescentes, aunque los más utilizados son los no fluorescentes. (Federación de enseñanza de Andalucía 2011).

INSPECCIÓN POR ULTRASONIDOS:

El equipo utilizado para la aplicación de estas técnicas es capaz de generar, emitir y captar haces de ondas muy bien definidas sujetas a las leyes de reflexión al encontrar en su trayectoria un cambio en las propiedades físicas del medio en el cual se propagan. Al ser captadas, son analizadas según el objetivo del equipamiento y con la determinación del tiempo transcurrido desde su emisión hasta su recepción, puede conocerse la distancia recorrida, al ser la velocidad previamente establecida (Federación de enseñanza de Andalucía,2011).

INSPECCIÓN POR RADIOGRAFIA:

La radiografía industrial es usada para detectar variaciones de una región de un determinado material que presenta una diferencia en espesor o densidad comparada con una región vecina (es un método capaz de detectar con buena sensibilidad defectos volumétricos). Se trata de una radiación electromagnética penetrante, con una longitud de onda menor que la luz visible, que produce un bombardeo en un blanco generalmente de wolframio, con electrones de alta velocidad. (Federación de enseñanza de Andalucía, 2011).

2.4.2 PRUEBAS DE HERMETICIDAD:

PRUEBA NEUMÁTICA:

Es la prueba de presión que se somete a la red de distribución interna se hace uso como fluido de prueba generalmente aire o nitrógeno. La prueba se realiza a los tubos y accesorios que en conjunto y armados responden a una determinada configuración geométrica que luego se instala en el lugar de operación. Se verifica las diferentes uniones soldadas, roscadas o bridadas buscando fugas. La presión de prueba en los spools de válvula es de 37.5 bares. El tiempo de mantenimiento a la presión de prueba es de 4 horas. Pasado dicho tiempo y en coordinación con la supervisión (CALIDDA) se da por dar la conformidad a la prueba. (Pezo Altamirano, 2014).

PRUEBA HIDROSTÁTICA:

La prueba hidrostática se realiza teniendo en cuenta la norma ASME 831.8-201 O, esta tiene dos etapas y son: prueba de resistencia y prueba de hermeticidad. Consiste en mantener la presión interna superior a la presión de diseño o a la presión máxima de operación en toda la tubería, correspondiente a 30 bar, en condiciones de ausencia de flujo y durante un periodo de 32 horas, utilizando agua como medio de prueba. La finalidad de esta prueba es demostrar la inexistencia de fugas así como de asegurar que la tubería es lo suficientemente resistente para operar bajo las condiciones normales de trabajo. La prueba consta de realizar un ensayo de presión controlada con manómetros e instrumentos registradores de presión y temperatura, los cuales deberán estar debidamente certificados. El valor de la presión de prueba del cabezal y accesorios es de 1,25 veces la presión máxima de prueba programada para la tubería (37,5 bar) de acuerdo al código ASME 831.8. (Pezo, 2014).

Este ensayo consta de 2 pruebas:

- Prueba de resistencia: La finalidad es detectar defectos que no son detectados en los procesos de control de fábrica en las tuberías o los componentes de la red. También se realiza para asegurar que la

instalación sea lo suficientemente resistente para operar bajo las condiciones de diseño realizadas.

- Prueba de hermeticidad: Se realiza al finalizar la prueba de resistencia. Esta prueba se realiza con la finalidad de verificar la hermeticidad del tramo liberado luego de haber sido sometido a la prueba de resistencia y para demostrar la inexistencia de fugas en la tubería. Este ensayo se realiza sobre el mismo tramo sometido anteriormente a prueba de resistencia (Castillo, 2010).

Cuadro 4: Presiones características para prueba de hermeticidad

Presión de operación en la tubería	Presión mínima de ensayo	Tiempo mínimo de ensayo
$P \leq 13.8 \text{ kPa}$	34.5 kPa	15 minutos
($P \leq 2 \text{ psig}$)	(5 psig)	
($P \leq 2136 \text{ mbar}$)	(340 mbar)	
$13.8 \text{ kPa} < P \leq 34.5 \text{ kPa}$	207 kPa	1 hora
($2 \text{ psig} < P \leq 5 \text{ psig}$)	(30 psig)	
($136 \text{ mbar} < P \leq 340 \text{ mbar}$)	(2.1 bar)	

Fuente: Norma Técnica Peruana 111.011

CAPITULO III:
MÉTODO Y MATERIALES

3.1 MATERIALES:

Dentro del Material utilizado se tiene lo siguiente:

3.1.1 DATOS MARCO DE LA EMPRESA:

Se tiene la siguiente información:

- Propietario : Empresa Cogorno S.A – Planta Ventanilla.
- Dirección : Av. Los Precursores 670.
- Distrito : Ventanilla.
- Provincia : Callao.
- Departamento: Lima.

3.1.2 PARÁMETROS DE DISEÑO:

Se tiene los siguientes parámetros de diseño:

Cuadro N° 5 Parámetros de diseño

DATOS DE DISEÑO	
Presión mínimo de diseño	19 barg.
Presión máxima de entrada	19 barg.
Presión mínima de entrada	10 barg.
Presión mínima de prueba	28,5 barg.
Proceso de soldadura	GTAW
Ensayos no destructivos	100%
Terminación superficie arenado	Norma SSPC-SP5
BASE: ZINC INORGANICO INTERMEDIO: EPOXICO ACABADO: POLIURETANO RAL 1004	ESP. TOTAL 200μ (Micrones)

Fuente: Empresa UNIGAS S.A

3.1.3 CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA:

Se tiene el siguiente cuadro con características de la unidad de generación de vapor:

Cuadro 6: Características del Caldero

ESPECIFICACIONES	DETALLES
Potencia	125 BHP
Tipo	Pirotubular de 2 pazos
Marca	Distral (2002)
Presión de diseño	10 Bar
Presión de operación	6 Bar
Quemador	Dual (Diesel/Gas Natural)

Fuente: Jefatura de Producción Empresa Cogorno S.A

Cuadro 7: Máximas demandas diarias mensuales 2017

MES	MÁXIMA DEMANDA (Gal/h)
Enero	30
Febrero	31,9
Marzo	33
Abril	33.4
Mayo	32
Junio	30
Julio	31,8
Agosto	32,8
Setiembre	33
Octubre	31
Noviembre	33,2
Diciembre	32
Promedio	32

Fuente: Jefatura de Producción Empresa Cogorno S.A

3.1.4 MARCO NORMATIVO PARA EL DISEÑO:

Se hace uso del siguiente marco normativo:

- Norma Técnica Peruana NTP 111.014 “GAS NATURAL SECO. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales”.
- Especificación Técnica S-COO-002 “Diseño, Construcción del Accesorio de Ingreso a la Estación”- Calidda Ver.01
- ANSI/ASME B31.8 Fuel gas Piping.
- ANSI B16.5 Steel Pipe Flanges and Flanged Fittings Gas Distribution Systems.
- API 5L Line Pipe.
- API – 1104

3.2 MÉTODO DE INVESTIGACION:

3.2.1 ASPECTOS METODOLOGICOS:

a. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La Investigación es del tipo descriptiva y aplicada:

- **Descriptiva:** La Investigación es descriptiva ya que se empleará la información estadística real referente al consumo de energía primaria en forma de combustible a reemplazar (Petróleo BD5 por gas natural) para determinar el efecto de los criterios de diseño y evaluación de la red de gas natural a baja presión dentro de las Instalaciones de la Empresa Cogorno-Planta Ventanilla en el abastecimiento total de gas natural.
- **Aplicada:** La Investigación es aplicada porque permitirá dimensionar óptimamente el sistema de suministro de gas natural a baja presión, referido a las instalaciones internas en la Empresa Cogorno-Planta Ventanilla, en función al efecto de los parámetros de diseño y evaluación establecidos por las normativas internacionales y nacionales, teniendo en cuenta variables como presión de servicio, caudal y velocidad del gas natural.

b. VARIABLES/INDICADORES.

- Variable independiente: Diseño de la red interna
- Indicadores:

Presión de diseño (Bar)

Presión regulada (Bar)

Diámetro de tuberías (Pulgadas)

Caudal de diseño autorizado (Sm^3/hora)

- Variable dependiente: Abastecimiento de gas natural

Indicadores:

Máxima demanda de Gas Natural (Sm^3/hora)

Demanda contratada de Gas Natural (Sm^3/mes)

c. PROCEDIMIENTO:

Se tiene la siguiente secuencia de cálculo para los resultados del informe:

- Cálculo de la máxima demanda de gas natural.
- Dimensionamiento del punto de acometida.
- Dimensionamiento de red y componentes de la estación de regulación y medición primaria.
- Dimensionamiento de red y componentes de la estación de regulación y medición primaria.
- Detallas de los ensayos realizados.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 ESTIMACION DE LA MAXIMA DEMANDA DE GAS NATURAL:

En función al Cuadro 7 y las ecuaciones 1, 2 y 3 se determina la demanda actual.

Cálculo de la máxima demanda actual. Para el mes de abril 2017 con un valor de 33.4 Galones de BD5/h, y tomando los valores referenciales de OSINERGMIN para combustibles líquidos y gaseosos peruanos.

Poder calorífico del gas natural = 9200 kcal/m³.

Poder calorífico del petróleo BD5 = 9860 kcal/kg.

Densidad de del petróleo BD5 = 3.278 kg/galón.

$$Potencia\ Termica\ suministrada_{BD5} = 1'079524 \frac{kcal}{h}$$

Así mismo la potencia térmica suministrada por el petróleo BD5 es igual a la potencia térmica suministrada por el gas natural.

$$Maxima\ Demanda\ de\ Gas\ Natural = 117.34 = 120\ Sm^3/h$$

4.2 DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICION: Haciendo uso de la ecuación N° 4, para hallar el valor del caudal comprimido a presión de trabajo:

4.2.1 CÁLCULO DEL CAUDAL AUTORIZADO:

Cuadro 8: Parámetros para la determinación del caudal comprimido de gas natural a presión de trabajo.

PARAMETRO	SIMBOLO	VALORES
Mínima presión manométrica de entrada en el medidor	P _{e_min}	3 bar
Presión barométrica en el lugar	P _{atm}	1.013025 bar
Presión a condiciones estándar	P _{st}	1.013025 bar
Temperatura a las condiciones de operación	T	20 °C
Temperatura a condiciones estándar	T _{st}	15.5 °C
Caudal estándar requerido para la instalación	Q _{st}	120 Sm ³ /h

$$V_a\ autorizado = 30.82\ m^3/h$$

De acuerdo a valores comerciales para los medidores tipo G tenemos:

Cuadro 9: Determinación comercial del medidor de caudal

Qmax actual (m3/h)	Clasificación Tipo G
40	G25
65	G40
100	G65
160	G100
250	G160
400	G250
650	G400
1000	G650

Fuente: Catalogo de HIDROMECC INGENIEROS SAC

Se selecciona un medidor de caudal de Tipo G40, con el cual se tiene un factor de reserva de:

$$\text{Factor de Reserva} = \frac{65}{30.82} = 2.10$$



Figura 4: Medidor de Caudal Calibre G40 de D.N 2''

Fuente: Catalogo ALMAQ S.A

4.2.2 CALCULO DE RESISTENCIA DE TUBERIAS:

En función a la ecuación 7 y el siguiente cuadro de valores se determina la resistencia de las tuberías:

Cuadro 10: Parámetros para la determinación del caudal comprimido de gas natural a presión de trabajo/antes de la regulación.

PARAMETRO	SIMBOLO	VALORES
Espesor nominal de pares	t	
Presión de diseño	P	19 bar
Diámetro nominal (adoptado)	D	2"
Tensión mínima de fluencia ASTM 106 Grd. B	S	35000 psi
Factor de diseño	F	0.4
Factor de junta soldada. según tabla de ASME para materiales ASTM 106 sin costura	E	1
Factor de disminución de temperatura para temperaturas menores a 250 °F	T	1

Antes de la regulación:

$$t = 0.01995 \text{ pulgadas} = 0.51 \text{ mm}$$

Espesor calculado

$$t = 0.51 \text{ mm}$$

Espesor adoptado

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

Cuadro 11: Parámetros para la determinación del caudal comprimido de gas natural a presión de trabajo/después de la regulación

PARAMETRO	SIMBOLO	VALORES
Espesor nominal de pares	t	
Presión de diseño	P	3 bar
Diámetro nominal (adoptado)	D	2"
Tensión mínima de fluencia ASTM 106 Grd. B	S	35000 psi
Factor de diseño	F	0.4
Factor de junta soldada. según tabla de ASME para materiales ASTM 106 sin costura	E	1
Factor de disminución de temperatura para temperaturas menores a 250 °F	T	1

Después de la regulación:

$$t = 0.00315 \text{ pulgadas} = 0.08 \text{ mm}$$

Espesor calculado

$$t = 0.08 \text{ mm}$$

Espesor adoptado

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

Etapa de medición:

Cuadro 12: Parámetros para la determinación del caudal comprimido de gas natural a presión de trabajo/ etapa de la medición

PARAMETRO	SIMBOLO	VALORES
Espesor nominal de pares	t	
Presión de diseño	P	3 bar
Diámetro nominal (adoptado)	D	2"
Tensión mínima de fluencia ASTM 106 Grd. B	S	35000 psi
Factor de diseño	F	0.4
Factor de junta soldada. según tabla de ASME para materiales ASTM 106 sin costura	E	1
Factor de disminución de temperatura para temperaturas menores a 250 °F	T	1

Calculando para el tramo de 2":

$$t = 0.00315 \text{ pulgadas} = 0.08 \text{ mm}$$

Espesor calculado

$$t = 0.08 \text{ mm}$$

Espesor adoptado

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

Se tiene el siguiente resumen:

Antes de la regulación: Espesor calculado = 0.5067 mm Espesor adoptado = 3.91 mm

Después de la regulación: Espesor calculado = 0.08 mm Espesor adoptado = 3.91 mm

En la etapa de medición: Espesor calculado = 0.08 mm, Espesor adoptado = 3.91 mm

4.2.3 SELECCIÓN DEL REGULADOR DE PRESION:

Haciendo uso de las ecuaciones 8 y 9 y los valores del Cuadro N° 8:

Se verifica el cumplimiento de las condiciones para flujo crítico y sub crítico:

Para flujo sub crítico: Cuándo $P_2 > P_1 / 2$

$3 > 10/2 = 3 > 5$ NO CUMPLE FLUJO SUB CRITICO

Para flujo crítico: Cuándo $P_2 < P_1 / 2$

$3 < 10/2 = 3 < 5$ SI CUMPLE FLUJO CRITICO

Se obtiene el siguiente valor de $C_g = 1122.5$

Se selecciona un regulador de presión Staflux 185 D. N 2" para un C_g igual 1768.0

Cuadro 13: Regulador de presión EQA 625 S-150 D.N 2"

STAFLUX 185			
Nominal diameter (mm)	25	50	80
Size(inches)	1"	2"	3"
Cg flowcoefficient	439	1681	3764
Kg coefficient	462	1768	3960
K1 body shape factor	106,78	106,78	106,78

Fuente:

https://www.fiorentini.com/media/files/143_532_sizing_ct_s570_eng.pdf

4.2.4 SELECCIÓN DE LA VALVULA DE BLOQUEO:

El bloqueo por sobrepresión según especificación técnica S-DIO-049 para válvulas de bloqueo por sobrepresión hasta 3' será hasta 20% por encima de la presión regulada. Los parámetros de regulación de presión de válvula Siam Shut son:

Presión Regulada	Presión de bloqueo por sobrepresión
Pr = 3 bares	$P_{\text{bloqueo}} = 3 * 1.2 = 3.6$ bares

El bloqueo por baja presión según especificación técnica S-DIO-024 para válvulas de bloqueo por sobrepresión hasta 3' será hasta el 10% por debajo de la presión regulada.

Presión Regulada	Presión de bloqueo por baja presión
Pr = 3 bares	$P_{\text{bloqueo}} = 3 * 0.9 = 2.7 \text{ bares}$

El regulador seleccionado tiene incorporado un sistema que cuenta con protección contra excesos en la presión de salida regulada. A demás esta válvula de bloqueo tiene una presión máxima de entrada de 25 bares y un rango de bloqueo de 0.02 a 4.5. (Ver Anexo N° 8).

4.2.5 SELECCIÓN DE LA VÁLVULA DE ALIVIO:

Para hallar las características de la válvula de alivio tenemos en cuenta los valores del cuadro 14.

Cuadro 14: Parámetros de presión regulada actual de 120 Sm³/h

PARAMETRO	SIMBOLO	VALORES
Caudal a ventear	V	6
Factor de corrección debido al cambio de unidades	K_u	3.341
Constante de gases	C	344
Coefficiente de descarga	K_d	0.855
Presión de venteo absoluta	P	4.45
Temperatura Absoluta	T	293
Coefficiente de compresibilidad	Z	0.997522
Peso específico relativo a los gases	G	0.655

Reemplazando valores en la ecuación 10, tenemos el valor de $A = 0.04879 \text{ cm}^2$.

Se presenta así mismo los parámetros de selección de válvula de alivio según especificaciones técnicas:

Cuadro 15: Parámetro de selección de válvula según especificación técnica.

CODIGO	CONEXIONES Entr.*Salida	ORIFICIO (Desig)	Área Efectiva	
			cm ²	pulg ²
054.D	¾" x 1"	D	0,709	0,110
055.E	1" x 1½"	E	1,264	0,196
057.F	1 ½" x 2"	F	2,835	0,439
058.H	2" x 2 ½"	H	5,064	0,785
058.J	2" x 2 ½"	J	8,303	1,287

Fuente: Cálidda Gas Natural del Perú.

Se selecciona una válvula de alivio 054.D de ¾" x 1", donde la denominación "D" está referida Orificio de la tobera del tipo D.

4.2.7 CÁLCULO DE LAS VELOCIDADES Y DE LA CAIDA DE PRESIÓN.

La fórmula a usar para el cálculo de la caída de presión será la ecuación N° 11, para lo cual se tiene el siguiente cuadro de datos:

Cuadro 16 Parámetro para cálculo de velocidades y caída de presión

DETALLE	UNIDADES	SÍMBOLO	DATOS
Caudal autorizado por CALIDDA	Sm ³ /h	Q	120
Presión máx. de diseño	bar	P _{max} diseño	19
Presión máx. de red	bar	P _{max}	19
Presión mín. De red	bar	P _{min}	10
Presión regulada	bar	P _{reg}	3

Del mismo modo se presenta la distribución de componentes de la ERM:

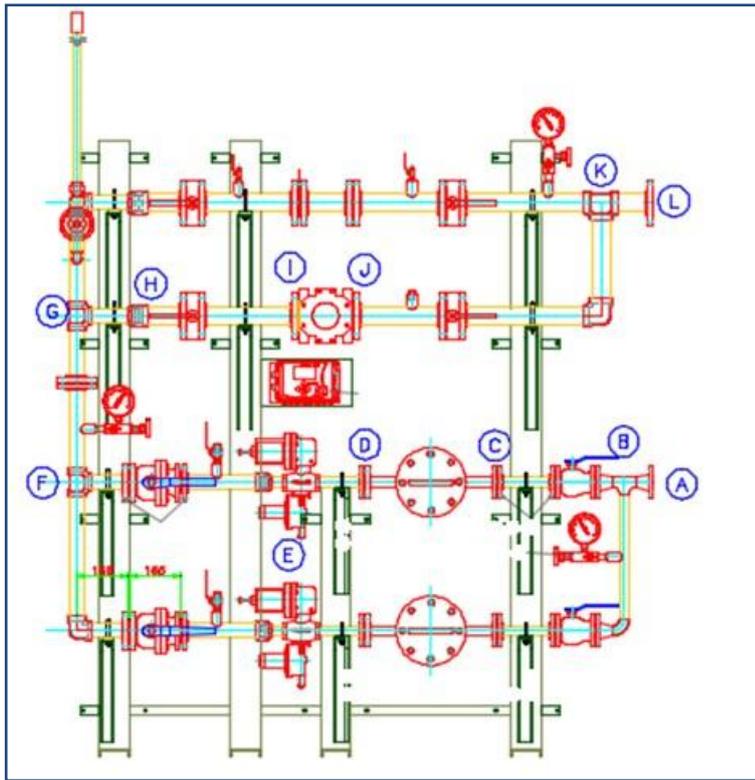


Figura N°5 Distribución de componentes en la ERM

Se muestra la planilla de cálculos de tuberías de gas natural de la figura 5.

Cuadro 17: Presión mínima de 5 bares y presión regulada de 2 bares

PLANILLA DE CALCULO DE TUBERIAS DE GAS NATURAL											
TRAMO	CAUDAL Sm ³ /h	LONGITUD m		PRESIONES barg		P1-P2 barg	DIAMETRO mm		VELOC. m/s	OBSERVACIONES	UNION
		real	cálculo	P1	P2		cálculo	Adop.			
A-B	282.2	0.939	4.51	5	4.9821	0.0379	25.27	1"	22.63	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
B-C	282.2	0.4108	7.47	4.982095	4.8988	0.0833	25.35	1"	22.88	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
C-D	282.2	0.43	8.98	4.898757	4.8222	0.0766	25.49	1"	23.18	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
D-E	282.2	0.2047	0.39	4.822154	4.8188	0.0034	25.65	1"	23.19	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
E-F	282.2	0.7315	13.20	2	1.9718	0.0282	35.74	1 1/2"	19.28	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
F-G	282.2	0.5483	6.68	1.9718	1.9574	0.0144	35.91	1 1/2"	19.37	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
G-H	282.2	0.202	6.25	1.957428	1.9439	0.0135	36.00	1 1/2"	19.46	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
H-I	282.2	0.522	0.89	1.94391	1.9433	0.0006	36.08	2"	11.81	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
I-J	282.2	0.171	24.79	1.943332	1.9272	0.0162	36.08	2"	11.87	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
J-K	282.2	1.2	16.43	1.927177	1.9184	0.0108	36.18	2"	11.92	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
K-L	282.2	0.189	6.47	1.918428	1.9122	0.0042	36.25	2"	11.93	Tubería de Acero SCH 40	Soldada

Cuadro 18: Presión mínima de 10 bares y presión regulada de 2 bares

PLANILLA DE CALCULO DE TUBERIAS DE GAS NATURAL											
TRAMO	CAUDAL Sm ³ /h	LONGITUD m		PRESIONES barg		P1-P2 barg	DIAMETRO mm		VELOC. m/s	OBSERVACIONES	UNION
		real	cálculo	P1	P2		cálculo	Adop.			
A-B	282.2	0.939	4.51	10	9.9794	0.0206	18.66	1"	12.29	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
B-C	282.2	0.4108	7.47	9.979371	9.9461	0.0343	18.68	1"	12.33	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
C-D	282.2	0.43	8.98	9.946105	9.9040	0.0411	18.71	1"	12.37	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
D-E	282.2	0.2047	0.39	9.904012	9.9022	0.0018	18.75	1"	12.38	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
E-F	282.2	0.7315	13.20	2	1.9718	0.0282	35.74	1 1/2"	19.28	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
F-G	282.2	0.5483	6.68	1.9718	1.9574	0.0144	35.91	1 1/2"	19.37	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
G-H	282.2	0.202	6.25	1.957428	1.9439	0.0135	36.00	1 1/2"	19.46	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
H-I	282.2	0.522	0.89	1.94391	1.9433	0.0006	36.08	2"	11.81	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
I-J	282.2	0.171	24.79	1.943332	1.9272	0.0162	36.08	2"	11.87	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
J-K	282.2	1.2	16.43	1.927177	1.9164	0.0108	36.18	2"	11.92	Tubería de Acero SCH 40	Soldada
K-L	282.2	0.189	6.47	1.916428	1.9122	0.0042	36.25	2"	11.93	Tubería de Acero SCH 40	Soldada

4.2.8 SELECCIÓN DEL ELEMENTO FILTRANTE:

Cuadro N°19 Parámetros de selección de elemento filtrante a 120 Sm³/h

PARAMETRO	SIMBOLO	VALORES
Caudal	Q	120 Sm ³ /h
Presión	P	3 barg
Temperatura de operación	T	20 °C
Velocidad máxima en el elemento filtrante	V _{EFMAX}	0.3 m/s
Tipo de elemento filtrante	Tipo	G 0.5
Área unitaria de elemento filtrante ingreso manual	A	235000 mm ²
Cantidad elementos filtrantes	Cant.	1
Velocidad del elemento filtrante seleccionado	V	0,14 m/s
Caudal máximo según elemento filtrante seleccionado	Q _{MAXIMO}	254,51 Sm ³ /h
Área unitaria del elemento filtrante	A	60000 m ²
Área total del elemento filtrante	A _T	60000 m ²
Área mínima de elemento filtrante para cubrir el caudal solicitado	A _{MIN}	28290
Factor de seguridad obtenido	F	2,12
Factor de compresibilidad	Z	0,99
Presión base	P _b	1,0156
Temperatura base	T _b	15,60

Se presenta plantilla de selección de filtros de la Marca Gora.

Cuadro 20: Extracto de catálogo de filtros de la Marca GORA

MODELO TYPE	H (mm)	Diametro L (mm)	Diametro M (mm)	Area de filtrado cm2
G 0,5	120	80	36	600
G1	165	95	50	1200
G 1,5	210	120	69	2300
G2	260	165	86	4700
G 2,5	283	200	110	7250
G 3	320	252	138	9500
G 4	415	299	186	14500
G 5	470	390	246	23000

Fuente: Empresa CRANE S.A

Se selecciona un filtro Marca GORA Modelo G 0.5.

Cuadro 21: Parámetros de selección de elemento filtrante a 120 Sm³/h

CARACTERISTICAS DEL ELEMENTO FILTRANTE	
Modelo	GORA
Cantidad de cartuchos	G0.5
Material	1
Grado de retención(micrómetros)	5
Diámetro exterior (mm)	80
Diámetro interior (mm)	35
Altura (mm)	120
Protección exterior	Malla metálica

4.2.9 CALCULO DE LA CARCASA DEL FILTRO

Para el cálculo de resistencia de filtros emplearemos las fórmulas establecidas en el código ASME sección VIII – Div.I.

Características del Filtro

Posición : Horizontal

Presión de Diseño : 19 Kg. /cm²

Eficiencia de la junta : 1.00

Cuadro 22: Características del material a utilizar en la carcasa del filtro

TIPO	MATERIAL	TENSIÓN	D	Espesor	d	R	Ro
		Kg/cm ²	mm	mm	mm	mm	mm
Envolvente 6"	ASTM A-53 Gr.B	2380.95	168.3	8.18	151.94	75.97	84.15
Cabezal 6"	ASTM A-53 Gr.B	2380.95	168.3	8.18	151.94	75.97	84.15
Conexión 2"	ASTM A-106 Gr.B	2380.95	60.3	3.91	52.84	26.24	30.15

En base a los datos proporcionados se inician los cálculos haciendo uso de las ecuaciones 12, 13 y 14.

CÁLCULO DEL ENVOLVENTE:

Tensión Longitudinal: $t = 0.609$ mm

Tensión circunferencial: $t = 0.303$ mm

Tensión en el cabezal: $t = 0.607$ mm

De los cálculos realizados tenemos los siguientes resultados para los espesores máximo de la carcasa y de la cabeza de filtro.

Cuadro 23: Características del espesor máximo

Descripción	Espesor calculado	Espesor adoptado
Espesor máximo en la Carcasa	0.609 mm	7.11 mm
Espesor máximo en la Cabeza Fuente: Elaboración propia	0.607 mm	7.11 mm

CALCULO DE LAS CONEXIONES

Las aberturas de diámetros nominal menores o iguales a 1", están adecuadamente reforzadas con coplas serie 3000.

Para el cálculo de los espesores necesarios de las conexiones se utiliza la ecuación 15.

$$tr_n = 0.327\text{mm}$$

Cuadro 24: Características del espesor necesario para la conexión

Descripción	Espesor calculado	Espesor adoptado
Espesor necesario de conexión	0,327 mm	3,38 mm

ÁREA DE REFUERZO REQUERIDO

Sin elemento de refuerzo:

Área de refuerzo requerida, aplicando la ecuación 16:

$$A=95.35\text{mm}^2$$

Sobre espesor de envolvente. Aplicando la ecuación 17.

$$A1 = 336.94\text{mm}^2$$

Sobre espesor de la conexión. Aplicando la ecuación 18.

$$A_2=75.4\text{mm}^2$$

Sobre espesor de la conexión pasante. Aplicando la ecuación 19.

$$A3 = 2x(3.91 - 0)x1x0 = 0\text{mm}^2 \quad \begin{array}{l} h = \text{penetración de conexión} \\ \text{mm} \end{array} \quad h=0$$

Sobre espesor de la soldadura externa de conexión. Aplicando la ecuación 20.

$$A41 = (6.4)^2 x1.00 = 40.32\text{mm}^2$$

Sobre espesor de la soldadura interna de conexión. Aplicando la ecuación 21.

$$A43 = (0.0)^2 x1.00 = 0.00\text{mm}^2 \quad \text{Leg}=0.0\text{mm}$$

Balance de áreas sin refuerzo. Finalmente se tiene que:

$$A1 + A2 + A3 + A41 + A43 \geq A$$

$$1854.99 \text{ mm}^2 \geq 92.35\text{mm}^2 \quad \text{No necesita refuerzo}$$

4.3 DIMENSIONAMIENTO DEL PUNTO DE ACOMETIDA DE GAS NATURAL.

4.3.1 CONSIDERACIONES DE DIMENSIONAMIENTO:

La instalación del Accesorio de Ingreso a la Estación comprende desde la caja de servicio de la concesionaria hasta la entrada de la ERM, esta línea está constituida tubería de acero 3" SCH 40 ASTM A53/A 106/API 5L Gr.B, luego a través de un codo de acero 3" R.L. SCH 40, una reducción concéntrica 3" x 2" SCH 40, soldado de una Brida WN 2." S-150 se conectará a la ERM.

Velocidad Máxima de Gas Natural 20m/s.

La tubería se instala a 1.9 m de profundidad, medido del lomo de la tubería hasta el nivel del piso terminado en su proyección. Además, la junta de oro se realizará en la tubería saliente de la caja de servicio de la concesionaria.

Se presenta los parámetros de diseño referente a la acometida de gas natural:

Cuadro 25: Parámetros de Diseño punto de acometida

CARACTERISTICAS DE DISEÑO	
Presión de diseño	19 barg.
Presión máxima de entrada	19 barg.
Presión mínima de entrada	10 barg,
Caudal máximo	120 Sm ³ /h
Presión mínima de prueba	28.5 barg.
Proceso de soldadura	GTAW
Terminación superficie arenado	Norma SSPC-SP5
BASE: Zinc inorgánico intermedio: epóxico ACABADO: Poliuretano RAL 1004 Fuente: Elaboración propia	Espesor 200µm

4.3.2 CALCULOS JUSTIFICATIVOS:

CALCULO DE RESISTENCIA DE TUBERÍAS.

El cálculo de resistencia de tuberías, se basa en la Norma ASME B31.8 y aplicando la ecuación N° 22.

Cuadro 26: Parámetros para cálculo de resistencia de tuberías acometida

CARACTERISTICAS DE DISEÑO TUBERIA 3" SCH 40	
Presión máxima de diseño	19 bar
Diámetro mínimo adoptado	3"
Esfuerzo (S) para tuberías de material ASTM 106 Grado B	35000 psi
Valor de E según ASME para materiales ASTM 106 sin costura	1
Factor F según localidad asignada	0.4
Valor de Temperatura (T) para valores inferiores a 250°F	1

Se tiene el siguiente resultado para el espesor calculado para tubería de 3" SCH 40: $t = 0.749$ mm y espesor adoptado para tubería de 3" SCH 40 de $t = 5.49$ mm.

CALCULO DE LA VELOCIDAD Y CAIDA DE PRESION: Se presenta la vista isométrica de tubería de 3" SCH 40 para el punto de acometida

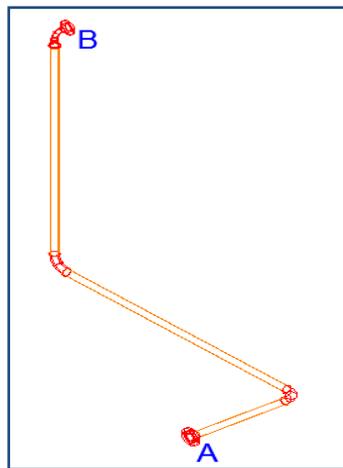


Figura 6 Vista isométrica de red de gas natural /acometida

Cuadro 27: Dimensionamiento de red externa de gas natural Presión 19 bar y 10 bar y 120 Sm³/h

PLANILLA DE CALCULO DE TUBERIAS DE GAS NATURAL											
TRAMO	CAUDAL Sm ³ /h	LONGITUD m		PRESIONES barg		P1-P2 barg	DIAMETRO mm		VELOC. m/s	OBSERVACIONES	UNION
		real	cálculo	P1	P2		cálculo	Adop.			
A-B	120	6.31	12.80	19	19.0000	0.0000	9.36	3"	0.36	Tubería de Acero SCH40	Soldada
PLANILLA DE CALCULO DE TUBERIAS DE GAS NATURAL											
TRAMO	CAUDAL Sm ³ /h	LONGITUD m		PRESIONES barg		P1-P2 barg	DIAMETRO mm		VELOC. m/s	OBSERVACIONES	UNION
		real	cálculo	P1	P2		cálculo	Adop.			
A-B	120	6.31	12.80	10	9.9999	0.0001	12.63	3"	0.66	Tubería de Acero SCH40	Soldada

4.3.3 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Trabajos de soldadura e inspección visual.

Se realizó los trabajos de soldadura: 15/11/18 y 20/11/18, Junta de Oro 04/12/18 registrados en R-UGS-004 y R-UGS-005 en presencia de la certificadora validada en su constancia adjunta.

Ensayos no destructivos al 100% aprobado.

Se realizó los trabajos con la empresa END PERU S.A.C

Emitiendo los siguientes informes:

- Radiografía: 2418-18 / 2419-18 fecha: 20/11/18
- Radiografía de Junta de Oro: 05/12/18

Preparación superficial y sistema de pintado (tricapa).

Se realizó los trabajos de rugosidad con fecha: 14/11/18

Se realizó los trabajos de pintado (EPOXICO y POLIURETANO) con fecha: 14/11/18 bajo el procedimiento PCM-UNIGAS-021 y registrado en R-UGS-006 en presencia de la certificadora validada en su constancia adjunta.

Encintado de tubería enterrada con cinta polyguard y ensayo de adherencia

Se realizó los trabajos con fecha: 14/11/18, bajo el procedimiento PCM-UNIGAS-021 y registrado en R-UGS-007.

Se realizó el encintado de la junta de oro con fecha: 05/12/18

Prueba de hermeticidad.

Se realizó la prueba con fecha: 29/11/18, bajo el procedimiento PCM-UNIGAS-030, en presencia de la certificadora validada en su constancia.

Barrido de tuberías

Se realizó los trabajos con fecha: 28/11/18, en presencia de la certificadora validada en su constancia adjunta.

Junta de oro

Se realizó el día 04/12/18, en presencia de la certificadora y personal técnico de la Empresa Cálidda.

Ensayo de Holiday Detector y Protección Catódica

Se realizó los trabajos de Holiday Detector con fecha: 07/12/18 con la empresa INTECGAS en el cual se emitió un Informe de Inspección con Holiday Detector, en el cual encontramos las indicaciones encontradas en el punto 5.4.2 del informe de Inspección con Holiday Detector.

Se realizó los trabajos de Protección Catódica con fecha: 07/12/18 con la empresa INTECGAS en el cual se emitió un Informe de Protección Catódica en el cual encontramos las Instalaciones realizadas en el punto 5.2 y 5.3 del Informe de Protección Catódica.

Tapada de zanja y prueba de compactación

Se realizó los trabajos con fecha: 13/12/18 .Los trabajos de proctor modificado y control de compactación con la empresa GEOS CONSULTORES SAC.

(Ver Anexo 2 Cronograma de tapa constructiva y de ensayos).

4.4 DIMENSIONAMIENTO DE LA RED INTERNA DE GAS NATURAL.**4.4.1 RESULTADOS DEL DIMENSIONAMIENTO DE LA RED INTERNA DE GAS NATURAL.**

Para el dimensionamiento de las tuberías se han usado las ecuaciones 5 y 6. En el Anexo 1 se visualiza el plano isométrico de la instalación interna de gas natural, para la cual se presenta el siguiente cálculo de resultados:

Cuadro 28: Dimensionamiento de red interna de gas natural

PLANILLA DE CALCULO DE TUBERIAS DE GAS NATURAL											
TRAMO	CAUDAL Sm ³ /h	LONGITUD(m)		PRESION(barg)		P1-P2 barg	DIAMETRO(mm)		VELOC. m/s	OBSERVACIONES	UNION
		Real	Calculo	P1	P2		Calculo	Adoptado			
A-B	120	45,5	66,92	3	2,9923	0,0077	20,94	2"	3,98	Tuberia de acero SCH40	Soldada/Roscada
B-1	80	0,2	4,93	2,992278	2,9922	0,0001	12,1	2"	1,33	Tuberia de acero SCH40	Soldada/Roscada
B-2	40	0,5	5,23	2,992278	2,992	0,0003	17,11	2"	2,66	Tuberia de acero SCH40	Soldada/Roscada

4.4.2 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Trabajos de soldadura e inspección visual.

Se realizó los trabajos de soldadura: 09,14,15,20 de agosto del 2018, registrados en R-UGS-004 y R-UGS-005 en presencia de la certificadora validada en su constancia adjunta.

Ensayos no destructivos al 100% aprobado.

Se realizó los trabajos con la empresa CONTROLES TECNOLOGICOS S.A.C Emitiendo el informe de líquidos penetrantes: 9563-08-18 fecha: 15/08/18.

Preparación superficial y sistema de pintado (tricapa).

Se realizó los trabajos con fecha: 30/07/18 - 01/08/18, bajo el procedimiento PCM-UNIGAS-021 y registrado en R-UGS-006 en presencia de la certificadora validada en su constancia adjunta.

Prueba de hermeticidad.

Se realizó la prueba con fecha: 29/10/18, bajo el procedimiento PCM-UNIGAS-030, en presencia de la certificadora validada en su constancia.
(Ver Anexo 3 Cronograma de Etapa constructiva y de ensayos-Red interna).

4.5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

En la tesis de Carhuaricra (2017) se manifiesta que el diseño de redes internas de los diferentes consumidores se encuentra enmarcado en la Norma Técnica Peruana (NTP) 111.011 (redes residenciales y

comerciales) y la NTP 111.010 (Redes Industriales), cuya diferencia hace resaltar entre otros, a la presión de diseño y en función a los tramos de la instalación. En tal sentido el presente informe se complementa con el anterior, mencionando con las presiones son función del punto de la instalación antes de la estación de regulación y medición, así tenemos una presión de entrada de 19 bar, presiones en la ERM de 10 y 5 bar y en la red interna de 3 bar. Del mismo modo a través de una demanda de 120 Sm³/h se cubre el requerimiento de combustible en la instalación industrial.

Según Pezo Altamirano (2014) en el dimensionamiento de la red de tuberías de gas natural manifiesta existir una concordancia entre el diámetro de la tubería de gas natural y el flujo del mismo , cuyo calculo que se basa en la norma de la American Society of Mechanical Engineers 831.8-2003, en este caso nuestro informe concuerda con el anterior ya que se hizo uso de la normativa respectiva , con tuberías de 3” (para la acometida) y con tuberías de 2” SCH 40 (para la red interna , para un suministro de 120 Sm³/h de gas natural.

Del mismo modo Herrera (2016) manifiesta que las pruebas en el proceso constructivo permiten una confiabilidad en el sistema dimensionado para lo cual se han tenido en cuenta los procedimientos de prueba establecidos en la Norma Española (UNE-EN) 12327. En el presente informe se hace mención la ejecución de las pruebas de certificación y construcción del dimensionamiento de la instalación interna de gas natural, teniendo en cuenta procedimientos normados tal como PCM-UNIGAS-021 y 030, validados por la Empresa Cálida Gas Natural del Perú.

Así mismo Meléndez (2006) manifiesta que toda la instalación interna de gas natural deberá ser dimensionada para conducir el caudal requerido por los equipos de consumo en el momento de la máxima demanda y debe tener en la ERM los elementos de control y medición necesarios para un

suministro confiable. El presente informe se concuerda con la anterior, para lo cual se han dimensionado los componentes de la ERM de gas natural, así tenemos: medidor, válvula de bloqueo, válvula de alivio, regulador, filtro, entre otros componentes.

Así mismo Casana y Murillo (2017) manifiestan que el diseño y evaluación energética de la estación de regulación de presión y medición primaria de gas natural tiene como objetivo fundamental resolver los problemas de dimensionamiento en función a la máxima demanda con lo cual con nuestro presente informe concordamos con lo comentado , de tal manera que con nuestra demanda de $120 \text{ Sm}^3/\text{h}$ de gas natural que fue determinado en función a la máxima demanda anual equivalente de biodiesel (el cual era el combustible utilizado antes de la reconversión) el cual tuvo un valor de $117 \text{ Sm}^3/\text{h}$ equivalente de petróleo biodiesel BD5 para el año 2018.

Del mismo modo Velásquez Pascual (2015) hace referencia que en el dimensionamiento de las redes de tuberías la caída de presión tiene un rol importante, De tal forma la presente tesis concuerdo con lo comentado anteriormente, para nuestro caso la caída de presión está dentro de los rangos admitidos de diseño, así tenemos valores inferiores a 0.01 para todos los cálculos efectuados tanto para el punto de suministro, ERM y red interna de tuberías de gas natural.

CONCLUSIONES
Y
RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Para el suministro de 120 Sm³/h para la Empresa Cogorno S.A-Planta Ventanilla, se determinó las características de diseño de la estación de regulación siendo sus principales componentes los siguientes: Medidor de caudal G40 de 2", regulador de presión Staflux 185, válvula de bloqueo Clase 150 de 2", válvula de alivio 054.D, mientras que la velocidad del gas natural es de 1.45 m/s, para una caída de presión inferior a 0.001 bar para la zona de presión a 10 barg , tubería de 2" acero SCH 40. Mientras que para una presión mínima de 19 barg se tiene que la velocidad del gas natural es de 0.8 m/s, para una caída de presión inferior a 0.001 barg, con lo cual se puede realizar el abastecimiento de una demanda de 120 Sm³/h para la Empresa Cogorno S.A-Planta Ventanilla
- Para el punto de suministro se seleccionó tubería de 3" de acero con uniones soldadas SCH 40 para una presión de 19 bar y 120 Sm³/h de gas natural, con una velocidad de 0.36 m/s y una caída de presión inferior a 0.0001 bar. con lo cual se puede realizar el abastecimiento confiable de gas natural para la Empresa Cogorno S.A-Planta Ventanilla.
- En el diseño de la red interna de gas natural se optó por tubería de 2" de acero con uniones roscada SCH 40 para una presión de 3 bar y 120 Sm³/h de gas natural, con una velocidad de 3.98 m/s y una caída de presión inferior a 0.0077 bar. con lo cual se garantiza el abastecimiento de gas natural para la Empresa Cogorno S.A-Planta Ventanilla.
- Se realizaron los procedimientos constructivos y certificación según la Norma ASME 831.8-201 O (AMERICAN SOCIETY MECHANICAL ENGINEER Edición 201 considerándose los trabajos de soldadura, ensayos no destructivos, preparación superficial y pintado, prueba de hermeticidad y resistencia que le permiten darle confiabilidad al sistema de abastecimiento de gas natural a la Empresa Cogorno S.A Planta Ventanilla.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda precisar el cálculo rigurosamente del elemento filtrante ya que el su dimensionamiento ocasionaría una caída de presión brusca influenciando en el incremento de la velocidad del gas natural.
- Para el caso del sobredimensionado del elemento filtrante puede ocurrir que el gas natural no se filtre adecuadamente transportando partículas hacia los accesorios de control y medición de la estación produciendo obstrucción.
- Se recomienda realizar una inspección diaria al filtro para verificar su correcta operación, ya que los sensores pueden presentar ciertas deficiencias por efectos de cambios de régimen de flujo al aumentar o disminuir la velocidad en función a la presión de operación al interior de la estación.
- Es necesario seguir las pautas de seguridad y realizar una inducciones y capacitación para evitar accidentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

TESIS

ACOSTA HORMA. (2018) “Diseño de un sistema de tuberías de material pe-al-pe para la instalación interna residencial de gas natural seco”. *Tesis para optar el Título de Ingeniero Mecánico de la Universidad Nacional de Trujillo, Perú.* 94 pp.

CARHUARICRA ORELLANO, M. (2017). Propuesta de una red de gas natural para reducir los costos de instalación en empresas con categoría B. Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial de la Universidad Norbert Wiener, Perú. 144 pp.

CASANA SIFUENTES, J. y MURILLO VENANCIO, J. (2017). Diseño y evaluación energética de una estación de regulación de presión y medición primaria para reducir pérdidas de presión y energía para una demanda proyectada de 20000 Sm³/h de gas natural en el sector residencial, comercial y estaciones de servicio-localidad El Porvenir, Ica. Tesis para optar el título de Ingeniero en Energía de la Universidad Nacional del Santa en Perú. 159 pp.

HERRERA ZEVALLOS, P. y LEON LUNA, N. (2016). Proyecto de instalación de gas natural a baja presión en la Urb. Piedra Santa de la ciudad de Arequipa-Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico de la Universidad Católica Santa María de Arequipa en Perú. 156 pp.

MELLENDEZ, GOMEZ, S. (2006). Conversión a gas natural seco de una caldera pirotubular con potencia de 500 BHP que trabaja con diésel 2. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico de la Universidad Nacional de Ingeniería en Perú. 64 pp.

MELGAR GALVEZ. (2011). Diseño óptimo del proceso de una planta de regulación, medición, acondicionamiento y gasoducto de gas natural para

una central térmica en la ciudad de Ica”. Tesis para optar el título de Ingeniero Petroquímico de la Universidad Nacional de Ingeniería en Perú. 208 pp.

MONTORO OCAÑA (2014). “Diseño de un plan de mantenimiento en una estación reguladora de presión y medición de gas natural de una central termoeléctrica”. Tesis para optar el título de Ingeniero en Energía de la Universidad Nacional del Callao en Perú. 315 pp.

PEZO ALTAMIRANO, Y. (2014). Diseño, instalación y puesta en marcha de la red externa para el abastecimiento de 18609 m³/h de gas natural a baja presión. Refinería la Pampilla ·Lima. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico de la Universidad Nacional del Callao en Perú. 245 pp.

SANDOVAL CRISANTO. (2019). “Evaluación técnica-económica de un medidor ultrasónico para reemplazo del medidor de presión diferencial en la medición de gas natural en el noreste del Perú”. Tesis para optar el título de Ingeniero de Petróleo en la Universidad Nacional de Piura en Perú. 61 pp.

VARAS VELIZ y DEZA CISNEROS. (2015). “Optimización del consumo de energía primaria con el uso del gas natural en las plantas de harina de pescado de la zona industrial del 27 de octubre de Chimbote”. Tesis para optar el título de Ingeniero en Energía de la Universidad Nacional del Santa en Perú. 140 pp.

VELASQUEZ PASCUAL, K. (2015). Análisis de las tecnologías de abastecimiento de gas natural en la estación Rentik para el consumo de gas natural en las empresas pesqueras-Chimbote, Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero en Energía de la Universidad Nacional del Santa en Perú. 178 pp.

TEXTOS.

BORRAS, E. (1987). Gas natural: características, distribución y aplicaciones. Editorial Reverte, primera edición, marzo 1987, Mexico.600 pp.

CASTILLO NEYRA (2010). Combustión del Gas Natural. Texto en PDF.Primera edición, 2010, Perú. 407 pp.

CENGEL, Y. (2007). Mecánica de Fluidos: Fundamentos y aplicaciones. Editorial Mc Graw Hill, primera edición, noviembre 2007, Madrid España. 997 pp.

HICKS, T. (2015). Cálculos de Ingeniería. Editorial Reverte, séptima edición, junio 2015, Madrid España. 540 pp.

ORMEÑO, ESPINOZA y PALACIOS (2,008). Regulación del Gas Natural en el Perú: Estado del Arte al 2008. Edicion GART OSINERGMIN. 2008. Perú. 192 pp.

TAMAYO PACHECO y VASQUEZ CORDANO. La Industria del gas natural en el Perú. Imprenta grafica Biblos.2017. Perú. 141 pp.

QUADRI, N. (2014). Instalaciones de gas. Librería y Editorial Alsina, quinta edición. noviembre 2004, Buenos Aires Argentina. 214 pp.

ENLACES WEB

CALIDDA GAS NATURAL DEL PERU. Guía de respuestas para sistemas de distribución de gas natural. CALIDDA. Perú. 2,018. [Consulta: 15 de abril del 2,019].Disponible en:

<https://www.calidda.com.pe/gas-natural/SiteAssets/Paginas/Mas-seguro-para-tu-familia%E2%80%8B/Documento%20N%C2%B01%20Gu%C3%ADa%20de%20respuestas%20sobre%20el%20sistema%20de%20distribuci%C3%B3n%20de%20Gas%20Natural.pdf>

CALIDDA GAS NATURAL DEL PERU Propuesta tarifaria presentada por Gas Natural de Lima y Callao S.A. para la revisión tarifaria 2018-2021. CALIDDA. Perú. 2,018. [Consulta: 15 de octubre del 2,019]. Disponible en:

http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/gart/procesosregulatorios/gas-natural/tarifas-distribucion-gas-natural/Fijacion2018_2022/000232_Tram_009122_Informe%20INC.PDF

EMERSON. Medidor de turbina serie 1500 DE DANIEL Daniel measurement and control, inc. una compañía de emerson process management Houston, Texas. USA 2011. [Consulta: 25 de setiembre del 2,019]. Disponible en:

<https://www.emerson.com/documents/automation/manual-turbine-flow-meters-series-1500-sizes-3--18-daniel-es-104434.pdf>

FEDERACIÓN DE ENSEÑANZA DE ANDALUCIA. Ensayos no destructivos en soldadura. Revista digital para profesionales de la enseñanza. España. 2011. . [Consulta: 24 de setiembre del 2,019]. Disponible en:

<https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd8259.pdf>

INDECOPI. Gas Natural Seco. Sistema de tuberías para instalaciones. Internas residenciales y comerciales. Gobierno del Perú. 2,006. [Consulta: 25 de abril del 2,019]. Disponible en:

<http://www.italcaseperu.com/download/NTP%20111.011%202006%20Instalaciones%20internas%20residenciales%20y%20comerciales.pdf>

LUAB BENAVIDES. Estructura del Negocio del Gas Natural en el Perú. Derecho & Sociedad 36 Sociedad Civil. Perú. 2016. [Consulta: 25 de setiembre del 2,019]. Disponible en:

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:uGMX3pmIjBQJ:revistas.pucp.edu.pe/index.php/derechoysociedad/article/download/13213/13824/+&cd=5&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe>

SANCHEZ JARAMILLO y ALVAREZ ALVAREZ. Diseño de la red de gas natural

para el Politécnico Colombiano Jaime Isaza. Colombia. 2006. [Consulta: 25 de setiembre del 2,019]. Disponible en:

<http://132.248.9.34/hevila/Revistapolitecnica/2006/no3/3.pdf>

MINISTERIO DE VIVIENDA Y CONSTRUCCION DEL PERU. Norma Técnica de Edificación EM.40. Instalaciones de Gas. Gobierno del Perú. 2018.

[Consulta: 25 de abril del 2,019]. Disponible en:

http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/EM._040_INSTALACIONES_DE_GAS.pdf

SOLAU. MSP-M: Filtro magnético de flujo. SOLAU Imanes y separadores magnéticos. España. 2018. [Consulta: 25 de agosto del 2,019]. Disponible en:

<https://www.sollau.com/katalog/es-i7-filtro-magnetico-de-flujo-msp-mc.html>

OSINERGMIN. Determinación de la Tarifa Única de Distribución de Gas Natural aplicables a la Concesión de Lima y Callao para el Período 2018- 2022. Gobierno del Perú. 2,018. [Consulta: 02 de Agosto 2,019]. Disponible en:

http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/gart/procesosregulatorios/gas-natural/tarifas-distribucion-gas-natural/Fijacion2018_2022/7Publicacion/INF_TEC-0117-2018-GRT_Prepublica_TUD_C%C3%A1lida_2018-2022_v23.pdf

RENOVETEC. “Estación de regulación y medida (ERM)”. RENOVETEC. 2,016. [Consulta: 02 de setiembre del 2,019]. Disponible en:

<http://www.cicloscombinados.com/erm.html>

NTP111.010 Norma Técnica Peruana Sobre Instalaciones de Gas Natural. Gobierno del Perú. 2,016. [Consulta: 02 de Mayo del 2,019]. Disponible en:

<https://es.scribd.com/document/328233157/NTP111-010-Norma-Tecnica-Peruana-Sobre-Instalaciones-de-Gas-Natural>

Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos Decreto Supremo N° 042-99-EM. Gobierno del Perú. 2,005. [Consulta: 0.1 de Mayo del 2,019]. Disponible en:

http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/PlantillaMarcoLegalBusqueda/Decreto%20Supremo%20N%C2%BA%20042-99-EM.pdf

ANEXOS

ANEXO 1: UNIGAS-CGN-003 ISOMETRICO-EG

ANEXO 2: CRONOGRAMA DE TRABAJO RED EXTERIOR

ANEXO 3: CRONOGRAMA DE TRABAJO RED INTERNA

ANEXO 4: INFORME TECNICO N° 9563-08-18 INSPECCION DE LIQUIDOS PENETRANTES (02 FOLIOS)

ANEXO 5: REGISTRO DE PREPARACION SUPERFICIAL Y PINTADO.)01 FOLIO)

ANEXO 6: REGISTRO DE RUGOSIDAD.

ANEXO 7 CONSTANCIA DE INSPECCION DE PRUEBAS DE RESISTENCIA Y HERMETICIDAD (03 FOLIOS)

ANEXO 8: VÁLVULA DE BLOQUEO PIETRO FIORENTINI CLASE 150 D.N 2”

ANEXO 9: MEDIDOR DE CAUDAL CALIBRE G40 DE D.N 2”

ANEXO 4: INFORME TECNICO N° 9563-08-18 INSPECCION DE LIQUIDOS PENETRANTES (02 FOLIOS)



Radiografía Industrial, Ultrasonido, Calificación de Soldadores, Medición de Espesores, Partículas Magnéticas, Prueba Hidrostática, Metalografía, Ensayos Mecánicos, Venta de equipos e insumos para el control de soldadura.

INFORME TÉCNICO N° 9563 – 08 – 18

TRABAJO REALIZADO:

**INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES A
RED INTERNA**

EMPRESA : UNIGAS S.A.C.
ATENCIÓN : ING. LUIS ALVAREZ ORTIZ
PROYECTO : INSTALACIÓN DE GAS NATURAL – COGORNO S.A.
PLANTA VENTANILLA
FECHA DE EJECUCIÓN : 15 de Agosto del 2018
LUGAR : LIMA

I. OBJETIVO

La Inspección con Líquidos Penetrantes ejecutada a las uniones soldadas en filete de la **RED INTERNA**, tuvo por finalidad detectar discontinuidades abiertas a la superficie tales como grietas, porosidad y evaluarlos bajo la norma **ASME B31.3**

II. NORMAS APLICADAS Y/O REFERENCIALES

- ASTM E 1220 Standard Test Method for Visible Penetrant Examination Using Solvent-Removable Process
- ASTM E 165 Standard Test Method for Liquid Penetrant Examination
- ASTM E 433 Standard Reference Photographs for Liquid Penetrant Inspection
- ASME SEC V Article 6 Liquid Penetrant Examination
- ASME B31.3 Tuberías para transporte en plantas de procesos

III. EQUIPOS Y/O MATERIALES

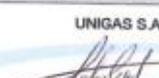
- Solvente, marca CANTESCO
- Líquido Penetrante, marca CANTESCO
- Líquido Revelador, marca CANTESCO
- Trapos industriales
- Escobilla y punzón metálico
- Lupa
- Foco de luz blanca 150 v.


Ing. JULIO CÉSAR ACUÑA HUAMÁN
REG. CIP. 130345
REG. IG3 N° 00724

	REPORTE DE LÍQUIDOS PENETRANTES	PAGINA	1 de 1
		FORMATO	CT-PT
		REPORTE	Nº 9563-08-18
		FECHA ELAB:	20 / 08 / 2018
EMPRESA : UNIGAS S.A.C. ATENCIÓN : ING. LUIS ALVAREZ ORTIZ PROYECTO : INSTALACIÓN DE GAS NATURAL – RED INTERNA COGORNO S.A – PLANTA VENTANILLA		UNIDAD ANALIZADA: RED INTERNA AREA : Unión en filete MATERIAL: ASTM A53 - SCH 40	

INFORMACIÓN TÉCNICA	
PROCEDIMIENTO: END-PT- 01	REVISION: 01
TIPO Y MÉTODO DE EXAMEN	TÉCNICA-PROCEDIMIENTO: Penetrante y Revelador aplicado por rocío (spray); limpieza y remoción manualmente con trapo y solvente
TIPO: II (Penetrante Visible) METODO: C (removible con solvente)	TIEMPO DE PENETRACIÓN: 15 min.
INSUMOS PARA EL EXAMEN : Developer D101-A, Penetrant P101S-A y Cleaner C101 -A	TEMPERATURA DURANTE ENSAYO : 20 °C
FABRICANTE: CANTESCO	OBSERVACIÓN: Con lupa de aumento
CONDICIÓN DE SUPERFICIE: Escobillado	NORMA DE PROCEDIMIENTO: ASME B31.3
FUENTE DE ILUMINACIÓN: lámpara de luz blanca o Luz del día (natural)	NORMA DE CALIFICACIÓN: ASME B31.3
	SE ANEXA FOTOGRAFÍAS : SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

RESULTADO DEL ENSAYO						
Nº	IDENTIFICACION	SOLDADOR	DISCONTINUIDAD	CALIFICACION	OBSERVACIÓN	
01	RI 2J-09	W-DEMH	---	ACEPTADO	TUB. Ø 2"	
02	2J-10	W-DEMH	---	ACEPTADO	TUB. Ø 2"	
03	2J-11	W-DEMH	---	ACEPTADO	TUB. Ø 2"	
04	2J-12	W-DEMH	---	ACEPTADO	TUB. Ø 2"	
05	2J-13	W-DEMH	---	ACEPTADO	TUB. Ø 2"	
06	2J-14	W-DEMH	---	ACEPTADO	TUB. Ø 2"	
07	2J-15	W-DEMH	---	ACEPTADO	TUB. Ø 2"	
08	2J-16	W-DEMH	---	ACEPTADO	TUB. Ø 2"	
09	2J-17	W-DEMH	---	ACEPTADO	TUB. Ø 2"	
10	2J-18	W-DEMH	---	ACEPTADO	TUB. Ø 2"	
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
			TOTAL: 10 JUNTAS			

NOMENCLATURA			
Porosidad agrupada (Aa)	Porosidad aislada (Ac)	Porosidad tubular (Ab)	Sobre monta (Sm)
Fisura (E)	Cordón irregular (I)	Salpicadura (S)	Socavado Externo (F)
LUGAR Y FECHA DE EJECUCIÓN : Lima, 15 de Agosto del 2018		EJECUTADO POR : DAVID VIDAL GONZALES	
INSPECCIONADO POR:		AUTORIZADO POR:	SUPERVISADO POR:
CONTROLES TECNOLOGICOS S.A.C.  David Vidal Gonzales Level II PT-VI (SNT-TC-1A) CONTROLES TECNOLOGICOS SAC		UNIGAS S.A.C.  Ingº JULIO CESAR ACHATA HUAYLLA REG. CIP. 130345 REG. IG3 Nº 00724	 Ingº DAVID VIDAL GONZALES REG. CIP. 130345 REG. IG3 Nº 00724

ANEXO 5: REGISTRO DE PREPARACION SUPERFICIAL Y PINTADO (01 FOLIO)

	RED INTERNA COGORNO S.A. - PLANTA VENTANILLA AV. PRECURSORES 670 - VENTANILLA UNIGAS-CGN-WM-001	Proyecto: UNIGAS-37 Registro: R-UGS-006 Fecha: 05/09/2015 Hoja: 1 de 1																																																																																																								
REGISTRO DE PREPARACIÓN SUPERFICIAL Y PINTADO																																																																																																										
1. SISTEMA DE PINTADO Equipo a emplear: Compresor Base: Zinc Inorgánico Intermedio: Epoxico Gris Acabado: Poliuretano RAL 1004																																																																																																										
2. EQUIPOS DE MEDICIÓN Equipo: Medidor de espesores de película seca Marca: Elcometer Modelo: 456B Rango: 0 - 63 mils Certificado calbra.: CL-0162-2018 Fecha: 16/02/2018																																																																																																										
Temperatura Ambiente (°C): 24 H(%): 67																																																																																																										
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">CAPAS</th> <th rowspan="2">TIPO ELEMENTO</th> <th colspan="5">ESPESOR DE PELÍCULA SECA (mils)</th> <th rowspan="2">PROMEDIO (mils)</th> <th rowspan="2">FECHA</th> <th rowspan="2">OBSERVACIONES DE ACABADO</th> </tr> <tr> <th>e1</th> <th>e2</th> <th>e3</th> <th>e4</th> <th>e5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 ERA CAPA</td> <td>TUBERIA</td> <td>2.65</td> <td>2.9</td> <td>2.57</td> <td>2.99</td> <td>2.52</td> <td>2.73</td> <td></td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>1 ERA CAPA</td> <td>VALVULA</td> <td>2.73</td> <td>2.01</td> <td>2.6</td> <td>2.57</td> <td>2.67</td> <td>2.52</td> <td>30/07/18</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>1 ERA CAPA</td> <td>ACCESORIO</td> <td>2.86</td> <td>2.3</td> <td>2.75</td> <td>2.61</td> <td>2.89</td> <td>2.68</td> <td></td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>2 ERA CAPA</td> <td>TUBERIA</td> <td>8.14</td> <td>9.3</td> <td>9.5</td> <td>9.9</td> <td>7.58</td> <td>8.88</td> <td></td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>2 ERA CAPA</td> <td>VALVULA</td> <td>8.37</td> <td>7.79</td> <td>8.52</td> <td>7.96</td> <td>8.96</td> <td>8.32</td> <td>31/07/18</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>2 ERA CAPA</td> <td>ACCESORIO</td> <td>8.96</td> <td>9.13</td> <td>7.98</td> <td>8.75</td> <td>9.25</td> <td>8.81</td> <td></td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>3 ERA CAPA</td> <td>TUBERIA</td> <td>10.56</td> <td>10.78</td> <td>12.23</td> <td>11.20</td> <td>11.83</td> <td>11.32</td> <td></td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>3 ERA CAPA</td> <td>VALVULA</td> <td>11.76</td> <td>10.90</td> <td>11.34</td> <td>12.10</td> <td>11.27</td> <td>11.47</td> <td>01/08/18</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>3 ERA CAPA</td> <td>ACCESORIO</td> <td>10.40</td> <td>11.94</td> <td>12.10</td> <td>10.75</td> <td>11.49</td> <td>11.34</td> <td></td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table>	CAPAS	TIPO ELEMENTO	ESPESOR DE PELÍCULA SECA (mils)					PROMEDIO (mils)	FECHA	OBSERVACIONES DE ACABADO	e1	e2	e3	e4	e5	1 ERA CAPA	TUBERIA	2.65	2.9	2.57	2.99	2.52	2.73		OK	1 ERA CAPA	VALVULA	2.73	2.01	2.6	2.57	2.67	2.52	30/07/18	OK	1 ERA CAPA	ACCESORIO	2.86	2.3	2.75	2.61	2.89	2.68		OK	2 ERA CAPA	TUBERIA	8.14	9.3	9.5	9.9	7.58	8.88		OK	2 ERA CAPA	VALVULA	8.37	7.79	8.52	7.96	8.96	8.32	31/07/18	OK	2 ERA CAPA	ACCESORIO	8.96	9.13	7.98	8.75	9.25	8.81		OK	3 ERA CAPA	TUBERIA	10.56	10.78	12.23	11.20	11.83	11.32		OK	3 ERA CAPA	VALVULA	11.76	10.90	11.34	12.10	11.27	11.47	01/08/18	OK	3 ERA CAPA	ACCESORIO	10.40	11.94	12.10	10.75	11.49	11.34		OK	Registro Fotografico   
CAPAS			TIPO ELEMENTO	ESPESOR DE PELÍCULA SECA (mils)							PROMEDIO (mils)	FECHA	OBSERVACIONES DE ACABADO																																																																																													
	e1	e2		e3	e4	e5																																																																																																				
1 ERA CAPA	TUBERIA	2.65	2.9	2.57	2.99	2.52	2.73		OK																																																																																																	
1 ERA CAPA	VALVULA	2.73	2.01	2.6	2.57	2.67	2.52	30/07/18	OK																																																																																																	
1 ERA CAPA	ACCESORIO	2.86	2.3	2.75	2.61	2.89	2.68		OK																																																																																																	
2 ERA CAPA	TUBERIA	8.14	9.3	9.5	9.9	7.58	8.88		OK																																																																																																	
2 ERA CAPA	VALVULA	8.37	7.79	8.52	7.96	8.96	8.32	31/07/18	OK																																																																																																	
2 ERA CAPA	ACCESORIO	8.96	9.13	7.98	8.75	9.25	8.81		OK																																																																																																	
3 ERA CAPA	TUBERIA	10.56	10.78	12.23	11.20	11.83	11.32		OK																																																																																																	
3 ERA CAPA	VALVULA	11.76	10.90	11.34	12.10	11.27	11.47	01/08/18	OK																																																																																																	
3 ERA CAPA	ACCESORIO	10.40	11.94	12.10	10.75	11.49	11.34		OK																																																																																																	
Observaciones:																																																																																																										
INSTALADOR INTERNO IG3	CONTROL DE CALIDAD (QA/QC)	CERTIFICADORA																																																																																																								

ANEXO 6: REGISTRO DE RUGOSIDAD.

	<p>RED INTERNA COGORNO S.A - PLANTA VENTANILLA AV. PRECURSORES 670 - VENTANILLA UNIGAS-CGN-WM-001</p>	Proyecto: UNIGAS-37 Registro: R-UGS-006 Fecha: 05/09/2015 Hoja: 1 de 1
REGISTRO DE RUGOSIDAD		
1. PREPARACION SUPERFICIAL		
Grado de limpieza: SSPC-SP5	Elemento a usar: Granalla de cobre	Rugosidad mínima: 5,0 micrones
Fecha de ensayo: 30/07/2018		
2. EQUIPO DE MEDICION		
Equipo: Reloj Comparador	Marca: Testex	Modelo: 7326STXI
Rango: 0 - 0.05 pulg		Certificado calibra.: 002-2018-CL
		Fecha: 02/01/2018



Registro Fotografico



TIPO ELEMENTO	MEDIDA (micrones)	FECHA	CONFORMIDAD
TUBERIA	5,0	30/07/18	OK

CINTA TESTIGO - TUBERIA

Observaciones:

INSTALADOR INTERNO IG3	CONTROL DE CALIDAD (QA/QC)
CERTIFICADORA	

ANEXO 7 CONSTANCIA DE INSPECCION DE PRUEBAS DE RESISTENCIA Y HERMETICIDAD (03 FOLIOS)

	CONSTANCIA DE INSPECCION PRUEBAS DE RESISTENCIA Y HERMETICIDAD	Código: F-IND-247-A Versión: 03 Fecha: 22/10/2018

S/T IND : _____ Cliente : UNIGAS S.A.C
 Usuario: COBORNO SA - PLANTA VENTANILLA
 Servicio: SUPERVISION DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA () Y HERMETICIDAD (X)
 Lugar de inspeccion : AV. PRECURSORES N° 620 - VENTANILLA

Fecha de inspeccion: 25/10/2018

El servicio se realizó normalmente ? : SI NO

Resultado del Servicio : En coordinación con 16-3 Julio Achaza, en representación de la Empresa UNIGAS S.A.C, se realizó las pruebas requeridas por la NTP 111.010 Item 14.2 () / Anexo B, ítem B5 () de la red interna. TRAMO: Desde la salida de la ERM hasta la válvula de corte de ingreso a equipo de consumo.

Prueba Resistencia	Fluido de Prueba:	Presión de Trabajo:
Presión Inicial: /	Hora Inicio: /	Temperatura Inicio: /
Presión Final: /	Hora Final: /	Temperatura Final: /
Prueba Hermeticidad	<u>P. REGULADA = 3.0 BAR</u>	<u>T. PRUEBA = 2 HORAS</u>
Presión Inicio: <u>5.0/5.0 BAR</u>	Hora Inicio: <u>13:45</u>	Temperatura Inicio: <u>30/26 °C</u>
Presión Final: <u>5.0/5.0 BAR</u>	Hora Final: <u>15:45</u>	Temperatura Final: <u>25/24 °C</u>

Equipos Utilizados

Nombre del Equipo	Código del Equipo	Certificado de calibración	Fecha de calibración
MANOMETRO	MFP-18436	P-2921-2018	2018-08-01
MANOMETRO	MFP-18435	P-2920-2018	2018-08-01
TERMOMETRO	MT-3888	T-3312-2017	2017-11-15
TERMOMETRO	MT-3887	T-3316-2017	2017-11-15

Observaciones: Se debe programar una segunda visita para el levantamiento de observaciones que han sido indicadas en campo

Nota! El presente documento sólo acredita la presencia del inspector/supervisor en el lugar de inspección y declara cualquier eventualidad ocurrida. En caso de tomar muestras, estas serán desechadas después de haber transcurrido 3 meses. Inspectorate al no conservar contramuestras, no dará por procedente reclamos posteriores sobre los resultados encontrados

Se tomó muestras ? : SI Cantidad : _____ NO


 DIVISION INDUSTRIAL
 Ing. JORGE ROBLES TUMAY
 INSPECTOR DE GAS NATURAL
 Inspectorate Services Peru S.A.C.
 Grupo Bureau Veritas
 Nombre / Firma
 Inspector / Supervisor
 INSPECTORATE SERVICES PERU S.A.C


 ALDO CESAR MORA MUJILLA
 RPT. DEL CLIENTE
 Nombre / Firma
 Rpte. Del Cliente

Información proporcionada por:

Bureau Veritas	
Inspectorate	/



ACTA DE INSPECCIÓN DE INSTALACION INTERNA INDUSTRIAL DE GAS NATURAL

Código: F-IND-143
Versión: 03
Fecha: 22/10/2018

1.- Datos Generales

S/T IND.: Fecha: 25/10/2018 Cliente: UNIS GAS S.A.C
Dirección: AV. PRECURSORES N° 670 - VENTANILLA Usuario: COLONIA S.A - RANTA V.
Instalación nueva Instalación Antigua Ampliación y/o Modificación

PRUEBA DE HERMETICIDAD

La prueba de Hermeticidad es de Conformidad

Si

No

Comentario:

INSPECCIÓN VISUAL

1. Válvula de Cierre Principal

¿El tramo de tuberías entre ERM/EFM y la válvula es totalmente soldada?

Si

No

¿La válvula es bridada?

Si

No

¿Tiene fácil de acceso?

Si

No

¿Poseen Señalización adecuada?

Si

No

¿Poseen protección mecánica adecuada (de ser necesario)?

Si

No

Comentario: Colocar señalización Colocar

2.- Líneas y Derivaciones

2.1 Tramo Aéreo

Presenta corrosión, incluyendo el área de contacto con los soportes

Si

No

Esta pintada adecuadamente de amarillo canario

Si

No

Posee soportería adecuada

Si

No

Paso de tuberías con camisa de PVC y espuma

Si

No

Derivaciones futuras con tapones o bridas ciegas

Si

No

Tubería conectada a PAT Industrial

Si

No

Existen instalaciones eléctricas a menos de 3cm

Si

No

Comentario: Reforzar Armas indicados en campo faltante Colocar Colocar Se debe verificar 2da Visita

2.2 Tramo Enterrado

Tubería enterrada posee señalización

Si

No

Posee protección catódica adecuada (presentar riesgos)

Si

No

El Acceso de Transición PE-AC está debidamente protegido

Si

No

Comentario:

2.3 Válvulas

Cada derivación tiene su Válvula de Corte de fácil acceso

Si

No

Cada válvula de corte presenta carteles de señalización

Si

No

Alguna válvula posee protección mecánica adecuada (de ser necesaria)

Si

No

Comentario:

3.- ERS

ERS protegidas de zona de calor

Si

No

Válvulas reguladores de ERS posee venteo a cuatro vientos

Si

No

Manómetros poseen rango adecuado

Si

No

Comentario: Verificar en 2da Visita Verificar en 2da Visita

PLANOS PRESENTADOS:

Plano Layout conforme a Obra

Si

No

Plano Isométrico conforme a Obra

Si

No

Plano P&ID conforme a Obra

Si

No

Plano Welding Map

Si

No

Otros Documentos Presentado

Si

No

Comentario: Corregir Corregir N.A. Certificados de Calibración

Conclusiones:	Equipos Instalados:
- Se debe verificar el espesor de la pintura en segunda visita.	1.- Caldera 125 BHP.
- Se debe colocar carteles y señas de flujo	2.- Futuro consumo.
- Se debe corregir el acebo de pintura y plano conforme a Obra.	3.-
- SE DEBERA REPROGRAMAR UNA SEGUNDA VISITA.	4.-
	5.-
	6.-
	7.-

ES CONFORME SI NO

Cliente UNIS GAS S.A.C
Firma:
Nombre:

Inspectorate Services PERU INDUSTRIAL
Firma:
Nombre:

Usuario
Firma:
Nombre:

Información proporcionada por:

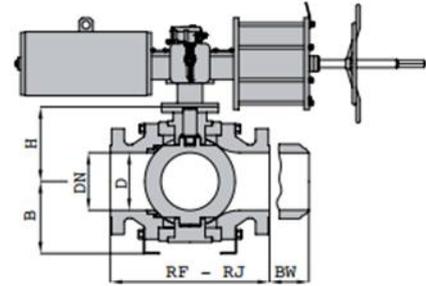
Bureau Veritas
Inspectorate

ANEXO 8: VÁLVULA DE BLOQUEO PIETRO FIORENTINI CLASE 150 D.N 2"

Fig. 230-1

DN	Ingombri e dimensioni in mm					Pesi in Kg		Top valvola	
	RF	RJ	BW	B	D	RF-RJ	BW	Ø ST*	ISO**
2"	178	191	216	100	51	26	24	CH22	F10
3"	203	216	283	125	76	57	55	CH22	F10
4"	229	241	305	145	102	82	78	CH22	F10
6"	394	406	457	230	152	136	126	CH27	F12
8"	457	470	521	265	203	335	315	Ø40	F14
10"	533	546	559	315	254	490	465	Ø40	F14
12"	610	622	635	355	305	720	685	Ø50	F16
14"	686	699	762	385	336	905	855	Ø50	F16
16"	762	775	838	420	387	1050	995	Ø60	F25
18"	864	876	914	470	438	1620	1534	Ø60	F25
20"	914	927	991	505	489	2110	1950	Ø80	F25
24"	1067	1080	1143	610	590	3072	2900	Ø80	F25

CLASSE 150



Fuente:

https://www.fiorentini.com/media/files/143_190_deltaflux_ita_low_res.pdf

ANEXO 9: MEDIDOR DE CAUDAL CALIBRE G40 DE D.N 2”



MEDIDOR DE GAS ROTATIVO G40

Ref: TANCY G40

Medidor de gas rotativo de tipo TYL. El medidor de gas rotatorio de tipo TYL es un instrumento para medición de gas con desplazamiento de amplia rangeabilidad, con alta precisión y confiabilidad, que se usa ampliamente en la medición y control de flujo de gas de medición fiscal industrial, monitoreo y medición de combustible de gas urbano, para cumplir con el monitoreo o medición Requisitos de alta precisión y fiabilidad por parte de los clientes. El producto cumple con los requisitos europeos de EN12480.

CARACTERÍSTICAS:

- Larga vida útil: Puede tener una duración hasta de 20 años con un funcionamiento normal, el cual se logra mediante el exquisito diseño y el proceso de fabricación de su pistón con balanceo dinámico de tratamiento de superficie, alta resistencia, rotación sin desgaste, sello sin contacto, acciones de autolimpieza y lubricación de los rodamientos.
- Alta precisión y fiabilidad $\leq \pm 0.5\%$ para Q_{max} a Q_t , $\leq \pm 2\%$ para Q_{min} a Q_t .
- No hay necesidad de ajustar la precisión y no se ve afectado por el cambio de condiciones de los medios.
- Flujo inicial mínimo: con cambio de flujo inicial 0.06 m³ /hr - 1.20m³ /hr para diferentes tamaños.
- Baja pérdida de presión: con un rango pérdida de presión de 0.06m³ / hr - 0.55 kPa para diferentes tamaños.
- Amplio rango de uso: Todos los accesorios se pueden utilizar para cualquier tamaño de medidor
- Buena intercambiabilidad: intercambiable entre el accesorio y el componente de tamaño de la misma especificación

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Tamaño de medidor	G40
Presión permisible	1,6 Mpa
Rangeabilidad	130 : 1
Caudal (Qmax)	65
Rango (Qmin)	0,5
Exactitud	1,0
Tasa de inicio (m ³ /hr)	0,06
Tasa de paro	0,04
Pérdida de presión Qmax kPa	0,07
Valores de pulso	0,1
Volúmenes por rotación	5.66 x 10 (-4)

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

19% INDICE DE SIMILITUD	20% FUENTES DE INTERNET	1% PUBLICACIONES	15% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	studylib.es Fuente de Internet	2%
6	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	revistas.udistrital.edu.co Fuente de Internet	1%
9	Submitted to Universidad Católica de Santa	1%

María

Trabajo del estudiante

10	es.wikipedia.org Fuente de Internet	1%
11	Submitted to Universidad de Cádiz Trabajo del estudiante	1%
12	ateneo.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
13	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	1%
14	uvadoc.uva.es Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado