

UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE

SAN FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA

VICERRECTORADO

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA



**PROPUESTA DE REDISEÑO DE UN PUENTE DE REGULACION Y MEDICION DE
GAS PARA INCREMENTAR UNA RAMA DE RESERVA (STAND BY) EN LA FABRICA
DE LADRILLOS VILLARROEL**

**TRABAJO EN OPCIÓN A DIPLOMADO EN TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE HIDROCARBUROS**

KLIVER FLORES SAICO

Sucre – Bolivia

2023

CESIÓN DE DERECHOS

Al presentar este trabajo como requisito previo a la obtención del Diplomado en Transporte, Almacenamiento y Distribución de Hidrocarburos de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad, para que se haga de este trabajo un documento disponible para su lectura, según normas de la Universidad.

También cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, los derechos de publicación de este trabajo o parte de él, manteniendo mis derechos de autor hasta un periodo de 30 meses posterior a su aprobación.

Kliver Flores Saico

Sucre, 1 de diciembre 2023

DEDICATORIA

A mi Madre. Por su amor, apoyo y sacrificio.

Tú eres mi ejemplo a seguir. Eres una mujer fuerte, independiente y luchadora. Me has enseñado que todo es posible si nos esforzamos. Gracias por ser mi madre. Te amo más que a nada en el mundo.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecer, a Dios por otorgarme salud y bienestar, en todo momento.

Agradecer a mi madre por ser el pilar de este gran logro, gracias a ella por darme valentía, fortaleza y brindarme su apoyo en todo momento.

A mis queridos amigos de la carrera por su amistad incondicional, por haber compartido momentos inolvidables y brindarme su apoyo durante todo este tiempo.

A la universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, a los docentes de la carrera Ingeniería Gas y Petróleo por las enseñanzas brindadas, paciencia y dedicación, para formarnos como profesionales dedicados

Finalmente agradecer a toda mi familia, hermanos, primos, tíos que siempre estuvieron ahí para apoyarme.

RESUMEN

La fábrica de ladrillos Villarroel utiliza un puente de regulación y medición de gas para alimentar su nuevo Horno industrial. El puente actual solo tiene una rama de suministro, lo que significa que, si se produce una falla en el suministro principal, la fábrica debe detenerse, lo cual ocasionaría pérdidas económicas considerables y perdidas en producción.

Se ha realizado un diagnóstico del puente de regulación actual, el cual se registró una falta de mantenimiento, en el cual se identificó que no estaría funcionando la válvula de seguridad Shut off, el regulador activo no estaría funcionando debido a que su máxima presión de diseño sería de 40 Psi y la presión de trabajo es superior siendo de 58 Psi.

El objetivo de esta monografía es proponer un rediseño del puente de regulación y medición de gas para incrementar una rama de reserva (stand by). El rediseño propuesto consiste en instalar una segunda rama de suministro (Stand By).

El diseño propuesto tiene la ventaja de aumentar la confiabilidad del suministro de gas a la fábrica de ladrillo, permite que la fabrica continúe operando en caso de falla en el suministro principal y también reduce el riesgo de tener pérdidas económicas por fallas en el sistema de medición.

Se hizo un estudio de las normativas en las cuales se seleccionó cada equipo que formaría parte del puente de regulación y medición de gas, estos son: válvulas de bloqueo manual, filtro tipo canastillo, válvula de seguridad Shut off, regulador monitor, regulador activo, manómetros, medidor rotativo, micro corrector y válvula de alivio.

Se propuso dos diseños básicos los cuales se consideró un diseño con menos equipos y bajo presupuesto, derivando una rama stand by con solo una válvula shut off y un regulador. Mientras que el segundo diseño ya no se consideró el costo, sino todos los equipos necesarios que debería tener una rama Stand By. Se consultó los catálogos de cada equipo eligiendo así la que más se adecuara a las condiciones de entrada y salida del gas natural. Así también se elaboró los respectivos planos del diseño donde se mostraría todo lo referente al diseño

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN.....	iii
INDICE DE CONTENIDO	iv
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE TABLAS.....	ix
CAPITULO 1: INTRODUCCION	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.2.1 Objetivo General.....	2
1.2.2 Objetivos Específicos	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3.1 Justificación Practica	3
1.3.2 Justificación Teórica.....	3
1.4 METODOLOGÍA	3
CAPITULO II: DESARROLLO.....	5
2. 1 MARCO TEORICO	5
2.1.1 Marco conceptual	5
2.1.1.2 Puentes de regulación y medición de gas	5
2.1.1.2 Válvulas de bloqueo manual	5
2.1.1.3 Tubería de acero al carbono y accesorios	5

2.1.1.4 Reguladores	5
2.1.1.5 Válvula de bloqueo (shut off)	6
2.1.1.6 Medidor rotativo	6
2.1.1.8 Manómetro	6
2.1.1.9 Corrector electrónico	7
2.1.1.10 Prueba hidráulica	7
2.1.1.11 Filtro	7
2.1.1.12 Línea de reserva (Stand By)	7
2.1.1.13 Puesta a tierra.....	8
2.1.1.14 Juntas Aislantes	8
2.1.2 Marco contextual	8
2.1.2.1 Normativas Aplicadas	8
2.1.2.1.1 Nacionales:	8
2.1.2.1.2 Internacionales.....	8
2.1.2.2 Selección de equipos y materiales según la normativa.....	11
2.1.2.2.1 Tuberías de Acero.....	11
2.1.2.2.2 Accesorios para soldar.....	11
2.1.2.2.3 Accesorios para roscar.....	11
2.1.2.2.4 Filtros Coalescentes.....	11
2.1.2.2.5 Bridas.....	12
2.1.2.2.6 Espárragos y tuercas	12
2.1.2.2.7 Válvulas de bloqueo de operación Manual.....	12
2.1.2.2.8 Válvula tipo esférica bloqueo manual	12
2.1.2.2.9 Válvulas reguladoras y/o monitoras	13

2.1.2.2.10 Manómetros	13
2.1.2.2.11 Juntas dieléctricas	14
2.1.2.2.12 Dispositivos de Seguridad	14
2.1.2.2.13 Tramo de medición.....	15
2.1.2.2.14 Corrección electrónica.....	15
2.1.2.2.15 Ecuaciones de Flujo.....	16
2.1.2.3 Tramos recomendados para Puente de regulación y medición	19
2.1.2.4 Diagnostico del Puente de regulación Actual.....	21
2.1.2.4.2 Estado actual del puente de regulación y medición ladrillaría Villarroel.....	25
2.2 INFORMACION Y DATOS OBTENIDOS	26
2.2.1 Plano de vista de lado	26
2.2.2 Selección de los equipos necesarios para la implementación del puente de regulación y medición de gas natural con rama Stand By.....	28
2.2.2.1 Condiciones de Operación.....	28
2.2.2.2 Selección de los equipos.....	30
2.2.2.2.1 Selección de Filtro	30
2.2.2.2.2 Válvula de purga del filtro.....	31
2.2.2.2.3 Válvula Aguja.....	31
2.2.2.2.4 Selección de Reguladores en el Puente de regulación y medición.....	32
2.2.2.2.5 Selección de Válvula de seguridad (Shut Off)	33
2.2.2.2.6 Válvula de Alivio	33
2.2.2.2.7 Características técnicas Medidor Dresser 3M300	34
2.2.2.2.8 Selección de manómetros	35
2.2.2.2.9 Selección de brida.....	36

2.2.2.2.10 Selección de espárragos y/o prisioneros	37
2.2.2.2.11 Selección de junta dieléctrica	37
2.2.3 Propuestas de diseño básico del Puente de regulación y medición de gas natural con Stand By aplicando la normativa vigente	38
2.2.3.1 Primera propuesta de diseño básico con implementación de rama Stand By	38
2.2.3.2 Segunda propuesta de diseño básico con implementación de rama Stand By	39
2.3 ANALISIS Y DISCUSION.....	40
CAPITULO III: CONCLUSIONES	42
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	44
ANEXOS	46

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Esquema conexionado de Ramas de regulación para presion de entrada menor a 10 bar.....</i>	19
Figura 2: <i>Esquema de Ramas de regulación para presion de entrada mayor a 10 bar</i>	20
Figura 3: <i>Ubicación Geográfica de la Ladrillaría Villarroel</i>	25
Figura 4: <i>Puente de regulación y medición de gas actual</i>	26
Figura 5: <i>Plano de vista de lado del puente de Regulación y medición.....</i>	27
Figura 6: <i>Primera propuesta de diseño</i>	38
Figura 7: <i>Segunda Propuesta de Diseño</i>	39

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Registro Fotográfico del puente de regulación y medición actual</i>	22
Tabla 2: <i>Equipos instalados</i>	27
Tabla 3: <i>Condiciones de Operación</i>	28
Tabla 4: <i>Seteado de equipos</i>	29
Tabla 5: <i>Especificaciones Filtro</i>	30
Tabla 6: <i>Especificaciones Válvula de Purga</i>	31
Tabla 7: <i>Especificaciones Válvula aguja</i>	31
Tabla 8: <i>Especificaciones Regulador de Presion</i>	32
Tabla 9: <i>Especificaciones Válvula de Seguridad (Shut off)</i>	33
Tabla 10: <i>Especificaciones Válvula de Alivio</i>	33
Tabla 11: <i>Especificaciones Medidor de Gas</i>	35
Tabla 12: <i>Especificaciones de Manómetros</i>	36
Tabla 13: <i>Especificaciones Bridas</i>	37
Tabla 12: <i>Lista de Materiales</i>	40

CAPITULO 1: INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

El artículo “Desarrollo de un nuevo diseño para estaciones de medición de gas natural” Los puentes de regulación y medición (SMG) son sistemas críticos que se utilizan para medir el flujo de gas natural. Estas estaciones se encuentran en toda la cadena de suministro de gas natural, desde los campos de producción hasta los puntos de consumo. Los problemas de rendimiento comunes que se encuentran en las SMG incluyen: Fluctuaciones de presión, la presión del gas natural que ingresa a la SMG puede variar significativamente, lo que puede afectar la precisión de la medición; Inexactitudes de medición: el medidor de flujo de gas natural de la SMG puede presentar inexactitudes, lo que puede generar problemas económicos para las empresas que utilizan la estación. Los problemas de seguridad comunes que se encuentran en las SMG incluyen: Riesgo de explosiones, el gas natural es un combustible altamente inflamable, por lo que existe un riesgo de explosiones en las SMG; Riesgo de fugas, las fugas de gas natural pueden causar contaminación ambiental y riesgos para la salud pública. El rediseño de la SMG en Irak incluyó los siguientes cambios: Uso de nuevos materiales y tecnologías, se utilizaron nuevos materiales y tecnologías para mejorar la confiabilidad y eficiencia de la estación. Por ejemplo, se utilizaron válvulas de acero inoxidable y medidores de flujo de gas natural de última generación; Implementación de medidas de seguridad, Se implementaron medidas de seguridad para prevenir accidentes. Por ejemplo, se instalaron sistemas de detección de fugas y sistemas de extinción de incendios. (M. A. Ali, A. A. Al-Ameri y A. M. Al-Saadi, 2022)

El artículo “Evaluación de seguridad de una estación de medición de gas natural” presenta una evaluación de seguridad de una SMG en Irak. La evaluación se realizó utilizando un método cualitativo para identificar los riesgos asociados con la estación. Los resultados de la evaluación mostraron que la SMG presenta una serie de riesgos, entre los que se incluyen: Riesgo de explosiones, el gas natural es un combustible altamente inflamable, por lo que existe un riesgo de explosiones en la SMG. Riesgo de fugas, las fugas de gas natural pueden causar contaminación ambiental y riesgos para la salud pública; Riesgo de incendios: el gas natural puede causar incendios si entra en contacto con una fuente de calor. La evaluación también identificó una serie de medidas que pueden tomarse para reducir los riesgos asociados con la SMG, entre las que se

incluyen: Implementar un programa de mantenimiento preventivo para garantizar que los equipos de la SMG estén en buen estado de funcionamiento. Instalar sistemas de detección de fugas para detectar fugas de gas natural de forma temprana. Implementar un plan de respuesta a emergencias para saber cómo actuar en caso de accidente. En conclusión, la evaluación de seguridad de la SMG mostró que la estación presenta una serie de riesgos que deben abordarse. Las medidas de mitigación propuestas pueden ayudar a reducir los riesgos asociados con la estación y mejorar la seguridad de la misma. (Al-Saadi, 2019)

1.1.1 Planteamiento del problema

La instalación de un nuevo horno industrial y nuevos equipos, conlleva que se trabajará aproximadamente las 24 horas del día, lo cual se dividirá en tres turnos de trabajo. Esto requiere que la producción sea continua durante todo el año. A causa de esto al no considerarse la rama de reservar (Stand by) en el diseño y construcción, conllevaría a tener paradas por mantenimiento o falla de algún equipo del puente de regulación y medición de gas natural que alimenta al horno representaría en pérdidas en la producción o días perdidos, que equivaldría a una gran cantidad de dinero. Para lo cual el puente de regulación y medición requiere un stand by para mantenimientos según la normativa vigente, que actualmente no cuenta.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Realizar una propuesta de rediseño de un puente de regulación y medición de gas para incrementar una rama de reserva (Stand By) en la fábrica de ladrillos Villarroel

1.2.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar las condiciones actuales del puente de regulación y medición de gas en la ladrillera Villarroel
- Investigar y comprender las normas y regulaciones aplicables a la construcción y diseño de puente de regulación y medición de gas natural.

- Seleccionar los equipos necesarios para la implementación de la rama de reserva (stand by) del puente de regulación y medición de gas natural para la ladrillera Villarroel
- Proponer un diseño básico del Puente de regulación y medición de gas natural aplicando la normativa vigente para la ladrillera Villarroel

1.3 JUSTIFICACIÓN

1.3.1 Justificación Practica

La presente investigación se pretende elaborar un nuevo diseño con rama de abastecimiento Stand By en el puente de regulación y medición en la ladrillera Villarroel ubicada en el municipio de Monteagudo. El cual llega a abastecer un horno de tipo industrial de gran capacidad. Así con un nuevo diseño el puente de regulación y medición de gas, tendrá un abastecimiento de gas natural confiable, seguro y constante. Se evitará pérdidas económicas significativas y también perdidas en la producción, por otra parte, es de interés personal el aplicar lo aprendido respecto a la temática de ingeniería de transporte, almacenamiento y ductos, como especialidad en diseño y mantenimientos de puentes de regulación y medición de gas.

1.3.2 Justificación Teórica

Con el desarrollo de la monografía se hizo un enfoque de lo aprendido en el módulo de ingeniería de estaciones de regulación y medición de gas. Por la parte del pensul académico cursado, Transporte de gas 1, transporte de gas 2, , Metodología de la investigación, Legislación de hidrocarburos y seguridad industrial. Sin embargo, todo eso permite la aplicación de los mencionados campos de estudio

1.4 METODOLOGÍA

La presente monografía es una investigación propositiva, con un enfoque cuantitativo (sampleri, 2014)

1.4.1 Técnica de Investigación

La información necesaria para el desarrollo de la presente monografía fue proporcionada a través de una inspección visual en el lugar donde se encuentra el puente de regulación y medición de gas,

consiguiente a esto se realizó un registro de datos de las condiciones actuales, las condiciones ambientales. Se inspecciono el funcionamiento de cada equipo y su condición actual.

1.4.2 instrumentos de Investigación

La información obtenida se recolecto datos de presion de los manómetros, se recolecto la información de los equipos de las placas de información, se utilizo un flexo para medir las dimensiones del puente de regulación y medición de gas, y algunos datos técnicos se obtuvo datos de catálogos y también se tomó un registro fotográfico de todo el puente de regulación y medición de gas.

CAPITULO II: DESARROLLO

2. 1 MARCO TEORICO

2.1.1 Marco conceptual

2.1.1.2 Puentes de regulación y medición de gas

El puente de regulación y medición tiene por objeto asegurar una presión de salida (presión regulada) de valor constante, independientemente de las variaciones de presiones de suministro fijada y de la fluctuación de caudal requerida por la instalación, dentro de los rangos previstos de consumo, así como realizar la medición del gas suministrado por la empresa distribuidora. En el caso de usuarios directos el PRM estará conectado a la red de transporte a través de la línea de acometida de gas natural. (ANH, 2019)

2.1.1.2 Válvulas de bloqueo manual

Las válvulas son accesorios que bloquean y permiten el paso de gas y deben instalarse a la entrada del PRM, aguas arriba y aguas abajo para poder cortar el suministro de gas si se presentara cualquier inconveniente. Pueden ser válvulas: de bola, de diafragma o de mariposa.

Las válvulas de bola suelen estar hechas de hierro fundido mientras que la bola en si es de acero inoxidable, existe una gran variedad de válvulas dependiendo del diámetro de la instalación y la presión máxima a la que debe ser sometida. (ANH, 2019)

2.1.1.3 Tubería de acero al carbono y accesorios

El material de la tubería y accesorios para la línea de acometida de gas natural, acometida industrial el PRM y en la instalación interna para uso industrial será de acero, debiendo responder a las siguientes normas o equivalentes: ASTM A-53, ASTM A-234, API 5L, ANSI B16.9, ANSI B16.11, ANSI B16.28, API 6D

2.1.1.4 Reguladores

Son los encargados de estabilizar la presión del gas, algunos reguladores constan también de una válvula de alivio para evitar que altas presiones dañen el PRM. En la construcción del regulador,

la presión de salida se registra debajo del diafragma. Siempre que la presión de salida sea menor que la presión establecida, la fuerza del resorte del diafragma ocasiona que la palanca mantenga la válvula abierta. Cuando la presión de salida excede la presión establecida, el diafragma se mueve para comprimir el resorte y la palanca cierra la válvula hasta que la presión de salida regresa al valor de presión establecida.

Regulador monitor: este regulador de presión es instalado en serie como dispositivo alternativo de seguridad, este se calibra a mayor presión para actuar en caso de que la primera se averíe

Regulador principal: este regulador de presión es el encargado de reducir la presión hasta la presión de entrega al cliente. (ANH, 2019)

2.1.1.5 Válvula de bloqueo (shut off)

Esta válvula de bloqueo es el encargado de cortar el flujo de gas, en cuanto ambos reguladores de flujo llegasen a fallar. Este dispositivo de seguridad es instalado entre los reguladores de presión.

2.1.1.6 Medidor rotativo

El medidor de gas rotativo es un medidor de gas de desplazamiento positivo. La medición real se realiza mediante dos impulsores (rotores) en forma de «8» que giran dentro de una cámara de medición

2.1.1.7 Válvula de seguridad

Esta válvula de seguridad actúa a una presión determinada que se activa cuando exista sobrepresión a la salida del medidor, esta presión es fijada.

2.1.1.8 Manómetro

Este dispositivo es instalado junto con una válvula aguja para no dañarse, y es el que mide la presión (ANH, 2019)

2.1.1.9 Corrector electrónico

Se deberá instalar un corrector electrónico considerando el tipo de medidor instalado en el puente de regulación y medición y debe ser configurado en base a los parámetros requeridos. (ANH, 2019)

2.1.1.10 Prueba hidráulica

Las válvulas de nuestro sistema de puente de regulación y medición deberán ser sometidos a pruebas hidráulicas a una presión no menor a la máxima presión de operación admisible de la red primaria de distribución a la cual se conectará

Las válvulas de corte deben contar con sus certificados de pruebas de presión y también deben ser probadas por la empresa

La válvula de seguridad debe ser probada la presión a la que debe abrirse (ANH, 2019)

2.1.1.11 Filtro

Este elemento destinado a retener partículas sólidas presentes en el gas. Que sirve como protección para no dañar los reguladores de presión, medidores de gas, quemadores y otros equipos de gas. (ANH, 2019)

2.1.1.12 Línea de reserva (Stand By)

En general, toda vez que resulte impracticable la interrupción del suministro de gas, el puente de regulación y medición primaria se deberá proyectar contemplando la instalación de un sistema de regulación adicional en reserva para el caudal de diseño de la instalación en el sistema de medición.

La segunda línea de emergencia o stand by deberá contar con todos los elementos de regulación de la línea principal, aguas arriba del medidor. Incorporando válvulas de bloqueo aguas arriba y aguas debajo de los elementos de regulación. De ser necesario cada línea podrá contar con un filtro independiente. (ANH, 2019)

2.1.1.13 Puesta a tierra

El puente de regulación y medición deberán contar con su correspondiente puesta a tierra calculadas e instalados según las reglamentaciones vigentes. (ANH, 2019)

2.1.1.14 Juntas Aislantes

En la entrada y salida del puente de regulación y medición primaria se colocarán juntas aislantes que tendrán por objeto asilar eléctricamente a las instalaciones del puente del resto de las instalaciones de acero que cuenten con protección catódica y también para evitar un drenaje de corrientes dispersas del terreno. (ANH, 2019)

2.1.2 Marco contextual

2.1.2.1 Normativas Aplicadas

2.1.2.1.1 Nacionales:

- Reglamento de diseño, construcción y operación de redes de gas D.S. 28291-1996 (actual)
- Reglamento ambiental del sector de hidrocarburos D.S 24335

2.1.2.1.2 Internacionales

- **ASME B 31.8 Sistemas de distribución de gas natural**

El presente Código cubre el diseño, fabricación, inspección y pruebas de instalaciones de ductos usados para el transporte de gas. Este Código también abarca los aspectos de seguridad de la operación y mantenimiento de dichas instalaciones.

- **ASME B 16.5 Bridas para tubería y accesorios**

Esta norma cubre las clasificaciones de presión-temperatura, materiales, dimensiones, tolerancias, marcado, pruebas y métodos para designar aberturas para bridas de tubería y accesorios con brida. La norma ASME B16.5 cubre bridas de tubería de acero y accesorios con bridas desde NPS 1/2 hasta NPS 24 métrico / pulgada en clase de presión 150 a clase 2500

- **ASME B 16.10 Dimensiones de válvulas cara a cara.**

Este estándar cubre las dimensiones cara a cara y de extremo a extremo de las válvulas en sentido directo, y las dimensiones de ángulo a centro y centro a extremo de las válvulas angulares. Su propósito es garantizarla capacidad de intercambio de la instalación para válvulas de un material, tipo, tamaño, clase de clasificación y conexión finales determinados. Las dimensiones cara a cara y centro-superficie se aplica a las válvulas de extremo embreado con caras definidas

- **ASME Sec. VIII D1 y D2, Recipientes a presión (Filtros)**

La introducción de los buques de la Clase 1 en la edición 2017 de la División 2 ofrece más flexibilidad a la hora de decidir qué División es más rentable. Las reducciones de costes están ahora disponibles en más casos, incluidos los recipientes de acero al carbono con volúmenes superiores a unos 200 galones (800 litros) diseñados para temperaturas inferiores a 600 grados F (315 grados C). La División 2 también requiere menos almohadillas de refuerzo y permite forjar boquillas más finas, lo que supone un ahorro de costes adicional. Con la opción COMPRESS División 2 puede cambiar de división y de clase en cualquier momento. Esto facilita la determinación de la división y la clase que produce el diseño de buque más ligero y económico.

- **AGA 8, Factor de compresibilidad del gas natural**

Las mediciones de consumo volumétrico en la industria del gas natural, se encuentran reglamentadas por la Resolución CREG1 067-95 para los puntos de medición ubicados dentro de una red de distribución de gas, y la Resolución CREG 071-99 (Reglamento Único de Transporte) para sistemas de medición de recibo y entrega de gas ubicados en una red de transporte de gas y su modificación CREG 071-07

- **Manual de Medición de Gas Parte 2 (Medidores PD)**

En particular, el manual proporciona información relevante para el diseño de puentes de regulación y medición en Bolivia, ya que los medidores PD son uno de los tipos de medidores más utilizados en este tipo de instalaciones.

A continuación, se presentan algunos de los aspectos más relevantes del manual en relación con el diseño de puentes de regulación y medición:

El manual recomienda que los medidores PD se instalen en un patín de medición adecuado, que debe cumplir con los requisitos establecidos en el Anexo 6 de las Normas y Recomendaciones para Uso de Gas Natural en Instalaciones Industriales.

El manual también recomienda que los medidores PD se instalen en una base o plataforma adecuada, que debe ser capaz de soportar el peso del medidor y la tubería.

El manual proporciona información detallada sobre los requisitos de instalación de los dispositivos de seguridad de los medidores PD

- **API 6D, Especificaciones para válvulas de línea**

La API 6D es una especificación del Instituto Americano del Petróleo (API) que establece los requisitos de diseño, fabricación, montaje y pruebas de válvulas de bola, de compuerta, de tapón y de retención utilizadas en sistemas de tuberías para las industrias del petróleo y el gas natural.

La API 6D es una norma internacional ampliamente reconocida y utilizada en todo el mundo. Su cumplimiento garantiza que las válvulas cumplan con los requisitos de seguridad, eficiencia y durabilidad

- **API 598, Inspección y pruebas de válvulas (Saqueiros, 2015)**

Las inspecciones y pruebas de las válvulas API 598 deben cumplir con los siguientes requisitos específicos:

Las válvulas deben ser inspeccionadas visualmente para detectar daños o desgaste.

Las válvulas deben ser sometidas a pruebas de presión para verificar su integridad estructural.

Las válvulas deben ser sometidas a pruebas de funcionamiento para verificar su capacidad de operar correctamente.

2.1.2.2 Selección de equipos y materiales según la normativa

2.1.2.2.1 Tuberías de Acero

La tubería utilizada, debe cumplir a las siguientes normas o equivalentes: ASTM A-53, ASTM A-234, API 5L, ANSI B16.9, ANSI B16.11, ANSI B16.28, API 6D.

2.1.2.2.2 Accesorios para soldar

Deben cumplir con algunas de las siguientes normas o equivalentes: ANSI B 16.9 y B 16.28(según corresponda). El material será de acero al carbono grado A o B (ASTM A 234). La identificación de los accesorios se realiza según norma ANSI B 16.11 MSS SP 25. Podrán utilizarse accesorios con zócalo para soldar (socket Weld)

2.1.2.2.3 Accesorios para roscar

Se permite accesorios roscados en instalaciones internas vistas a BP, 0.4 bar se permitirá válvulas de corte y/o reguladores roscados. En este tipo de instalaciones se aplica lo establecido en normativa con presiones superiores a 0.4 bar, el material será de acero al carbono ASTM A 234 grado B, ASTM A 105 o ASTM A 181 grado II. Las conexiones serán rosca Whitworth gas (BSP rosca macho cónico) o NPT

2.1.2.2.4 Filtros Coalescentes

Los filtros coalescentes son utilizados para la remoción de agua, aceite y posibles impurezas solidas que se pudiesen arrastrar en el flujo de gas natural antes de las condiciones de regulación y medición. Los filtros coalescentes deben ser instalados en un Puente de regulación y medición de gas natural en la siguiente condición:

- El filtro debe estar ubicado en un lugar que favorezca el cambio fácil del elemento filtrante, así como su operación y mantenimiento así mismo se debe instalar con la dirección del caudal dada por la flecha del cuerpo. (ANH, 2019)

2.1.2.2.5 Bridas

Las bridas responderán a la norma ANSI B 16.5. podrán ser deslizables, con cuello para soldar (welding neck) o ciegas.

El material será de acero al carbono forjado, calidad ASTM A 181 grado I o II o ASTM A 105. La cara de las bridas podrá ser plana o con resalte con empaquetaduras adecuadas a la presión de operación.

2.1.2.2.6 Espárragos y tuercas

El material del espárrago será de acero, designación ASTM A 193 grado B 7 o norma equivalente. El material de la tuerca será de acero, designación ASTM A 194 grado 2 H o norma equivalente. Los espárragos serán totalmente roscados con rosca Whitworth gas según norma IRAM 5063 o rosca 8 UN o Norma ANSI B 1 cuando corresponda. El largo de los mismos se ajustará a lo indicado por la norma ANSI B 16.5 y las tuercas se ajustaran a lo indicado por la norma ANSI B 18.2. las tuercas y los espárragos llevarán grabado el grado del material y el tipo de rosca.

2.1.2.2.7 Válvulas de bloqueo de operación Manual

Deberán ser de cierre rápido (1/4 de vuelta) y llevarán grabado en su cuerpo el nombre del fabricante y/o marca comercial, máxima presión de trabajo y el material con que han sido fabricadas (norma de referencia MSS-SP 25 o equivalente). En el puente de regulación y medición primaria, regulaciones secundarias y bloqueos de artefactos, se utilizarán exclusivamente válvulas de tipo esférica.

2.1.2.2.8 Válvula tipo esférica bloqueo manual

Serán de cierre por esfera no lubricada con extremos roscados, bridados o zócalo para soldar; las de extremos roscados se admiten hasta un diámetro nominal menor a 50mm (2") podrá ser de bronce.

El accionamiento de las válvulas, menores que 152 (6"), serie ANSI 150 y ANSI 300, será de palanca. Las bridas de válvulas se ajustarán a la norma ANSI B 16.5 o norma equivalente.

2.1.2.2.9 Válvulas reguladoras y/o monitoras

La elección de estas válvulas está avalada por su inclusión en catálogos o certificación del fabricante donde figure diseño, características constructivas y de funcionamiento, material de sus elementos y número de serie, estas válvulas deben tener marcado el sentido de flujo y tener inscritos de manera permanente y legible en una chapa de características, como mínimo los siguientes datos:

Nombre del fabricante y/o marca comercial

Caudal para la presión de entrada en m³/h o PCH

Tipo de obturador

Presión máxima admisible en bar o psi

Presión regulada en bar o psi

Criterios de selección de Válvulas reguladoras

- Para la elección de las válvulas reguladoras debe ser considerado lo siguiente:
- Caudal máximo, mínimo y de diseño.
- Presión de entrada máxima y mínima
- Diámetros de las conexiones
- Densidad del gas natural
- Presión de salida o regulado nivel sonoro

2.1.2.2.10 Manómetros

Serán indicadores con tubo a bourden o diafragma con escala circular concéntrica. Su fabricación se ajustará a lo establecido en la norma API A 51 65 o equivalente. Para su conexonado se utilizará válvula tipo aguja, tendrán una precisión del 1% y con un alcance de la escala tal que la presión de operación este comprendida entre el 50% y 75% de esta. Los que se instalen a la intemperie serán herméticos al agua y al polvo.

2.1.2.2.11 Juntas dieléctricas

El material para las juntas debe ser capaz de resistir la presión máxima y de mantener sus propiedades físicas y químicas a cualquier temperatura que pudiera ser sometido razonablemente en servicio. Serán de material resistente a la acción de los gases de petróleo o cualquier constituyente al gas conducido a través de las tuberías. Cada tipo de material deberá responder a las normas: ANSI B31.1.2, ANSI B 16.5 o equivalentes.

2.1.2.2.12 Dispositivos de Seguridad

Para proteger a la instalación en los casos de elevaciones de presión ocasionadas por desperfectos de los reguladores, se deberá contar con alguno de los dispositivos de seguridad detallados más abajo.

Su selección dependerá de la instalación particular y será aprobada por la Concesionaria.

a) Presión de entrada < a 10 bar y Caudal de suministro < a 1200 KW

- Válvula de bloqueo por sobrepresión y válvula de alivio por venteo.
- Dos válvulas de alivio por venteo.
- Monitor y válvula de alivio por venteo
- Válvula de bloqueo incorporada en la válvula reguladora y una válvula de alivio por venteo.
- Monitor incorporado a la válvula reguladora y válvula de alivio por venteo

b) Presión de entrada > a 10 bar o Caudal de suministro > a 1200 KW

- Monitor, válvula de bloqueo por sobrepresión y válvula de alivio por venteo (opcional).
- Monitor incorporado en la válvula reguladora, válvula de bloqueo por sobrepresión y válvula de alivio por venteo (opcional).
- Monitor con bloqueo incorporado y válvula de alivio por venteo (opcional).

Todos los dispositivos de alivio o limitadores de presión deberán:

- Estar constituidos con materiales tales que la operación del dispositivo no se vea afectada por la corrosión de las partes externas debido a la atmósfera.

- Estar diseñados e instalados de modo que puedan ser operados para determinar si la válvula está libre de impurezas u obstáculos internos que dificulten su funcionamiento. Los dispositivos deberán también estar diseñados e instalados de modo que puedan ser probados para determinar la presión a la cual operarán y examinados para detectar fugas cuando se encuentran en posición cerrado. (industriales, 2005)

2.1.2.2.13 Tramo de medición

El sistema de medición se diseñará en base al equipo que asigne la Concesionaria. Se facilitarán planos tipo para cada sistema (inferencial, rotativo, de turbina, de diafragma, ultrasónico, etc.), pudiéndose proyectar modificaciones a los mismos, siempre y cuando se mantengan los lineamientos generales trazados en dichos planos. En los medidores volumétricos que operen a presiones superiores a 0,987 bar M. (1 kg/cm² M.), se instalarán placas limitadoras de caudal diseñadas por la Concesionaria como medida integral de protección de los mismos. La placa limitadora, que consiste en una tobera de radio corto con orificio calibrado, se colocará aguas abajo del medidor. De optarse por válvulas de seguridad de alivio por venteo, se instalará una aguas arriba del sistema de medición y otra aguas abajo del mismo. (Saqueiros, 2015)

2.1.2.2.14 Corrección electrónica

Para la medición de los volúmenes de consumo en condiciones estándar se aplicará la corrección electrónica ya sea para correctores o computadores de flujo, considerando el tipo de medidor a ser instalado en el Puente de Medición y Regulación y la configuración básica del sistema de medición electrónica se realizará en base a los siguientes parámetros:

- Presión base de 1,013253 bar (14,696 psi).
- Temperatura base de 15,56 °C (60°F).
- El factor de compresibilidad será calculado en base a uno de los siguientes métodos, AGA 8 (detallado), AGA 8 Gross 1 o AGA 8 Gross 2 o equivalentes.
- Los parámetros necesarios para la configuración del sistema de medición electrónico de la cromatografía del Gas Natural serán establecidos por la Empresa Distribuidora de acuerdo al último análisis cromatográfico entregado por la Empresa de Transporte. La actualización

de dicha información será determinada periódicamente por la Empresa Distribuidora de acuerdo a las características del consumo.

- La presión atmosférica deberá considerar la presión atmosférica local

Los equipos de medición electrónica deberán cumplir con la Norma API 21.1 o norma equivalente. Para la protección del sistema de medición electrónica el usuario deberá prever la conexión de puesta a tierra del PRM, cuyo valor debe ser no mayor a 5 Ohm.

2.1.2.2.15 Ecuaciones de Flujo

La tubería debe ser diseñado con suficiente espesor de pared, o debe ser instalado con protección adecuada, para soportar previsible cargas y presiones externas que puedan serle impuestas después de ser instalado

La presión de diseño para tubería de acero se determina de acuerdo con la siguiente fórmula:

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

P = Presión de diseño, (MPa)

S = Tensión de fluencia determinada de acuerdo con la Sección 7.1.2, (MPa)

D = Diámetro nominal exterior de la tubería, (mm)

t = Espesor nominal de pared de la tubería en, (mm) Si es desconocido, se determinará de acuerdo con la Sección 7.1.3.

F = Factor de diseño determinado de acuerdo con la Sección 7.1.4, (adimensional)

E = Factor de junta longitudinal determinado de acuerdo con la Sección 7.1.7, (adimensional)

T = Factor de temperatura determinado de acuerdo con la Sección 7.1.8, (adimensional).

Para la determinación de las constantes F.E.T las tablas se encuentran en el anexo I

Ecuación general de flujo de tubería

La ecuación general de flujo para tubería horizontal, también llamada Ecuación Fundamental de flujo, con factor de fricción:

$$Q = 1.1494 \times 10^{-3} * \left(\frac{T_b}{P_b} \right) * \left(\frac{P_1^2 - P_2^2}{G T_m L Z f} \right)^{0.5} * D^{2.5}$$

Q = Caudal en condiciones estándar, (m³s/día)

T_b = Temperatura base, K (273+°C)

P_b = Presión base, (kPa)

P₁ = Presión absoluta de entrada, (kPa)

P₂ = Presión absoluta de salida, (kPa)

G = Gravedad específica del gas, (adimensional)

T_m = Temperatura promedio del flujo del gas, K (273+°C)

L = Longitud de tubería, (km)

Z = Factor de compresibilidad del gas, (adimensional)

f = Factor de fricción de la tubería, (adimensional)

D = Diámetro interno de la tubería, (mm)

Ecuación de Weymouth

Para el diseño de red primaria se podrá emplear la ecuación de weymouth para diámetros comprendidos entre 2 hasta 12 pulgadas

$$Q = 3,7435 \times 10^{-3} * E * \left(\frac{T_b}{P_b} \right) * \left(\frac{P_1^2 - P_2^2}{G T_m L Z} \right)^{0.5} * D^{2.667}$$

Q = Caudal en condiciones estándar, (m³ s/día)

E = Factor de eficiencia de la tubería, un valor decimal menor o igual que 1, (adimensional)

T_b = Temperatura base, K (273+o C)

P_b = Presión base, (kPa)

P₁ = Presión absoluta de entrada, (kPa)

P₂ = Presión absoluta de salida, (kPa)

G = Gravedad específica del gas, (adimensional)

T_m = Temperatura promedio de flujo del gas, K (273+o C)

L = Longitud de tubería, (km)

Z = Factor de compresibilidad del gas, (adimensional)

D = Diámetro interno de la tubería, (mm).

Velocidad del gas en tuberías

La velocidad del gas en cualquier punto de la tubería esta dada por la siguiente formula:

$$v = 14.7349 * \left(\frac{Q}{D^2}\right) \left(\frac{P_b}{T_b}\right) \left(\frac{ZT}{P}\right)$$

v = Velocidad del gas, (m/s)

Q = Caudal en condiciones estándar, (m³ s/día)

D = Diámetro interno de la tubería, (mm)

P_b = Presión base, (kPa)

T_b = Temperatura base, K (273+°C)

Z = Factor de compresibilidad del gas, (adimensional)

T = Temperatura promedio del flujo de gas, K (273+o C)

P = Presión, (kPa)

Velocidad erosional

$$v_e = 1,22 * \frac{C}{\sqrt{\rho}}$$

v_e = Velocidad erosional de flujo, (m/s)

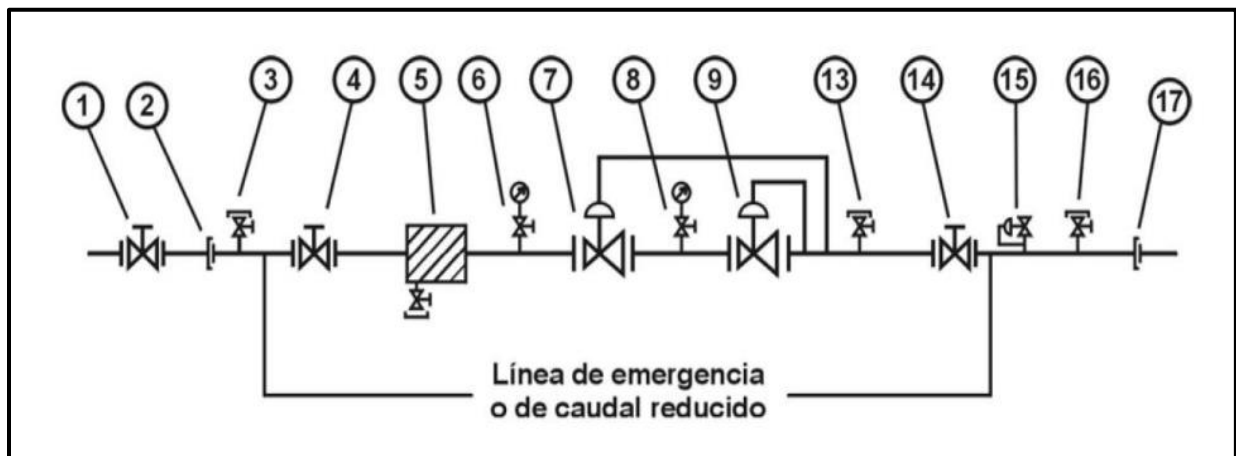
C = Constante empírica, 100 – 125, (adimensional)

ρ = Densidad del gas a temperatura de flujo, (kg/m³).

2.1.2.3 Tramos recomendados para Puente de regulación y medición

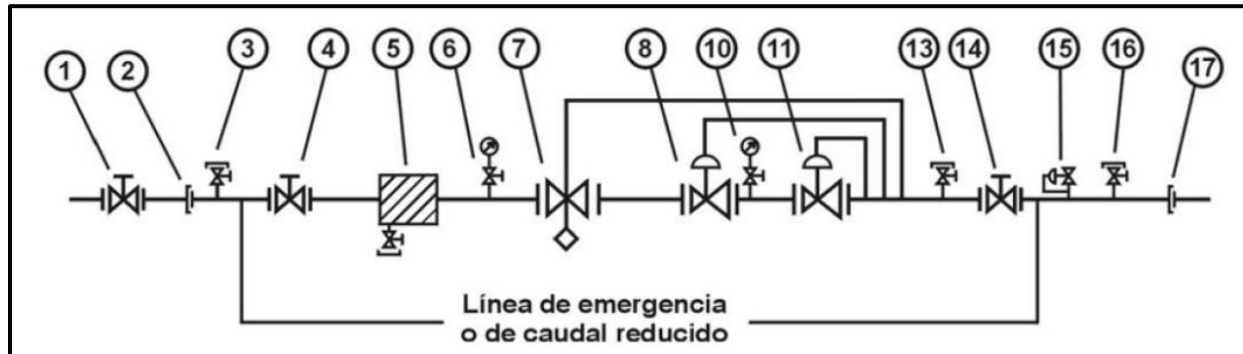
La norma recomienda diversos tipos de tramos recomendados para PRM. Los más importantes se muestran a continuación (Anexo VI Normas y recomendaciones para uso de gas natural en instalaciones industriales):

Figura 1: Esquema conexión de Ramas de regulación para presión de entrada menor a 10 bar



Fuente: Extraído de Anexo VI de ANH

Figura 2: Esquema de Ramas de regulación para presión de entrada mayor a 10 bar



Fuente: Extraído de Anexo VI de ANH

1. Válvula de bloqueo general
2. Junta aislante aguas arriba
3. Válvula de toma aguas arriba
4. Válvula de bloqueo
5. Filtro
6. Manómetro aguas arriba
7. Válvula de seguridad por bloqueo
8. Válvula de seguridad monitor
9. Válvula de seguridad monitor con bloqueo incorporado
10. Manómetro intermedio
11. Válvula reguladora principal
12. Válvula reguladora principal con seguridad monitor incorporado
13. Válvula de toma aguas abajo
14. Válvula de bloqueo aguas abajo
15. Válvula de alivio por venteo (opcional)
16. Válvula de toma general aguas abajo
17. Junta aislante aguas abajo

2.1.2.4 Diagnostico del Puente de regulación Actual

La fábrica de ladrillos Villarroel se encuentra ubicada en el municipio de Monteagudo, esta al ser la única fábrica de ladrillos y no tener competencia alguna tiene el deber de abastecer de este material a todas los municipios o comunidades aledañas, es por esto que se instaló un nuevo horno industrial de capacidad de 80.000 ladrillos en cada cocción, es por esto que la fábrica no puede tener paradas de mantenimiento del puente de regulación y medición de gas natural no programadas o de emergencia.

El sistema actual de regulación y medición de gas natural de la fábrica de ladrillos Villarroel consta de una única rama principal en la que se tiene una presión de entrada desde la acometida de la red primaria de 335 psia, al inicio del sistema se cuenta con una válvula de bola de bloqueo manual de 2 pulgadas, posteriormente consta de un filtro coalescente de gas con descarga de líquido en la parte inferior, seguido cuenta con un manómetro que registra una presión de 335psia, seguido se cuenta con la válvula de bloqueo de seguridad seguido el regulador monitor y la válvula reguladora principal que nos baja la presión a 58 psia, seguido el medidor rotativo de la marca Dresser 3M300 y el micro corrector electrónico de marca dresser. Seguido se cuenta con una válvula de alivio seteado a 78 Psi.

La línea de gas de 2" continua hasta un regulador de segunda de etapa aproximadamente a 200metros el cual este regulador disminuye la presión hasta 580 mbar el cual despacha por una tubería de 4 pulgadas a los 14 quemadores del horno industrial, el consumo de gas es de 360 m3 por hora de gas natural.

Como la zona es un lugar húmedo el puente de regulación presenta leve corrosión en algunos puntos de todo el puente de regulación y medición de gas

La confiabilidad del suministro de gas es aceptable, pero se ha observado que no se cuenta con una válvula shut off que funcione y que cualquier ocasión se produzca una falla se esperara una respuesta rápida de una persona en el sistema de medición que pueda cortar el flujo, o de mantenimientos no programados ocasionaría pérdidas económicas significativas.

Tabla 1: Registro Fotográfico del puente de regulación y medición actual

REGISTRO FOTOGRAFICO DEL PUENTE DE REGULACION Y MEDICION



VALVULA DE BLOQUEO MANUAL

ANSI 300

Marca: MGA



FILTRO COALESCENTE

CUERPO: 4"

BRIDADO: 2"



VALVULA DE PURGA DEL FILTRO

Marca: GENE BRE

Diámetro: 1/2



MANOMETRO DE ENTRADA

Marca: BADOTHERM

Presion de entrada: 335psi

REGISTRO FOTOGRAFICO DEL PUENTE DE REGULACION Y MEDICION



VALVULA DE SEGURIDAD SHUT OFF

Marca: EQA

Diámetro: 2"

SET: no esta en condiciones de bloquear



REGULADORES ACTIVO Y MONITOR

Diámetro: 1"

R. Activo set: 58 Psi

R. Monitor set: 63 Psi



MANOMETRO DE SALIDA

Marca: BADOTHERM

Presion de entrada: 58 Psi

Rango: 0-100 Psi



MEDIDOR ROTATIVO

Marca: DRESSER 3M300

Presion máxima: 300 Psi

Caudal max: 85 m³/h

REGISTRO FOTOGRAFICO DEL PUENTE DE REGULACION Y MEDICION



MICRO CORRECTOR

Marca: DRESSER



VALVULA DE ALIVIO

Seteado: 75 Psi



VALVULA DE BLOQUEO MANUAL

ANSI 150

Marca: MGA

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de la fabrica

Se hizo una descripción detallada de cada equipó con el que cuenta el puente de regulación y medición de gas natural.

2.1.2.4.1 Ubicación Geográfica de la Ladrillaría Villarroel

La ladrillaría Villarroel se encuentra ubicada en el departamento de Chuquisaca, en el municipio de Monteagudo.

Figura 3: *Ubicación Geográfica de la Ladrillaría Villarroel*



Fuente: Extraído de Google Maps

Las coordenadas en las que se encuentra ubicada la ladrillera Villarroel son: 19°48'40.5"S y 63°57'09.8"W, en cuanto al ambiente es una zona con una media de calor de 35°C y presenta una humedad media.

2.1.2.4.2 Estado actual del puente de regulación y medición ladrillaría Villarroel

El estado actual del puente de regulación y medición de gas, es difícilmente aceptable debido a que se evidencia que no se le realizó un mantenimiento a los equipos, presentan equipos que no están diseñados para la presión nueva de operación, se observa también distintos puntos de corrosión en los equipos y también en la tubería, el Filtro no se encuentra debidamente sellado si bien cumple su función, necesita un mantenimiento para funcionar correctamente cumpliendo la normativa.

Figura 4: *Puente de regulación y medición de gas actual*



Fuente: Fotografía tomada en la fabrica

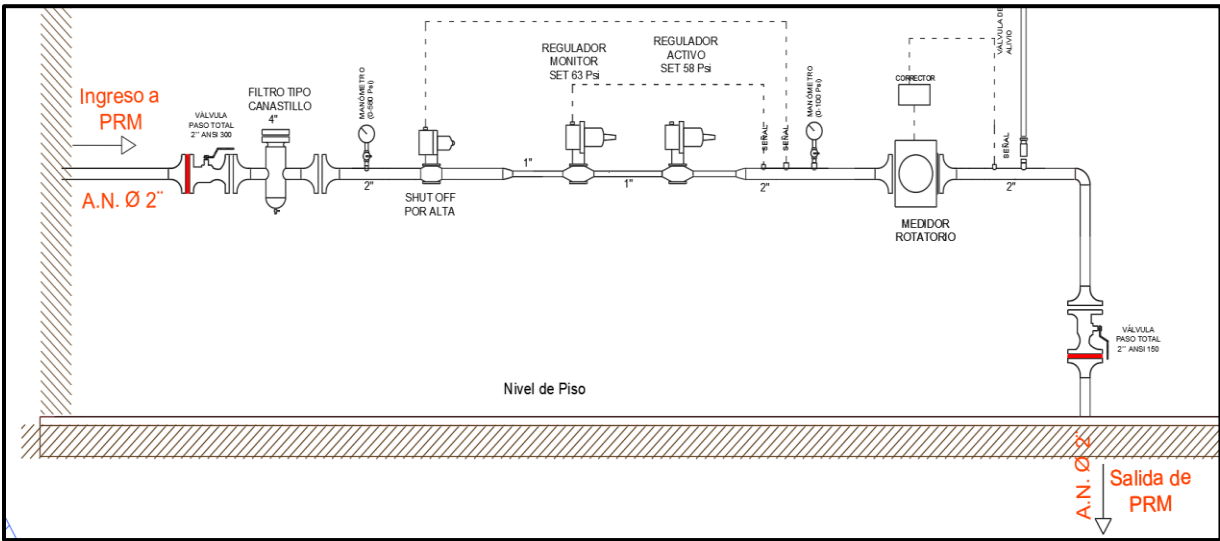
También se puede observar que la caseta del puente de regulación y medición si cuenta con la respectiva entrada de aire, no cuenta con un alumbrado eléctrico o algún tipo de cableado que pueda generar alguna chispa.

2.2 INFORMACION Y DATOS OBTENIDOS

2.2.1 Plano de vista de lado

Se elaboro un plano general de vista de lado del puente de regulación actual tomando en cuenta las dimensiones, los equipos que se encuentran y a que presion están seteados, también se implementó el lugar donde se deriva el flujo para las respectivas señales que necesita el regulador monitor que cumple la función de regular la presion cuando el regulador activo deje de funcionar, así también la señal que requiere la válvula de seguridad (shut off), que en cuanto el regulador monitor tenga falla este se active instantáneamente cuando reciba la señal a la presion que ha sido seteada para realizar el corte de flujo

Figura 5: Plano de vista de lado del puente de Regulación y medición



Fuente: Elaboración Propia en AutoCAD

Si bien en el plano no cuenta con medidas, se representa todos los equipos con los que se encuentra actualmente y tal como están instalados, a continuación, se indican los equipos.

Tabla 2: Equipos instalados

EQUIPOS INSTALADOS

- Válvula de bloqueo general
- Junta aislante
- Filtro tipo canastillo
- Manómetro de 0-580 psi
- Válvula de seguridad por bloqueo (shut off) 1"
- Regulador monitor (1") seteado a 63psi
- Regulador activo seteado (1") a 58 psi
- Manómetro de 0-100
- Medidor rotativo
- Corrector electrónico
- Válvula de alivio 1"
- Válvula tipo esférico de bloqueo manual
- Válvula Aguja ¾

Fuente: Elaboración propia

2.2.2 Selección de los equipos necesarios para la implementación del puente de regulación y medición de gas natural con rama Stand By

2.2.2.1 Condiciones de Operación

1.- La capacidad de suministro de Caudal del puente de regulación y medición de gas es de $360 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$, capacidad que esta establecida por el requerimiento del horno industrial que cuenta con 14 quemadores, según consumo estimado.

Tabla 3: *Condiciones de Operación*

DETALLE	PRESION
Presion de entrada	335 PSI
Presion de salida	4bar(58psi)
Caudal de diseño	360 m3/dia
Velocidad del gas	13.63 m/s

Fuente: Extraído de la fabrica

2.- Las condiciones de operación del PRM que cumplirán con todos los requisitos de operación y seguridad según normativa vigente. Además, estará equipado con un sistema de Seguridad de Corte por Alta Presión (Shut off). También contará con todos los sistemas de seguridad como protección por válvulas de alivio y válvula de venteo.

- El puente de regulación y medición, contara con una línea primaria de regulación y se implementara una línea secundaria de regulación (Stand By), para garantizar el flujo continuo de gas natural a la ladrillera.
- La regulación del flujo estará regulada de 335 psi a 58 psi, por los reguladores primarios (Regulador Monitor y Regulador Activo), para luego pasar por el contador de flujo o Medidor rotativo con su respectivo corrector, después de este punto de regulación el flujo se dirige a la red interna del sistema

3.- Como una primera propuesta de implementación de stand by se contará con un filtro tipo canastillo de 2” de la rama principal, posterior a este equipo se derivará la línea de reserva (Stand By) que contará con una válvula de seguridad Shut off y un regulador Activo y la línea volverá a conectar a la línea principal

4.- Como una segunda propuesta de implementación se diseñó tal que los equipos de la rama principal también se encontraran en la rama Stand By, considerando una mejor confiabilidad de suministro de gas.

5.- El Puente de regulación y medición de gas cuenta con un medidor rotatorio y su respectivo corrector

A continuación, se detalla las presiones seteadas en cada equipo del PRM tomando en cuenta las dos propuestas.

Tabla 4: *Seteado de equipos*

EQUIPO	PRESIÓN SETEADA
Shut Off línea principal PRM	64 Psi
Regulador Monitor	61 Psi
Regulador activo	58 Psi
Regulador tramo Stand By	58 Psi
Shut Off línea Stand By	64 Psi
Válvula de alivio PRM	70 Psi

Fuente: Elaboración propia con datos
extraídos de la Fabrica

Cada equipo será seteado con su respectivo rango según se indica en el Anexo VI de la Agencia Nacional de Hidrocarburos.

2.2.2.2 Selección de los equipos

2.2.2.2.1 Selección de Filtro

Un filtro tipo Canastillo estará instalado al ingreso del puente de regulación y medición.

Los filtros son manufacturados acorde a los requerimientos necesarios. El detalle de las características técnicas que el filtro debería tener, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5: *Especificaciones Filtro*

HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL FILTRO			
Clase: ANSI 300	Tipo: Canastillo	Tipo de conexión: Bridada 2"	
Presion máxima admisible (psi)	725	Material	Acero al Carbono ASTM A216 WCB
Presion de operación (psi)	335	Temperatura máxima admisible (C)	450
Temperatura de operación (C)	35	Espesor de la pared (in)	0.154
Cuerpo (in)	4	Prueba Hidráulica (psi)	Norma ASME B31.4
Elemento filtrante	≥ 5micrones	Soldadura	API 1104
		Válvula de purga (in)	1/2"

Fuente: Extraído de Catalogo de Filtro

En la fabricación del filtro se debe cumplir la normativa, tanto en la selección de la tubería, como el proceso y procedimiento de soldadura, contar con la respectiva fabricación con los requerimientos necesarios y pasar por las pruebas correspondientes.

2.2.2.2.2 Válvula de purga del filtro

La Válvula de Purga ya instalada en la parte inferior del Filtro, es una válvula de tripartida de la marca Genebre.

Tabla 6: *Especificaciones Válvula de Purga*

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE LA PURGA			
Marca: Genebre	Material: Ext. Acero inoxidable		Conexión: roscada ½ “
Presion (Psi)	2000	Paso	Total
Cuerpo	ASTM A 105		

Fuente: Catalogo de Válvulas Genebre (Anexo 4)

Tal como ya se cuenta con una válvula y esta en optimas condiciones para abrir y cerrar, no se hizo una selección, pero se indica las especificaciones técnicas del mismo.

2.2.2.2.3 Válvula Aguja

Se seleccionará la válvula aguja según las condiciones de diseño, en cual se conectada con los manómetros

Tabla 7: *Especificaciones Válvula aguja*

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE LA VÁLVULA AGUJA			
Marca: GENEBRE	Material: Ext. Acero inoxidable		Conexión: roscada ½ “
Presion (Psig)	6000	Modelo	VA150M
Asiento	PTFE		

Fuente: Catalogo de Válvulas Genebre (Anexo 5)

Este tipo de válvula es primordial para ser instalada con cualquier tipo de manómetro en cualquier punto del puente de regulación y medición que lo requiera.

2.2.2.2.4 Selección de Reguladores en el Puente de regulación y medición

El sistema de regulación se realizará de 335 Psi a 58 Psi. Para la determinación del tipo de regulador se deben utilizar las especificaciones técnicas de los fabricantes de los equipos.

El primer parámetro a ser utilizado es la presión de entrada igual a 335 Psi.

El segundo parámetro a ser utilizado es la presión de regulación igual a 58 Psi. Con esta información se pudo obtener un regulador de cuerpo de diámetro de 1", con un caudal máximo de 2700 m³/h. dicha capacidad se obtuvo de la tabla del catálogo del regulador EQA 630 el cual cumple los requerimientos de condiciones

Tabla 8: Especificaciones Regulador de Presión

HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL REGULADOR PRESION			
Clase: Diafragma 2 ½	Tipo: Auto operado		Tipo de conexión: 1" hembraNPT
Caudal a condiciones normales (Nm³/d)	360	Material	Acero al Carbono
Presión de entrada	335	Presión Regulada/salida (Psi)	58
Temperatura de diseño (F)	60	Temperatura de operación (C)	-20 a 60
Presión de entrada máxima Psi	1522.9	Rango de regulación (Psi)	21.7 a 203

Fuente: Catálogo EQA (Anexo 2)

Se selecciono un regulador que cumple con los requerimientos de presión máxima de entrada de 1522.9 Psi y un rango de regulación de 21.7 a 203 Psi, que será instalado en ambas ramas del puente de regulación y medición de gas. El regulador monitor será del mismo tipo, pero este contará con su conexión de señal de recepción.

2.2.2.2.5 Selección de Válvula de seguridad (Shut Off)

La selección de la válvula de bloqueo de seguridad será por alta esta selección se aplicará tanto a la línea principal de regulación y la línea del Stand By del puente de regulación y medición de gas, las características de la selección se detallan como sigue:

Tabla 9: Especificaciones Válvula de Seguridad (Shut off)

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE LA VÁLVULA SHUT OFF			
Modelo: EQA B25	Tipo: Auto operado		Tipo de conexión: 1” BSP
Bloqueo por alta presion	si	Material	Acero al Carbono
Presion de Bloqueo (Psi)	64	Bloqueo por baja presion	si
Presion máxima de trabajo (bar)	36	Presion mínima de bloqueo (bar)	0.02

Fuente: Catalogo de Reguladores EQA (Anexo 3)

La válvula de bloqueo (Shut off) seleccionada contara con respectiva señal para su accionamiento en el instante que exista una subida brusca de presion

2.2.2.2.6 Válvula de Alivio

Haciendo el uso de catálogos de Válvulas de Alivio. El detalle de las características técnicas de la válvula de alivio seleccionada se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 10: Especificaciones Válvula de Alivio

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULA DE ALIVIO			
Clase: VAR	Tipo: ASME/ANSI B1.20.1		Tipo de conexión:
Orificio	6.5 mm	Material	Roscada 1”NPT Acero inoxidable ±10% del set
Presion de cierre ($\geq 80\%$ del set)	104.4 Psi	Precisión	

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE VÁLVULA DE ALIVIO			
Presion de operación (Psi)	70	Presion Max. De servicio (Psi)	304

Fuente: Extraído de Catalogo de Válvulas de Alivio (Anexo 6)

La Válvula de Alivio es una válvula de seguridad que será instalada después del medidor que será seteado a 104 Psi para su apertura

2.2.2.2.7 Características técnicas Medidor Dresser 3M300

Tomando en cuenta que el caudal máximo demandado es 360 m3/día y se ya se cuenta con un medidor de tipo desplazamiento positivo (lóbulos rotativos) que cumple con lo especificado en la norma AGA 8 de clase ANSI 300. Las características del medidor se encuentran en el catálogo correspondiente en la sección de catálogos del presente proyecto.

A continuación, se realizará el cálculo para determinar la capacidad del medidor que será necesario adquirir tomando en cuenta que el caudal máximo a manejar es de 360 m3/día.

Como primer paso se determina el caudal estándar de un valor de capacidad de un medidor que tiene, en este caso un medidor 3M300 que tiene una capacidad de 85 m3/h. tal como muestra la imagen siguiente sacada del catálogo del medidor tipo DRESSER:

$$Q_s = Q_f * \left(\frac{P_{abs} * T_s}{P_s * T_{abs}} \right)$$

Donde:

Q_s= caudal en condiciones estándar (m3/h)

Q_f= caudal de trabajo (m3/h)

P_{abs}= presión absoluta (Bar)

P_s= presión estándar (Bar)

T_s= temperatura estándar (Kelvin)

T_{abs}= temperatura absoluta (Kelvin)

De la ecuación se tiene 52.5026 m3/h en condiciones estándar para la capacidad de un medidor 3M300.

Prosiguiendo, se determina la capacidad útil del medidor con la siguiente ecuación:

$$Cap.Util = \frac{Cap.Req.* 100}{Cap.Real}$$

La capacidad útil del medidor determinada es de 61%. Con este valor se determina que el medidor seleccionado esta entre los rangos de capacidad que un medidor debe de trabajar, estos rangos son de 15% hasta el 85%.

Tabla 11: Especificaciones Medidor de Gas

HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL MEDIDOR DE GAS			
Clase: ANSI 300	Tipo: 3M300	Tipo de conexión:	
		Bridada 2"	
Presion máxima admisible (psi)	300	Material	Acero Inoxidable
Caudal a cond. Normal (m3/h)	52.5026	Capacidad Máxima (Nm3/h)	85
Presion de entrada (Psi)	58	Presion de salida/regulada (Psi)	58
Temperatura de operación (°F)	35	Temperatura de diseño (°F)	-40 a 140

Fuente: Extraído Catalogo Medidores Dresser (Anexo 1)

Si bien ya se cuenta con un medidor, se comprobó que la misma pueda trabajar con las condiciones actuales y no trabaje en su máxima capacidad.

2.2.2.2.8 Selección de manómetros

Aparte de los manómetros con los que se cuenta, seleccionamos manómetros nuevos que faltarían.

Se selecciona manómetros de presión con glicerina que serán seleccionadas de acuerdo en la entrada y después de la regulación, tendrá las siguientes especificaciones.

Tabla 12: *Especificaciones de Manómetros*

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE MANÓMETRO DE ENTRADA			
Clase: NPT Standard	Tipo: Norma API A 51 65		Tipo de conexión:
			Roscada 1/2"
Rango de presión de operación (psi)	0-580	Material	Acero inoxidable
Dial (in)	4"	Lente	polycarbonato
Presión de operación (Psi)	350	Temperatura de diseño (F)	60
HOJA DE ESPECIFICACIONES DE MANÓMETRO DE SALIDA			
Clase: NPT Standard	Tipo: Norma API A 51 65		Tipo de conexión:
			Roscada 1/2"
Rango de presión de operación (psi)	0-100	Material	Acero inoxidable
Dial (in)	4"	Lente	polycarbonato
Presión de operación (Psi)	58	Temperatura de diseño (F)	60

Fuente: Extraído de catalogo de Manómetros Genebre (Anexo 7)

Si bien ya se cuenta con los manómetros se detalla sus especificaciones técnicas con las que cuenta cada una de estas.

2.2.2.2.9 Selección de brida

La Selección de bridas se realiza de acuerdo a lo que indica en la norma el cual se mencionó anteriormente. El detalle de las características técnicas de las válvulas Aguja se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 13: Especificaciones Bridas

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE BRIDAS			
Clase: ANSI 300 /150	Tipo: ASME B16.5 ASTM A 105 A216		Tipo de conexión: Bridada 2" con cuello
ANSI 300		ANSI 150	
N° de agujeros	8	N° de agujeros	4

Fuente: Catalogo Brindas ANSI 300/150 (Anexo 8)

Se seleccionaron bridas ANSI 300 con cuello para ser instalados en alta presión y las bridas ANSI 150 para bajas presiones.

2.2.2.2.10 Selección de espárragos y/o prisioneros

El material del espárrago será de acero ferrílico al cromo molibdeno, designación ASTM A 193 grado B 7.

El material de la tuerca será de acero ferrítico al carbono, designación ASTM A 194 grado 2 H.

El largo de los mismos se ajustará a lo indicado por la norma ANSI B 16.5. Las tuercas se ajustarán a lo indicado por la norma ANSI B 18.2

2.2.2.2.11 Selección de junta dieléctrica

Se debe seleccionar empaquetaduras de igual clase que las bridas

Se selecciona una junta dieléctrica a la entrada y salida para proteger los equipos que conforman el PRM de la corriente de protección catódica de la Red de distribución. Dichas juntas tendrán las siguientes características:

- A la entrada del puente de regulación y medición de gas se instalará una junta aislante dieléctrica monolítica entre bridas, de marca FLEXSEAL de 2" ANSI 300
- A la salida del puente de regulación y medición de gas se instalará una junta aislante dieléctrica monolítica entre bridas de marca FLEXSEAL de 2" ANSI 150

2.2.2.2.12 Selección de Thredolets

Se selecciona con las siguientes características:

La conexión a la tubería será mediante soldadura API 1104 y las conexiones roscadas serán de ½ y 1“ clase 3000, SCH40

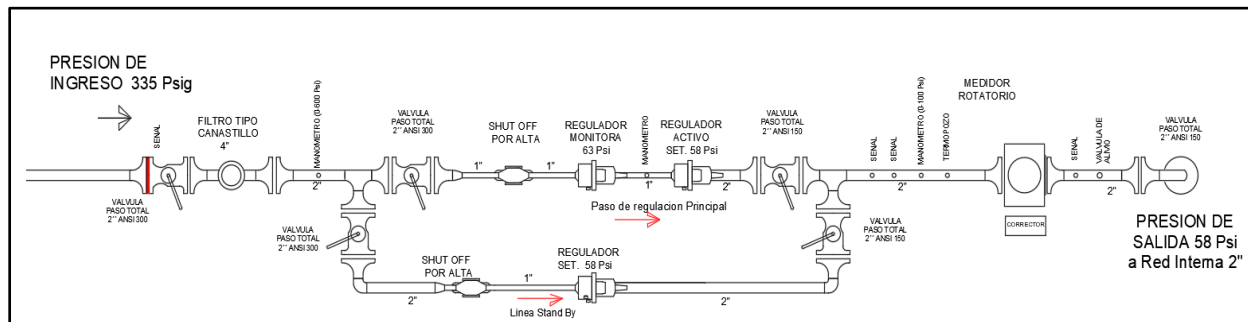
2.2.2.2.13 Selección de codos y tee's

Se utilizará accesorios ASTM A 106/ ASTM A234 Grado WPB SCH40

2.2.3 Propuestas de diseño básico del Puente de regulación y medición de gas natural con Stand By aplicando la normativa vigente

2.2.3.1 Primera propuesta de diseño básico con implementación de rama Stand By

Figura 6: Primera propuesta de diseño



Fuente: Elaboración Propia en AutoCAD (Anexo 10)

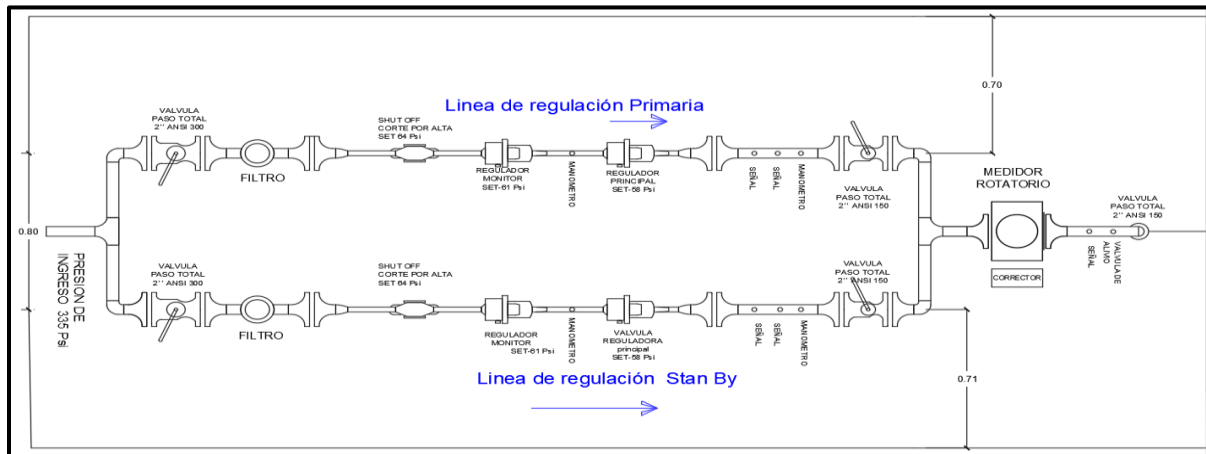
Como primera propuesta tenemos:

- Para rama la principal se reducirá el diámetro de la válvula de seguridad Shut off que será seteado a 64 Psi.
- Se introducirá la rama Stand by entre el filtro tipo canastillo y la válvula esférica de bloqueo manual ANSI 300 de la rama principal tal como se muestra en la figura.
- Tomando en cuenta un menor presupuesto para la implementación tendríamos una válvula de bloqueo manual tipo esférico seguido de una válvula de bloqueo shut off seteado a una presión de 64 Psi

- Como siguiente equipo tendremos un solo regulador que regulara la presion de 350 psi a 58 Psi
- Se implementará una válvula de bloqueo manual ANSI 150 después del regulador
- Se conectará la rama de salida del Stand By después de la primera Válvula ANSI 150 de la rama principal. Tal como se muestra en la figura.
- El diámetro de la tubería depende de los reguladores y válvula shut off seleccionador que son de 1”

2.2.3.2 Segunda propuesta de diseño básico con implementación de rama Stand By

Figura 7: Segunda Propuesta de Diseño



Fuente: Elaboración Propia en AutoCAD (Anexo10)

- Para esta propuesta tenemos un diseño más completo, sin considerar el costo, y considerando las condiciones actuales de longitud, puntos de entrada y salida de la tubería
- Se considero tomando la cuenta las distancias entre las paredes de la cámara para que se tenga suficiente distancia para tener acceso a cualquier punto del puente de regulación y medición.
- Se dividió la línea de entrada en dos corrientes para una línea principal y la rama Stand By
- Los equipos utilizados para la rama Stand By, se selecciono tomando en cuenta los diseños y características de los equipos de catálogos.
- Válvulas de bloqueo manual de 2” al inicio de cada línea ANSI 300, para dar paso al suministro de gas para mantenimiento de la rama principal

- Se implementa un nuevo filtro tipo canastillo considerando las especificaciones de diseño, cuenta en la parte inferior con una válvula de purga de líquidos
- se implementa los reguladores monitor y regulador principal, seteados a 58 y 61 Psi respectivamente, teniendo diámetros de 1" con conexión hembra NPT.
- Finalmente se agrega una válvula de bloqueo manual para cortar el flujo en cual instante y se une las dos ramas principal y stand by continuando la salida al Medidor.
- Se tendrá como válvulas de seguridad una válvula de alivio seteados a 70 Psi

2.3 ANALISIS Y DISCUSION

La selección de los materiales y equipos se los realizo cumpliendo todos los parámetros y normativas respectivas.

Tabla 12: *Lista de Materiales*

ITEM	DESCRIPCION
1	Válvula de bloqueo 2" ANSI 300
2	Válvula de bloqueo 2" ANSI 150
3	Válvula aguja ½ NPT
4	Regulador monitor 1" NPT
5	Regulador activo 1" NPT
6	Brida cuello ANSI 300, 2"
7	Brida cuello ANSI 150, 2"
8	Codo de 90°, SCH 40, 2"
9	Filtro tipo canastillo, bridado ANSI 300 DE 2" X 4"
10	Medidor de lóbulos rotativos
12	Manómetro de 0-600 Psi
13	Manómetro de 0-100 Psi
14	Válvula de alivio
15	Válvula Shut off

ITEM	DESCRIPCION
16	Corrector electrónico
17	Espárragos con dos tuercas
18	Empaquetadura aislante dielectrica ANSI 300, 2"
19	Empaquetadura aislante dielectrica ANSI 150, 2"
20	Empaquetadura metálica espiralada ANSI 300 ,2"
21	Empaquetadura metálica espiralada ANSI 300, 2"
22	Tee de 2"

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la investigación indican que los diseños propuestos para el puente de regulación y medición de gas en la fábrica de ladrillos Villarroel son viables y tiene el potencial de mejorar la confiabilidad y la eficiencia de la operación de la fábrica.

Los pros del rediseño propuesto incluyen:

- La adición de una rama de reserva (stand by) que proporcionará redundancia en caso de falla de la rama principal.
- La mejora de la confiabilidad de la operación de la fábrica al reducir el riesgo de interrupción del suministro de gas.
- La implementación del diseño propuesto evitara pérdidas económicas significativas.

CAPITULO III: CONCLUSIONES

- Se realizo un diagnóstico de las condiciones actuales y equipos con los que cuenta el puente de regulación y medición de gas, siendo así los equipos de la sola línea principal con los que cuenta, válvulas de bloqueo manual, filtro tipo canastillo con válvula de purga, regulador monitor y regulador activo, manómetros, un medidor de la marca Dresser, válvulas de alivio, válvula de purga, se evidencio el no funcionamiento de la válvula de seguridad shut off y el regulador activo debido a que las condiciones de diseño son menores a las de operación.
- Se cumplió con el segundo objetivo haciendo un estudio de las normas aplicables a cada equipo del puente de regulación y medición de gas, para así asegurar que se cumpla todas las normas y requerimientos para el rediseño del puente de regulación y medición.
- Se determino las especificaciones técnicas de cada equipo del puente de regulación y medición y se determinó los equipos que se implementaría en la rama Stand By considerando las condiciones de entrada que son a una presión 335 psi y una presión de salida de 58 psi, siendo así los equipos implementados, un filtro tipo canastillo, un regulador monitor y regulador activo, una válvula de bloqueo manual. Tomando en cuenta las normativas y especificaciones técnicas según catálogos obtenidos.
- Como ultimo objetivo se propuso dos diseños básicos de puente de regulación y medición de gas, teniendo así un primer diseño considerando un bajo presupuesto y cumpliendo todas las normativas de diseño, implementando así un solo regulador activo y una válvula de bloqueo shut off, derivando la rama Stand By de pues del filtro. Para la segunda propuesta de diseño de puente de regulación y medición de gas se propuso dividir de la rama de entrada de tubería en dos ramas, una rama principal y otra rama Stand By. El cual como ya se cuenta con equipos de rama principal se implementaría en la Rama Stand By, una válvula de bloqueo manual ANSI 300 al inicio de la rama, un filtro tipo canastillo de 5 micrones de 2" de diámetro, una válvula de bloqueo shut off de 1" de conexión hembra NPT tomando en cuenta el catálogo de fabricante seteado a 64 Psi, un regulador monitor de 1" que sería seteada a 61 Psi y un regulador Activo seteado a 58 psi y finalmente una válvula de bloqueo manual ANSI 150 de 2". Terminando con la unión de las dos ramas en un punto en el cual se encuentra le medidor rotativo. Se considero las normativas aplicables a cada equipo para

su diseño. También así se consideró el espacio con el que se cuenta la caseta de puente de regulación y medición para así tener un acceso libre en cualquier punto del puente de regulación y medición.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Al-Saadi, E. M. (2019). Evaluación de seguridad de una estación de medición de gas natural. *Process Safety Progress*.
- ANH. (2019). *Anexo VI Instalaciones industriales de gas natural*.
- CONSULTING, I. (FEBRERO de 2013). Obtenido de <https://www.scribd.com/document/423955969/Ladrillo-en-Bolivia-PDF>
- Departamento de Planificación y Evaluación Institucional. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca. (2021). *Directrices Específicas y Operativas de Formulación del POA. Cronograma de Formulación. Objetivos de Gestión Institucionales, Específicos, Catálogo Básico de Indicadores*. Obtenido de <https://usfx.bo/>
- Dirección de Planificación. Ministerio de Economía y Finanzas Bolivia. (2020). *Formulación del POA*. Obtenido de https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=0CAIQw7AJahcKEwjoiZWz77_AhUAAAAAHQAAAAAQAw&url=https%3A%2F%2F repositorio.economiayfinanzas.gob.bo%2Fdocumentos%2FDGPLA%2FTutorial%2520de%2520 Formulaci%25C3%25B3n%2520del%2520POA_Transcrip
- M. A. Ali, A. A. Al-Ameri y A. M. Al-Saadi. (2022). Rediseñando una estación de medición de gas natural para mejorar el rendimiento y la seguridad. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2023). *Clasificadores Presupuestarios Gestión 2023*. Obtenido de https://repositorio.economiayfinanzas.gob.bo/documentos/VPCF/DGPGP/2023/Clasificadores_Presupuestarios_Gestion_2023.pdf
- NATREB. (2023). Obtenido de <https://natreb.com/produutos/forno-metalico-movel-ntf/?lang=es>
- Ortega, C. (2023). *Método analítico: Qué es, para qué sirve y cómo realizarlo*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/metodo-analitico/>

- Ortiz Limón, M. (2023). *INFORME DE RENDICION DE CUENTAS DE LA GESTION 2022 DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA*. Sucre.
- Ramírez Martínez, I. F. (2013). *APUNTES DE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. Un Enfoque Crítico*. Sucre: Servicios Gráficos PRISMA - 6465261. Obtenido de https://usfx.bo/Documentos/RepositorioLibros/APUNTES_DE_METODOLOGIA_DE_LA_INV.pdf
- Reyes Martinez, I., Cadena Martínez, L., & De León Vázquez, I. (s.f.). *La importancia del análisis de los estados financieros en la toma de decisiones*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tlahuelilpan/n4/e2.html>
- Sánchez Ruiz, E. E. (1991). *Apuntes sobre una metodología histórico-estructural (con énfasis en el análisis de medios de difusión)*. Obtenido de <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/2613>
- Saqueiros, M. (2015). *Descripcion de PRM's*.
- SUBIA, D. E. (JUNIO de 2013). Obtenido de <https://www.scribd.com/document/240976322/Innovacion-Para-La-Produccion-de-Ladrillos-122>

ANEXOS

Anexo 1: Catalogo de Medidor Dresser

 ROOTS® Meters & Instruments DATA SHEET			
Series B3 ROOTS® Meter 3M300 High Pressure Rotary Meter			
	UNITS	Imperial	UNITS Metric
Temperature Range	deg. F	-40 to +140	deg. C -40 to +60
Base Rating (Q Max.)	acfh	3000	m ³ /h 85,0
Max. Operating Pressure (MAOP)	psig	300	kPa 2065
Leak Test (125% MAOP)	psig	375	kPa 2575
Static Test (2 x MAOP)	psig	600	kPa 4130
Rangeability +/- 1%	ratio	50:1	ratio 50:1
Rangeability +/- 2%	ratio	84:1	ratio 84:1
Start Rate	cfh	2.1	m ³ /h 0,0595
Stop Rate	cfh	1.8	m ³ /h 0,0510
Flow Rate @ 0.5" w.c., Gas	cfh	2580	m ³ /h 73,1
Avg. Differential, 100% Flow	in. w.c.	1	mbar 2,5
Max. Pressurization Rate	psig/sec	5	kPa/sec 35
Max. Operating Speed	rpm	2000	rpm 2000
Gear Ratio	ratio	400:1	ratio 141,1764:1
Displaced Volume/Revolution	cf	0.025	m ³ 0,000708
Drive Rate, CD	cf/rev	10	m ³ /rev 0,1
Min. Odometer Reading	cf	0.2	m ³ 0,002
Odometer Turnover	yrs.	3.81	yrs. 1,34
Nominal Pipe Size	in.	2	mm 50,8
Flange-to-Flange	in.	6-3/4	mm 172
Flange Connection	ANSI	300#FF	ANSI 300#FF
Bolts per Flange	qty.	8	qty. 8
Bolt Size ¹	in.	5/8 - 11	in. 5/8 - 11
Flange Bolt Hole Depth	in.	15/16	mm 23,8
Bolt Torque: Lubricated/Non-Lub.	ft.-lb.	80	N-m 108
Restricting Orifice (100%)	in.	31/64	mm 12,303
Oil Capacity – Side Inlet	oz.	1.25	ml 37
Oil Capacity – Top Inlet	oz.	7.6	ml 225
Counter Version (CTR) ²			
Net Weight	lbs.	29	kg 13,2
Shipping Weight	lbs.	31	kg 14,1
Carton Size	in.	26 x 15 x 16	cm 66 x 38 x 40
Counter with Instrument Drive (CD) ²			
Net Weight	lbs.	31	kg 14,1
Shipping Weight	lbs.	34	kg 15,4
Carton Size	in.	26 x 15 x 16	cm 66 x 38 x 40

NOTES:

¹ Bolt Length varies by application.

² Weights and dimensions available for CPS upon request.

Fuente: Extraído de Página oficial Dresser

Anexo 2: Catalogo de Especificaciones reguladores

Los reguladores EQA 630 fueron diseñados para soportar presiones de entrada de hasta 105 bar, pudiendo regular a presiones de salida, desde 0,21 bar a 4 bar para los que tienen diafragma de 5", y de 1,5 bar a 14 bar para los que tienen diafragma de 2½".

El caudal máximo que puede entregar este regulador (según las presiones de entrada y salida) para gas natural densidad 0,6 es de 2700 Nm³/h y para gas licuado densidad 1,5 es de 200 Nm³/h con la mínima presión de tanque.

Las conexiones a la cañería se efectúan por medio de roscas hembras de 1" o 2" BSP o NPT (a pedido), pudiendo conectarse indistintamente en cañerías verticales u horizontales, con el sentido de flujo a uno u otro lado.

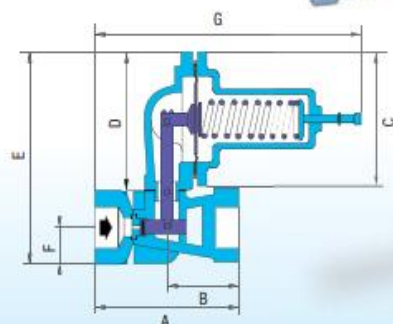
DATOS TECNICOS

Conexiones:	Roscado 1" o 2" BSP o NPT
Temperatura de operación:	-20°C a 60°C
Peso aproximado:	14,6 Kg a 17,5 Kg

MATERIALES

CUERPO PRINCIPAL:	Fundición nodular ó Acero al Carbono
INTERNOS:	Latón (opcional inox.)
DIAFRAGMA:	Acrilo Nitrilo
OBTURADOR:	Acrilo Nitrilo o teflón

DIMENSIONES GENERALES en mm.



Ø Conexión	Diaf	A	B	C	D	E	F	G
1"	5"	190	103	182	184	283	50.5	340
1"	2½"	190	103	118	123	221	50.5	355
2"	5"	207	103	182	184	283	50.5	355
2"	2½"	207	103	118	123	221	50.5	375



Regulador de Presión

EQA 630

Fuente: Extraído de catálogos EQA

Anexo 3: Catálogo Válvula de Bloqueo (Shut off)

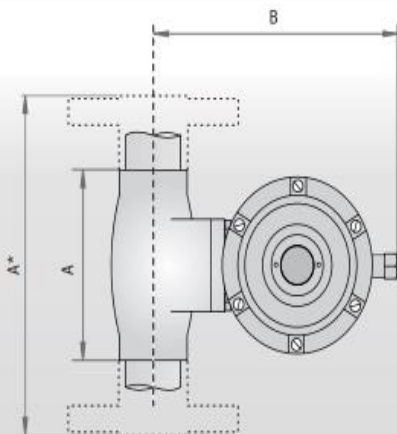
Estas válvulas han sido diseñadas con el fin de monitorear la presión entregada por un regulador de presión, y si ésta aumenta o disminuye (mod. 17AB) respecto al valor prefijado, activan un mecanismo interno que interrumpe el paso de gas. Para restablecer el servicio hay que actuar sobre el mecanismo manualmente, es decir, no son auto-reseteables. Esto obliga al operador a observar el problema que causó la interrupción.

Se instalan aguas arriba del/los reguladores, con una conexión externa aguas abajo del mismo (ver esquemas).

Pueden ser utilizadas tanto para gas natural como para GLP y en cada caso se elige la presión de bloqueo que exija la norma correspondiente colocando el resorte adecuado.

Es muy importante en la instalación de estos equipos colocar válvulas esféricas aguas arriba (entrada) y aguas abajo (salida) del/los reguladores (ver esquema) ya que es necesario cerrarlas para la operación de reseteo.

DIMENSIONES GENERALES



Modelos	B17/27/17AB		B25	
	A	B	A	B
¾" y 1"	117	185	117	195
1½" y 2"	160	185	160	195
1" Bridado S300			197*	195
2" Bridado S300			267*	195



Válvulas de Bloqueo

EQA 17/25/27

Fuente: Extraído de catálogos EQA

Anexo 4: Catalogo de Válvula 3 cuerpos para filtro

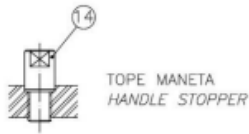


Edificio Genebre. Av. de Joan Carles I, 46-48
08908 L'Hospitalet de Llobregat. Barcelona (Spain)
genebre@genebre.es - www.genebre.es

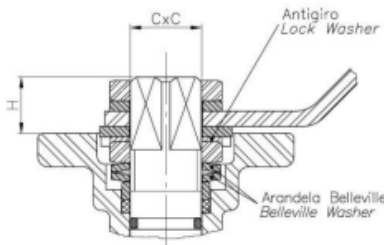
Nº	Denominación / Name	Material	Acabado Superficial / Surface Treatment	Cód. Recambio Spare Part Code
17	Arandela Grover / Grover washer	Acero Inox. / Stainless Steel AISI 304	-----	-----
18	Maneta / Handle	Acero Inox. / Stainless Steel AISI 304	-----	-----
19	Funda / Handle Sleeve	Vinilo / Vinyl	-----	-----
20	Antigiro / Lock Washer	Acero Inox. / Stainless Steel AISI 304	-----	-----

* Piezas de recambio disponibles / Available spare parts

Únicamente en medidas de 2 ½" a 4" / For 2 ½" – 4" Sizes Only



Detalle de la zona de Eje / Stem detail



Antigiro / Lock Washer: Previene el desajuste de la tuerca del eje en elevados ciclos de maniobra / Prevents unthreading of stem nut in high cycle automation applications.

Arandela Belleville / Belleville Washer: Las arandelas belleville proporcionan una carga constante sobre el prensa asegurando un cierre firme en variaciones de condiciones de trabajo. / Standard belleville washers provide constant "live load" on the stem seals, assuring a tight seal even varying service parameters.

DIMENSIONES GENERALES / GENERAL DIMENSIONS

Ref	Medida / Size	PN	Paso / Port	Dimensiones / Dimensions (mm)				Peso / Weight (Kg)
				A	L	M	T	
2025 02	1/4"	63	11	60	47.6	112	23	0.390
2025 03	3/8"	63	12.7	60	47.6	112	23	0.380
2025 04	1/2"	63	15	60	56	112	24	0.440
2025 05	3/4"	63	20	70	73	138	30	0.820
2025 06	1"	63	25	70	82	138	33.5	1.020

Fuente: Extraído de catálogos Genebre

Anexo 5: Válvula Aguja



Edificio Genebre. Av. de Joan Carles I, 46-48
08908 L'Hospitalet de Llobregat. Barcelona (Spain)
genebre@genebre.es - www.genebre.es

DIMENSIONES GENERALES / GENERAL DIMENSIONS

Ref	Medida / Size	PN (PSI)	Dimensiones / Dimensions (mm)					PESO / WEIGHT
			E	H	L	M	K	
2226N 02	1/4"	6000	28.5	90	75	55	4	0,540
2226N 04	1/2"	6000	32	92	89	55	5	0,570

Fuente: Extraído de catálogos Genebre

Anexo 6: Catalogo Manómetros

Ref.	Escala / Scale		Dimensiones / Dimensions (mm)				Peso / Weight (g)
	bar	psi	A	L	D	F	
3824N 004	0 - 4	0 - 60	85	100	36	22x22	540
3824N 006	0 - 6	0 - 90	85	100	36	22x22	540
3824N 010	0 - 10	0 - 150	85	100	36	22x22	540
3824N 016	0 - 16	0 - 240	85	100	36	22x22	540
3824N 025	0 - 25	0 - 400	85	100	36	22x22	540
3824N 040	0 - 40	0 - 600	85	100	36	22x22	540

Fuente: Extraído de catalogo Genebre

Anexo 7: Catalogo Bridas ANSI 300/150



Brida Soldable con Cuello Acero al Carbón 150 Lbs

Código	mm		pulg.		Longitud				Kilos	
	mm	pulg.	D	X	G	T	Kg	Libras		
BRSOCC013150	12.7	1/2"	89	35,1	30,2	11,2	0,51	1,10		
BRSOCC019150	19.1	3/4"	99	42,9	38,1	12,7	0,73	1,60		
BRSOCC025150	25.4	1"	108	50,8	49,3	14,2	1,07	2,40		
BRSOCC032150	31.8	1-1/4"	117	63,5	58,7	15,7	1,40	3,10		
BRSOCC038150	38.1	1-1/2"	127	73,2	65,0	17,5	1,81	4,00		
BRSOCC050150	50.8	2"	152	91,9	77,7	19,1	2,59	5,70		
BRSOCC064150	63.5	2-1/2"	178	104,6	90,4	22,4	4,28	9,40		
BRSOCC075150	76.2	3"	191	127,0	108,0	23,9	5,18	11,40		
BRSOCC100150	101.6	4"	229	157,2	134,9	23,9	7,32	16,10		
BRSOCC150150	152.4	6"	279	215,9	192,0	25,4	11,26	24,80		
BRSOCC200150	203.2	8"	343	269,7	246,1	28,4	17,68	39,00		
BRSOCC254150	254.0	10"	406	323,9	304,8	30,2	24,79	54,70		
BRSOCC300150	304.8	12"	483	381,0	365,3	31,8	38,98	85,90		

EXCELENTE

CONEXIONES Y BRIDAS

BRIDAS

Brida Soldable con Cuello Acero al Carbón 300 Lbs

Código	mm		pulg.		Longitud				Kilos	
	mm	pulg.	D	X	G	T	Kg	Libras		
BRSOCC013300	12.7	1/2"	95	38,1	35,1	14,2	0,78	1,70		
BRSOCC019300	19.1	3/4"	117	47,8	42,9	15,7	1,34	3,00		
BRSOCC025300	25.4	1"	124	53,8	50,8	17,5	1,64	3,60		
BRSOCC032300	31.8	1-1/4"	133	63,5	63,5	19,1	2,06	4,50		
BRSOCC038300	38.1	1-1/2"	155	69,9	73,2	20,6	3,06	6,70		
BRSOCC050300	50.8	2"	165	84,1	91,9	22,4	3,40	7,50		
BRSOCC064300	63.5	2-1/2"	191	100,1	104,6	25,4	5,31	11,70		
BRSOCC075300	76.2	3"	210	117,3	127,0	28,4	7,32	16,10		
BRSOCC100300	101.6	4"	254	146,1	157,2	31,8	11,30	24,90		
BRSOCC150300	152.4	6"	318	206,2	215,9	36,6	19,68	43,40		
BRSOCC200300	203.2	8"	381	206,4	269,7	41,1	30,48	67,20		
BRSOCC254300	254.0	10"	445	320,5	323,9	47,8	43,74	96,40		
BRSOCC300300	304.8	12"	521	374,7	381,0	50,8	64,41	142,00		



Fuente: Extraído catálogos Bridas Genebre

Anexo 8: Catalogo de Tubería

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

Desde 1/4" a 11/2" en corte recto, y desde 2" a 24" con extremos biselados.

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

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



TUBERÍA DE ACERO

Tolerancia Dimensional

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

Propiedades Mecánicas

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

Diámetro Nominal	Dimen. Exterior	STD		SCH-40		XS		SCH-80		SCH-160	
		Espesor Nominal	Peso	Espesor Nominal	Peso	Espesor Nominal	Peso	Espesor Nominal	Peso	Espesor Nominal	Peso
Pulg.	mm	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m
1/4	13.7	2.24	0.63	2.24	0.63	3.02	0.80	3.02	0.80	-	-
3/8	17.1	2.31	0.84	2.31	0.84	3.20	1.10	3.20	1.10	-	-
1/2	21.3	2.77	1.27	2.77	1.27	3.73	1.62	3.73	1.62	4.78	1.95
3/4	26.7	2.87	1.69	2.87	1.69	3.91	2.20	3.91	2.20	5.56	2.90
1	33.4	3.38	2.50	3.38	2.50	4.55	3.24	4.55	3.24	6.35	4.24
1 1/4	42.2	3.56	3.39	3.56	3.39	4.85	4.47	4.85	4.47	6.35	5.61
1 1/2	48.3	3.68	4.05	3.68	4.05	5.08	5.41	5.08	5.41	7.14	7.25
2	60.3	3.91	5.44	3.91	5.44	5.54	7.48	5.54	7.48	8.74	11.11
2 1/2	73.0	5.16	8.63	5.16	8.63	7.01	11.41	7.01	11.41	9.53	14.92
3	88.9	5.49	11.29	5.49	11.29	7.62	15.27	7.62	15.27	11.13	21.35
4	114.3	6.02	16.07	6.02	16.07	8.56	22.32	8.56	22.32	13.49	33.54
5	141.3	6.55	21.77	6.55	21.77	9.53	30.97	9.53	30.97	15.88	49.12
6	168.3	7.11	28.26	7.11	28.26	10.97	42.56	10.97	42.56	18.26	67.57
8	219.1	8.18	42.55	8.18	42.55	12.70	64.64	12.70	64.64	23.01	111.27
10	273.0	9.27	60.29	9.27	60.29	12.70	81.55	15.09	95.98	28.58	172.27
12	323.8	9.53	73.88	10.31	79.71	12.70	97.46	17.48	132.05	33.32	238.69
14	355.6	9.53	81.33	11.13	94.55	12.70	107.39	19.05	158.11	35.71	281.72
16	406.4	9.53	93.27	12.70	123.31	12.70	123.30	21.44	203.54	40.49	365.38
18	457	9.53	105.16	14.27	155.81	12.70	139.15	23.83	254.57	45.24	459.39
20	508	9.53	117.15	15.09	183.43	12.70	155.12	26.19	311.19	50.01	564.85
22	559	9.53	129.13	-	-	12.70	171.09	28.58	373.85	53.98	672.30
24	610	9.53	141.12	17.48	255.43	12.70	187.06	30.96	442.11	59.54	808.27

Fuente: Extraído de catálogo de tuberías

Anexo 9: Catalogo Válvula bridada ANSI 150/300



Características Constructivas

Construcción
API Spec 6D
ASME B16.34

Testes
BSI BS EN 12266
API 598

Tipos de Extremos
BRIDADA
ASME B 16.5 Classe 150
LONGITUD ASME B16.10
Rayado de Bridas:
MSS-SP-6

Materiales

Cuerpo y Tapas
ASTM A 216 WCB
ASTM A 351 - CFB
ASTM A 351 - CF8M

Esfera
ASTM A 351 - CF8
ASTM A 351 - CF8M
ASTM A 217 - CA 15
ICI 416
ASTM B16 - C360

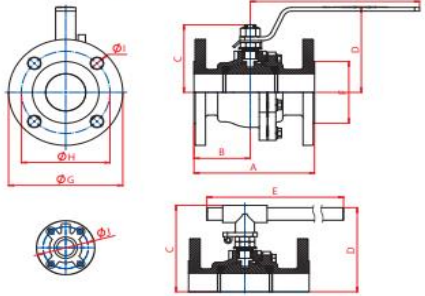
Sellos
PTFE
COMP L

Vástago
ASTM A 276 - 304
ASTM A 276 - 316
SAE 1020
ASTM A 276 - 410
ASTM A 582 - 416

VEB - Válvula Esférica Partida Pasaje Total Clase 150



Diseño Técnico



Especificaciones Técnicas

Las válvulas de bloqueo de flujo, son usadas en distintas aplicaciones y tipos de fluido con larga faja de temperatura y presión conforme ASME B16.34.

Construcción Partida por dos parte que disminuye la situación de elevado torque de operación y evita daños a los sellos.

Accionamiento manual por tubo.

Vástago Inexpulsable.
Disponible con traba para candado en todas las medidas.

MEDIDA		VÁLVULA ESFÉRICA PARTIDA PASAJE TOTAL (PP)													N° de Tornillos	PESO Kg	Peso Neto Kg
POL.	DN	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L				
1/2"	15	14,0	108,0	46,0	41,5	62,0	114,0	34,9	90,0	60,3	15,9	30,0	4	1,22	14,8		
3/4"	20	20,4	117,0	46,0	35,4	78,6	185,0	42,9	100,0	69,9	15,9	34,0	4	1,36	27,8		
1"	25	25,4	127,0	55,0	64,5	86,7	185,0	50,8	110,0	79,4	15,9	34,0	4	2,81	56,5		
1 1/4"	32	31,7	140,0	57,0	72,0	106,0	272,0	63,5	115,0	86,9	15,9	40,0	5	3,60	104,0		
1 1/2"	40	38	165,0	76,0	76,0	119,0	275,0	73,0	125,0	96,4	15,9	45,0	5	4,92	185,0		
2"	50	50,8	178	84,0	104	140	307	90,0	150	120,7	19,1	50	4	9,80	420		
2 1/2"	65	63,0	190	82,5	115	145	347	104,6	180	139,7	19,1	50	4	12,7	610		
3"	80	76,0	203	91,5	128	158	337	127,0	190	152,4	19,1	50	4	18,5	1.120		
4"	100	101,6	229	108,0	185	181	580	157,2	230	190,5	19,1	70	8	31,0	1.980		
6"	150	152,4	267	133,5	237	240	940	215,9	280	241,3	22,4	94	8	60,0	4.600		
8"	200	203,2	457	238,5	**	**	**	209,9	345	298,5	22,4	**	8	**	**		
10"	250	254,0	533	266,5	**	**	**	323,8	405	362,0	25,4	**	12	303	**		
12"	300	304,8	610	305,0	**	**	**	381,0	485	431,6	25,4	**	12	470	**		

A vacío ajustada en Ki (m³/h) corresponde a un diferencial de presión (Δp) de 1 bar utilizando agua como fluido de teste.
 * Disponibles en dos opciones de esfera, maciza o vacía. En la tabla arriba el peso es de la válvula montada con esfera maciza.
 ** Informaciones solamente a través de cotización.

DES: Válvulas disponibles con montaje guiado por segmento (turnover): 6" A 12".
 Válvulas disponibles con montaje flotante: 2" A 8".



Características Constructivas

Construcción
API Spec 6D
ASME B16.34

Testes
BSI BS EN 12266
API 598

Tipos de Extremos
BRIDADA
ASME B 16.5 Classe 300
LONGITUD ASME B16.10
Rayado de Bridas:
MSS-SP-6

Materiales

Cuerpo y Tapas
ASTM A 216 WCB
ASTM A 351 - CFB
ASTM A 351 - CF8M

Esfera
ASTM A 351 - CF8
ASTM A 351 - CF8M
ASTM A 217 - CA 15
ICI 416
ASTM B16 - C360

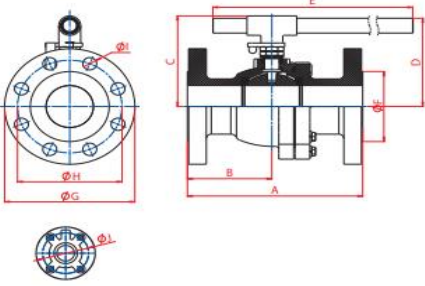
Sellos
PTFE
COMP L

Vástago
ASTM A 276 - 304
ASTM A 276 - 316
SAE 1020
ASTM A 276 - 410
ASTM A 582 - 416

VEB - Válvula Esférica Partida Pasaje Total Clase 300



Diseño Técnico



Especificaciones Técnicas

Las válvulas de bloqueo de flujo, son usadas en distintas aplicaciones y tipos de fluido con larga faja de temperatura y presión conforme ASME B16.34.

Construcción Partida por dos parte que disminuye la situación de elevado torque de operación y evita daños a los sellos.

Accionamiento manual por tubo.

Vástago Inexpulsable.
Disponible con traba para candado en todas las medidas.

MEDIDA		VÁLVULA ESFÉRICA PARTIDA PASAJE TOTAL (PP)													N° de Tornillos	PESO Kg	Peso Neto Kg
POL.	DN	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L				
2"	50	50,8	210	95,9	138	135	480	91,9	145	127	19,1	50	8	12,20	420		
2 1/2"	65	63,0	241	110,7	148	145	580	104,6	190	149,2	22,4	50	8	16,75	650		
3"	80	76,0	262	136,0	163	159	580	127,0	210	169	22,4	58	8	27,70	1.120		
4"	100	101,6	305	125,5	185	181	580	157,2	255	200,0	22,4	70	8	42,00	1.980		
6"	150	152,4	403	201,5	**	**	**	215,9	320	269,9	22,4	**	12	**	**		
8"	200	203,2	502	251,0	**	**	**	269,9	380	330,2	25,4	**	12	262	**		
10"	250	254,0	568	284,0	**	**	**	323,8	445	387,4	28,6	**	16	384	**		
12"	300	304,8	648	324,0	**	**	**	381,0	520	459,6	31,6	**	16	505	**		

A vacío ajustada en Ki (m³/h) corresponde a un diferencial de presión (Δp) de 1 bar utilizando agua como fluido de teste.
 * Disponibles en dos opciones de esfera, maciza o vacía. En la tabla arriba el peso es de la válvula montada con esfera maciza.
 ** Informaciones solamente a través de cotización.

DES: Válvulas disponibles con montaje guiado por segmento (turnover): 6" A 12".
 Válvulas disponibles con montaje flotante: 2" A 8".

Fuente: Extraído de Catálogos MGA