UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

"AMPLIACION DEL SISTEMA DE TRANSPORTE POR DUCTOS DE LIQUIDOS DE GAS NATURAL DE CAMISEA SIN INTERRUPCION DEL SERVICIO"

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

RAMÓN MANSUETO ALFARO YALICO

PROMOCIÓN 2008-II

Lima – Perú

2012

DEDICATORIA

A mis padres, Manzueto y Paulina, quienes siempre creen en mí.

A Cinthia por su compañía y amor incondicional.

A Naru, mi hija e inspiración.

A mis hermanos, Mirtha y Adolfo, por la humildad en sus enseñanzas.

CONTENIDO

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN 1

1.1 Antecedentes 4

1.2 Objetivo 5

1.3 Justificación 5

1.4 Alcance 6

1.5 Limitaciones 7

CAPITULO 2

SISTEMA DE TRANSPORTE POR DUCTOS Y NORMATIVA APLICABLE 8

2.1 Sistema de Transporte por Ductos 10

2.1.1 Descripción del Sistema de Transporte por Ductos 10

2.1.2 Operación del Sistema de Transporte por Ductos 11

2.1.3 Confiabilidad del Sistema de Transporte por Ductos 12

2.1.4 Clientes del Sistema de Transporte por Ductos 16

2.1.5 Mercado Energético Peruano 22

2.2 Normativa Aplicable 25

2.2.1 Tuberías 25

2.2.2 Selección de Materiales 30

2.2.3 Accesorios 32

2.2.4 Bridas 41

2.2.5 Válvulas 46

CAPITULO 3

DEMANDA EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE POR DUCTOS 56

3.1. Sistema de Transporte por Ductos al 2010 56

3.1.1. Alternativas de Expansión de Capacidad 57

3.1.2. Expansiones del Sistema de Transporte por Ductos (STD) 58

3.2. Proyecto Cuarta Bomba 60

3.3. Próximas Ampliaciones Previstas 61

3.3.1. Primera etapa: Loop Sur 61

3.3.2. Segunda etapa: Planta Compresora KP 127 62

CAPITULO 4

PERFORACIÓN Y OBTURADO DE DUCTOS PARA LA AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE 63

4.1. Perforado de Ductos y Tanques – Hot Tap 64

4.1.1 Equipos y accesorios para trabajos de Hot Tap menores a 4" 64

4.1.2 Equipos y accesorios para trabajos de Hot Tap mayores a 4" 65

4.2. Obturado de Ductos – Line Stop 72

4.2.1 Equipos y accesorios para trabajos de Line Stop 73

4.3. Sellado de Ductos – Plug in 77

4.4. Intervención en Ductos sin interrupción del Transporte 80

4.5. Habilitación de la Cuarta Bomba en Estaciones de Bombeo 84

4.5.1. Habilitación de Líneas de Succión y Descarga 88

4.5.2. Habilitación de Línea de Drenaje 111

4.5.3. Habilitación de Línea de Fuel Gas 115

4.5.4. Habilitación de Derivaciones para los Aeroenfriadores 119

CAPITULO 5

EVALUACIÓN ECONÓMICA 129

CONCLUSIONES 133

RECOMENDACIONES 135

BIBLIOGRAFIA 137

ANEXOS 140

PLANOS

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1. Tarifas de Servicio de Transporte de Gas Natural
Tabla 2.2. Diámetros externos asociados a algunos NPS
Tabla 2.3. Equivalencia entre NPS y DN
Tabla 2.4. Espesores de Pared y SCHEDULE
Tabla 2.5. Designación de tuberías
Tabla 2.6. ASTM A106, Requerimientos Químicos y de Resistencia
Tabla 2.7. Materiales de uso frecuente en Sistemas de Tuberías - ASTM
Tabla 2.8. Tipos de accesorios SW por clases, diámetro y schedule
Tabla 2.9. Tipos de accesorios NPT por clases, diámetro y schedule
Tabla 2.10. Máxima Presión de Operación según ASME B16.5 (presiones en psi)
Tabla 2.11. Torque en bridas
Tabla 2.12. Tipos de Válvulas
Tabla 4.1. Diámetros de Cutter (Copas Sierra) para HT y LS
Tabla 4.2. Tabla de Tie-ins a intervenir en PS4
Tabla 4.3. Tie-ins en líneas de succión y descarga
Tabla 4.4. Medidas y Cálculos para la Línea de Succión
Tabla 4.5. Medidas y Cálculos para la Línea de Descarga
Tabla 4.6. Recomendaciones para el ajuste del cabezal de sellado
Tabla 4.7. Recomendaciones para el ajuste del elemento sellante
Tabla 4.8. Medidas y Cálculos para el Line Stop
Tabla 4.9. Medidas y Cálculos para el Sellado
Tabla 4.10. Medidas y Cálculos para el Hot Tap 2" en líneas de succión y descarga
Tabla 4.11. Tie-in en línea de drenaje
Tabla 4.12. Medidas y Cálculos para el Hot Tap 2" en línea de drenaje
Tabla 4.13. Tie-ins en línea del Fuel Gas
Tabla 4.14. Medidas y Cálculos para los Hot Tap 2" en línea de Fuel Gas
Tabla 4.15. Tie-ins en línea del aeroenfriador
Tabla 4.16. Medidas y Cálculos para el Perforado - Aeroenfriador
Tabla 5.1. Intervenciones Hot Tap en Estaciones de Bombeo (2011)

Tabla 5.2. Intervenciones Line Stop en Estaciones de Bombeo (2011)
Tabla 5.3. Implementación de Hot Tap y Line Stop

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Demanda proyectada y atendida de GN en el Perú

Figura 1.2. Generación eléctrica en el Perú por tipo de combustible

Figura 2.1. Componentes del Proyecto Camisea

Figura 2.2. Sistema de Transporte por Ductos - Camisea

Figura 2.3. Sistema de Transporte por Ductos al 2010

Figura 2.4. Estación de Bombeo #1 – PS1

Figura 2.5. Generación eléctrica en el Perú por tipo de combustible, año 2010

Figura 2.6. Matriz energética peruana 2003 y 2005

Figura 2.7. Matriz energética aspirada a futuro

Figura 2.8. Accesorios buttweld más usados: 1. Cado 90° radio largo, 2. Codo 45°, 3. Codo 90° radio corto, 4. Codo 180° radio largo, 5. Codo 180° radio corto, 6. Tee, 7. Tee con reducción, 8. Reducción concéntrica, 9. Reducción excéntrica y 10. Casquete (Cap)

Figura 2.9. Preparación de biseles según ASME B16.25

Figura 2.10. Accesorios SW más usados: 1. Cupla Completa SW, 2. Media Cupla SW, 3. Cupla Reducción SW, 4. Inserto Reductor SW (MSS SP-79), 5. Unión SW (MSS SP-83), 6. Codo 90° SW, 7. Codo 45° SW, 8. Tee SW y 9. Tapón SW (cap)

Figura 2.11. Disposición de accesorios SW

Figura 2.12. Accesorios roscados: 1. Codo 90°, 2. Tee, 3. Cruz, 4. Codo 45°, 5. Cupla, 6. Tapón (Cap), 7. Tapón de cabeza cuadrada, 8. Tapón de cabeza hexagonal, 9. Bushing con cabeza hexagonal y 10. Unión (MSS SP-83)

Figura 2.13. Tipos de bridas, extracto del ASME B16.5 para 300#

Figura 2.14. Secuencia de torquéo para uniones bridadas

Figura 2.15. Válvula de Compuerta

Figura 2.16. Válvula de Globo

Figura 2.17. Válvula Tapón

Figura 2.18. Válvula de Bola

Figura 2.19. Válvula mariposa
Figura 2.20. Válvula check
Figura 2.21. Válvula de Diafragma
Figura 2.22. Válvula Pinch
Figura 2.23. Válvula de Alivio
Figura 3.1. Sistema de Transporte por Ductos en el 2004
Figura 3.2. Sistema de Transporte por Ductos en el 2010
Figura 3.3. Sistema de Transporte por Ductos en el 2014 (previsto)
Figura 4.1. Configuración típica de un sistema de perforado de ductos menor a 4"
Figura 4.2. Configuración típica de un sistema de perforado de ductos mayor a 4"
Figura 4.3. Split Tees
Figura 4.4. Posicionamiento de buje guía
Figura 4.5. Trabajo de perforación horizontal
Figura 4.6. Trabajo de perforación vertical
Figura 4.7. Avance de un Cutter durante las operaciones de Hot Tap
Figura 4.8. Brida ciega con purga de ½"
Figura 4.9. Configuración típica de un sistema de obturado de ductos
Figura 4.10. Alineado de conexiones para By Pass de ecualización de 2"
Figura 4.11. Intervención típica por medio de dos obturadores
Figura 4.12. Componentes internos del Plug ó Tapón (ver válvula check)
Figura 4.13. Marcado de Coupon
Figura 4.14. Coupon soldado en niple de Tapón (Plug)
Figura 4.15. Desmontaje de la Válvula Sándwich y posicionado de brida ciega
Figura 4.16. Habilitación de la 4ta Bomba – PS3
Figura 4.17. Habilitación de KOD – PS3
Figura 4.18. Habilitación de Líneas Succión y Descarga
Figura 4.19. Izq. Grilla para medición de espesores, Der. Soldadura de Tie-ins 5429
Figura 4.20. END en soldaduras de Tie-ins 5428
Figura 4.21. Medidas a considerar para el Hot Tap
Figura 4.22. Sup. Izq. Toma de medidas a la mecha guía y copa sierra, Inf. Izq. Coupon extraído post tapping y Der. Montaje de equipo Hot Tap
Figura 4.23. Medidas a considerar para el Line Stop
Figura 4.24. Sup. Izq. Toma de medidas al cabezal de sellado, Inf. Izq. Montaje de Elemento sellante, Sup. Der. Ecualización por By Pass de 2" y Obturado y Der. Inf. Quemado de vapores LGN (flares)

Figura 4.25. Sup. Izq. Spool a ser reemplazado en línea de descarga, Inf. Izq. Corte en frio de ducto, Sup. Der. Spool reemplazado en línea de descarga y Der. Inf. Soldadura de niple en lía de succión (post corte en frío)
Figura 4.26. Medidas a considerar para el Sellado
Figura 4.27. Sup. Izq. Tapones en 12", Inf. Izq. Disposición de tapón en Split Tee, Sup. Der. Toma de medidas en tapones, Equipo IP 508 y Der. Inf. Brida ciega en Split Tee
Figura 4.28. Perforación en 2"
Figura 4.29. Disposición de tapón en Thread-lock-fitting (thread-o-ring)
Figura 4.30. Habilitación de Línea de Drenaje
Figura 4.31. Sup. Izq. Disposición de broca y niple en equipo IP 100, Sup. Der. Montaje de equipo tapping, Inf. Izq. Presurización de la cámara superior de e Inf. Der. Habilitación de la línea de drenaje
Figura 4.32. Habilitación de Derivaciones para el Fuel Gas de la bomba D
Figura 4.34. Tie ins 5414 y 5454 en la habilitación del Fuel Gas
Figura 4.34. Habilitación de Derivaciones para los Aeroenfriadores
Figura 4.35. Sup. Izq. Soldadura de Split Tee, Sup. Der. Medición de espesores en ducto, Inf. Izq. Split Tee soldado e Inf. Der. Monitoreo de mezcla explosiva
Figura 4.36. Sup. Izq. Engrase de brida para montar equipo HT, Sup. Der. Montaje de equipo HT, Inf. Izq. Brida ciega instalada (post perforación) e Inf. Der. Copa sierra empleada en perforación (cutter)

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

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

El Sistema de Transporte por Ductos[1] está conformado por un gaseoducto de 730 km de longitud, un poliducto de 560 km, cuatro estaciones de bombeo, tres estaciones reductoras de presión, una planta compresora y un Loop[2] en la costa (Loop Costa), estas dos últimas son ampliaciones sobre el STD inicialmente instalado (2004). La capacidad instalada en el 2004 era de 314 MMSCFD[3] para GN[4] y 70000 BPD[5] para LGN[6], actualmente el STD se apoya en el gaseoducto de Perú LNG y el Loop Costa llegando hasta 530 MMSCFD en NG, así mismo, gracias a la instalación de los sistemas de

---

[1] Sistema de Transporte por Ductos: *Transportadora de Gas del Perú tiene la concesión para la operación del sistema conocido con sus siglas STD.*
[2] Loop: *Traza paralela a gaseoducto que deriva y termina en este último, no necesariamente siguen el mismo trazado.*
[3] MMSCFD: *Million standard cubic feet per day (millones de pies cúbicos estándar por día).*
[4] GN: Gas Natural, se transporta a través del gaseoducto.
[5] BPD: *Barrels per day (barriles por día).*
[6] LGN: Líquidos de Gas Natural, se transporta a través del poliducto.

Inyección de Drag Reducer (el cual permite reducir la fricción durante el transporte) la capacidad de transporte en NGL se incrementó a 88000 BPD.

Es evidente que la ampliación de un proyecto con pocos años de operación responde a una alta demanda no contemplada en su etapa de proyecto y construcción. Las estimaciones de la demanda para el proyecto Camisea se detallan en la figura 1.1, PLUSPETROL sustenta su demanda proyectada para el sector industrial y de generación eléctrica.

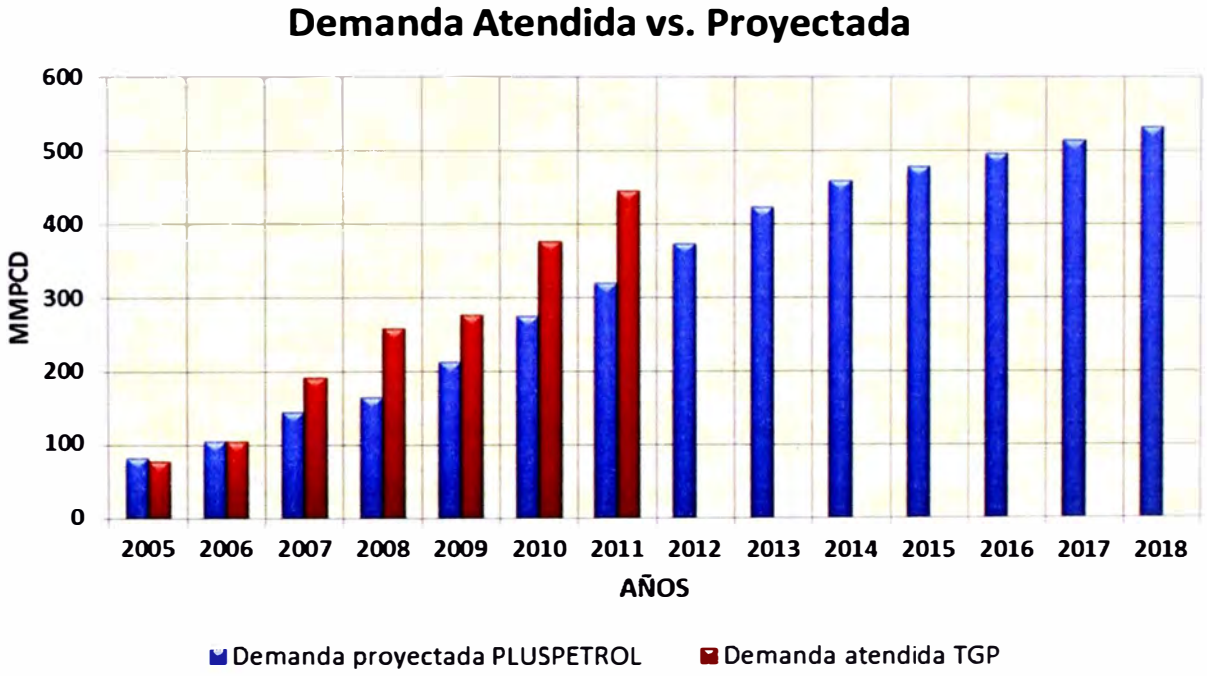


Figura 1.1. Demanda proyectada y atendida de GN en el Perú[7]

La disponibilidad del gas natural en el Perú promovió el cambio de su matriz energética, se tienen los siguientes datos:

[7] Fuente PLUSPETROL, "Gas Natural de Camisea – Aplicaciones y Usos", Ing. Enrique Martínez Stolzembach – Gerencia Comercial de Gas Natural. Fuente para la demanda atendida, SNI.

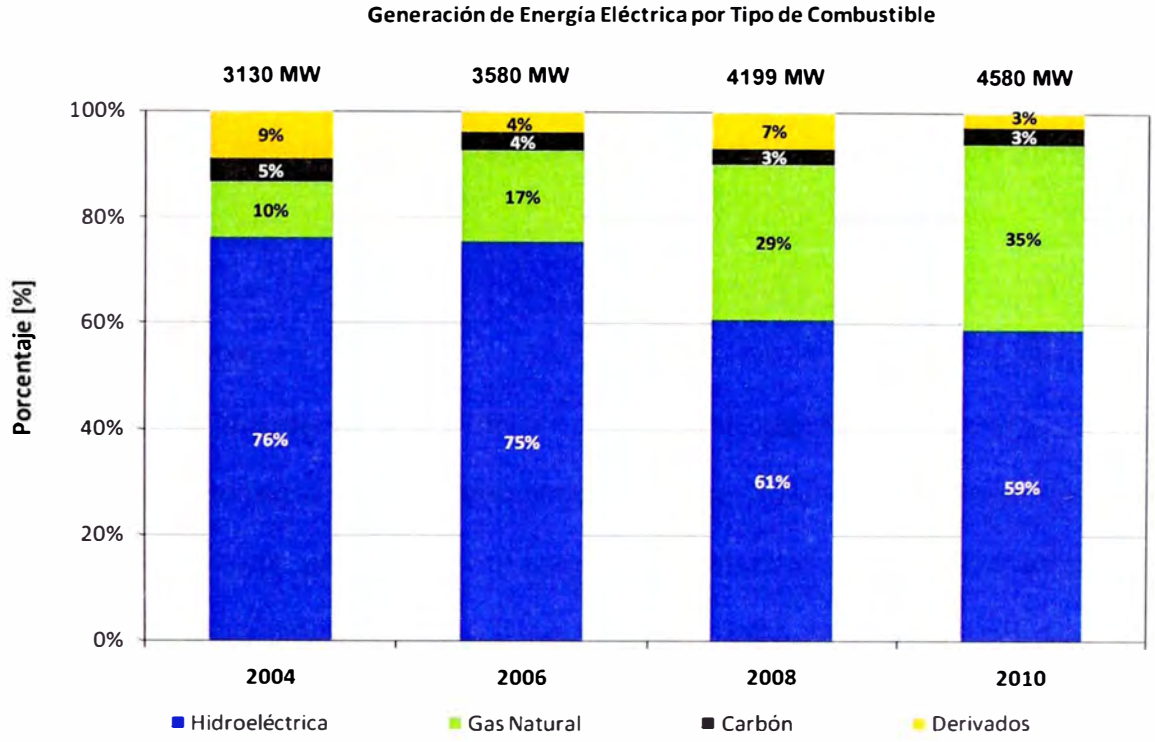


Figura 1.2. Generación eléctrica en el Perú por tipo de combustible

Bajo este contexto, el emergente mercado local y la creciente utilización del gas natural por el sector energético exigen el incremento de la capacidad del STD. Se han desarrollado proyectos en el STD para atender esta demanda[8] y se prevén otras ampliaciones.

La ampliación de la capacidad de transporte para el STD es proyectado considerando la ampliación del sistema en conjunto, modificación de las partes y/o componentes que actúan como limitadores o la construcción de nuevas líneas de transporte. Indistintamente del proyecto desarrollado es necesario vincularlo al STD minimizando las horas de parada pues repercutiría directamente en la atención a los usuarios finales, afectando el sistema de generación eléctrica del país, principal usuario de GN.

[8] *A la fecha (junio 2011) las ampliaciones son la construcción del Loop Costa (NG), implementación del Sistema Drag Reducer (NGL) y la sinergia con Perú LNG.*

Es importante resaltar que un incremento en la explotación de GN implica un incremento en la explotación del LGN por ello, si se busca mayor rentabilidad y eficiencia en dicho proceso, se debe desarrollar proyectos que incremente la capacidad de transporte para ambos.

1.1 Antecedentes

En la constante búsqueda de optimizar tiempos, el hombre ha desarrollado técnicas y equipos que soportados con el conocimiento en su aplicación e implementación han logrado satisfacer las expectativas propuestas. El negocio de los hidrocarburos no es ajeno a estos desarrollos y desde hace más de medio siglo se tienen equipos para perforado y obturado de líneas en servicio (conocidos como *hot tapping* y *line stop*), son equipos que te permiten realizar la interconexión entre dos sistemas de transporte por ductos en operación mediante la configuración de equipos y accesorios que responden a los parámetros de operación (presión, temperatura, caudal, etc.). También es posible realizar derivaciones en tanques con productos almacenados.

En el STD se han ejecutado proyectos con estos equipos, como son:

- Incrementar el flujo del sistema de transporte de NGL, mediante la implementación del Sistema Drag Reducer.
- Derivaciones en el ducto NG para alimentación a nuevos clientes como Centrales Térmicas.
- Interconexiones de Loop Costa y nuevas instalaciones sin interrupción del transporte al STD.
- Instalación de puntos estratégicos de monitoreo como densitómetros, pig signal, puntos de control de corrosión entre otros, en ductos operativos de NG y NGL.
- Cambio de secciones de tubería por cambio de clase de trazado en el STD.

Las intervenciones de emergencia se apoyan en estos equipos para dar continuidad al transporte y habilitar rápidamente sistemas de By Pass temporales en el STD.

1.2 Objetivo

El objetivo de este informe es describir las consideraciones técnicas empleadas en la ampliación del Sistema de Transporte por Ductos, como parte de la habilitación del proyecto Cuarta Bomba[9], aplicando perforaciones y obturado de líneas en operación sin interrumpir el servicio regular de NGL.

Las consideraciones técnicas estarán sustentadas en la normativa vigente, recomendaciones de los fabricantes de equipos, practicas recomendadas y lecciones aprendidas.

1.3 Justificación

El tema desarrollado responde al interés en el conocimiento, operación y mantenimiento de equipos de emergencia de ductos.

Si bien los equipos hot tapping y line stop son utilizados en trabajos programados, realmente son considerados equipos de emergencia y su principal aporte es la atención inmediata en una emergencia del STD. Esta aplicación de los equipos es altamente valorada; ya que atender rápidamente una emergencia en el STD implica minimizar derrames de NGL (impacto ambiental), minimizar el peligro de explosión y dar seguridad en todo aspecto identificado, así mismo, es posible tener continuidad en la operación.

Muy aparte del sustento técnico, el presente informe reconoce la importancia de trabajar con seguridad; ya que las diferentes intervenciones se realizan sobre ductos

---

[9] *El proyecto Cuarta Bomba tiene por objetivo incrementar la capacidad de transporte de 88000 BPD a 100000 BPD* [2].

presurizados, superando en muchos casos los 100 bar, facilidades con presencia de mezcla explosiva que deben ser controladas/monitoreadas constantemente y el hecho de desarrollar trabajos en caliente bajo estas condiciones.

El tema desarrollado invita a la estandarización de conocimientos, difusión de buenas prácticas y reconocimiento de la seguridad cómo elemento clave del día a día.

El desarrollo del presente informe es posible gracias al aporte académico de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería y la experiencia adquirida al momento en la operación y mantenimiento de los equipos en mención.

1.4 Alcance

El presente informe describirá las aspectos técnicos y de seguridad para trabajos de hot tapping y line stop en líneas generales, se tratarán con más detalle los equipos empleados en la habilitación de Tie-ins[10] como parte de la ampliación del STD (proyecto Cuarta Bomba) identificando las diferentes condiciones y ratings de operación.

También se describirá la selección de accesorios para la construcción de los Tie-ins como para las intervenciones hot tapping y line stop, todo esto sobre la base normativa.

No se detallarán los trabajos de soldadura efectuados durante la construcción de los Tie-ins ni los END[11] a los que se les sometió. Serán tratados genéricamente.

Las normas y códigos consultados son los vigentes a la fecha, junio del 2011, en la sección bibliográfica se citaran las que fueron consultadas.

---

[10] Tie In: *Derivación o punto de empalme.*

[11] END: *Ensayo no destructivo.*

1.5 Limitaciones

Todas las consideraciones y prácticas recomendadas son de aplicación en sistemas de transporte On Shore y para ductos a nivel de superficie o enterrados, las intervenciones aéreas requieren análisis de esfuerzos y vibración para verificar las cargas estáticas y dinámicas de la operación; ya sea hot tapping o line stop.

En referencia a la vinculación de la Cuarta Bomba al sistema existente, sólo se considera la vinculación del piping y no de sistemas de control para el mismo. Así mismo, los materiales, accesorios y equipos empleados para la habilitación de la cuarta bomba cumplen con los requerimientos mínimos de calidad exigidos en el proyecto de ingeniería del mismo, no es objetivo del presente informe detallar los mismos, entendiéndose las pruebas hidráulicas, certificados de calidad de materiales, certificados de soldaduras, certificación de recubrimientos, certificados END, etc.

CAPITULO 2

SISTEMA DE TRANSPORTE POR DUCTOS Y NORMATIVA APLICABLE

Los yacimientos San Martín y Cashiriari, conjuntamente conocidos como Lote 88, y los yacimientos Mipaya y Pagoreni, conjuntamente forman el Lote 56, forman parte del proyecto Camisea. Actualmente, junio del 2011, La capacidad actual de reservas certificadas de gas natural de Camisea asciende a 8.8 trillones de pies cúbicos (TCF), mientras que el proyecto de exportación comprende un total de 4.2 TCF durante 20 años[12].

El Proyecto Camisea consiste en la explotación de estas reservas, la construcción y operación de dos ductos, un gasoducto para GN y un poliducto para LGN y la red de distribución para gas natural en Lima y Callao. Los ductos permiten que el GN y LGN estén disponibles para consumo industrial, comercial y doméstico, así mismo para la exportación.

Son más de 1.300 kilómetros de tuberías de gas y líquidos que nacen en el corazón de la selva peruana, cruzan los Andes y sus montañas escarpadas a más de 4.860 msnm para descansar finalmente a orillas del Pacífico.

El Proyecto Camisea reúne tres componentes:

- **Explotación**, que comprende la exploración y explotación de las reservas de gas natural en Camisea y su procesamiento en la planta de Malvinas, ubicada en la

[12] Fuente de noticia: http://gestion.pe/noticia/334359/mem-acuerdo-camisea-mantendra-bajas-tarifas-electricas

selva del Cusco, una planta de fraccionamiento de LGN y un terminal marítimo ubicados al sur de Pisco.

- **Transporte**, que consiste en el transporte de GN desde Las Malvinas hasta el City Gate de Lurín, y el transporte de LGN desde Malvinas hasta la planta de fraccionamiento.
- **Distribución**, que consiste en la distribución de GN a Lima y Callao.

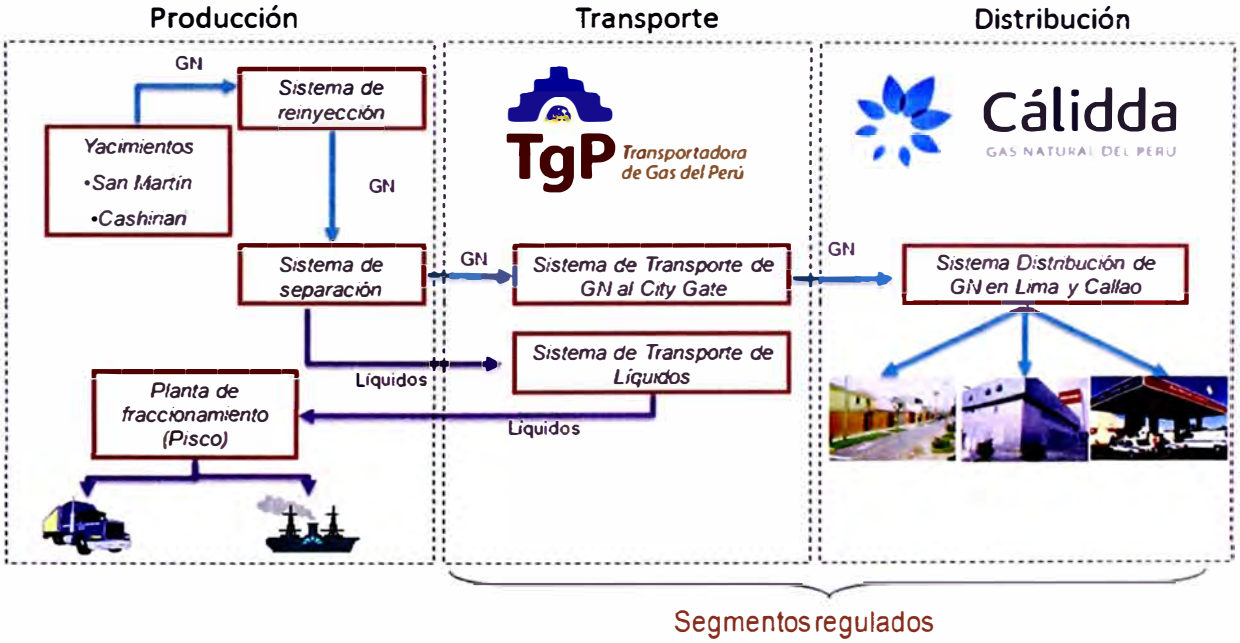


Figura 2.1.Componentes del Proyecto Camisea

El GN y LGN se transporta desde el lugar en el que se explota, en los campos o yacimientos, hasta las compañías de distribución y hacia algunos grandes clientes del sector industrial a través de un sistema de ductos. Los ductos de transporte son tuberías de gran diámetro que operan a presiones altas.

2.1 Sistema de Transporte por Ductos

2.1.1 Descripción del Sistema de Transporte por Ductos

El Sistema de Transporte por Ductos (STD) está formado por dos tuberías: un gasoducto de 730kms que transporta Gas Natural (GN) y un poliducto de 557 km que transporta Líquidos de Gas Natural (LGN). Ambos ductos se inician en la cuenca Amazónica del río Malvinas, en el distrito de Echarate, provincia de La Convención, en el departamento del Cusco, atraviesan la Cordillera de los Andes y llegan a las costas del Océano Pacífico; finalizando en el City Gate de Lurín y en la Planta de fraccionamiento en Pisco, respectivamente.

Figura 2.2. Sistema de Transporte por Ductos - Camisea

El sistema de transporte inició su operación en el 2004 con infraestructura instalada para transportar 314 MMSCFD (8,9 MMSCMD) y 70000 BPD. Al 2010 la capacidad instalada es 530 MMSCFD (15 MMSCMD) y 88000 BPD.

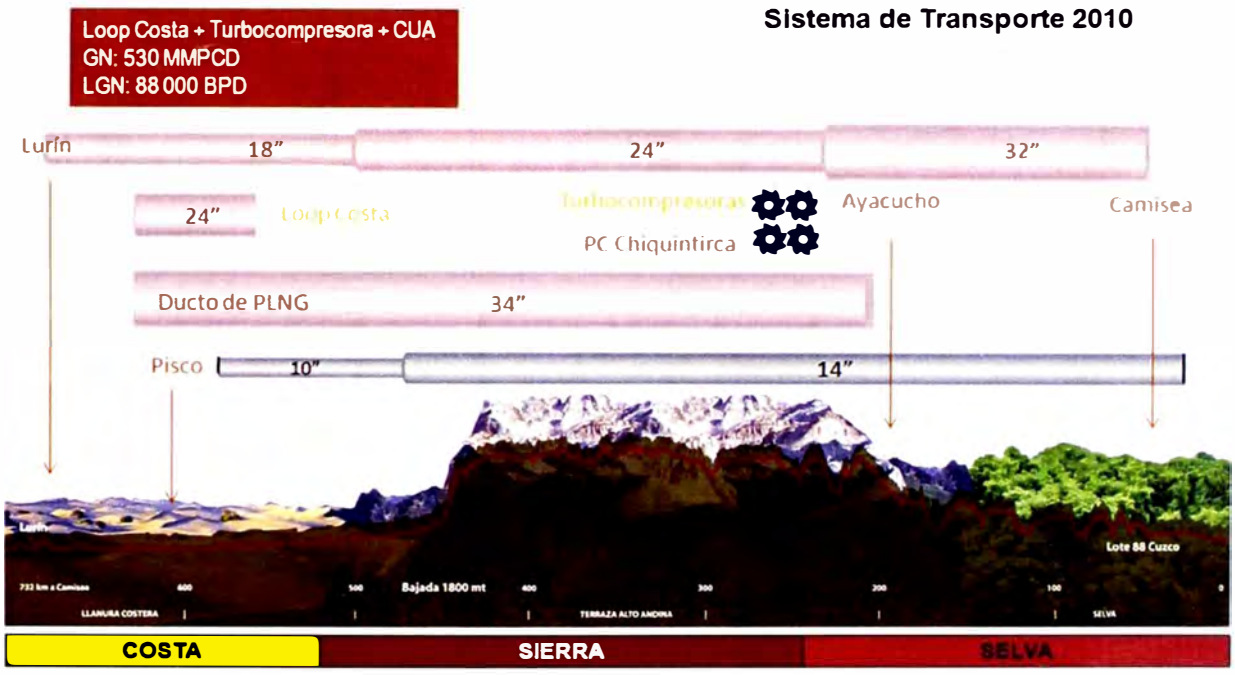


Figura 2.3. Sistema de Transporte por Ductos al 2010

2.1.2 Operación del Sistema de Transporte por Ductos

La operación y monitoreo del STD está soportado por el sistema SCADA (Supervisory, Control and Data Acquisition por sus siglas en inglés, Sistema de Control y Adquisición de Datos), que tienen su sustento en el artículo 21 del Título II del D.S. 081-2007.

La figura 2.4.nos muestra una vista SCADA de la Estación de Bombeo #1, Pump Station #1 – PS1, con los parámetros que se monitorean en la operación remota del STD.

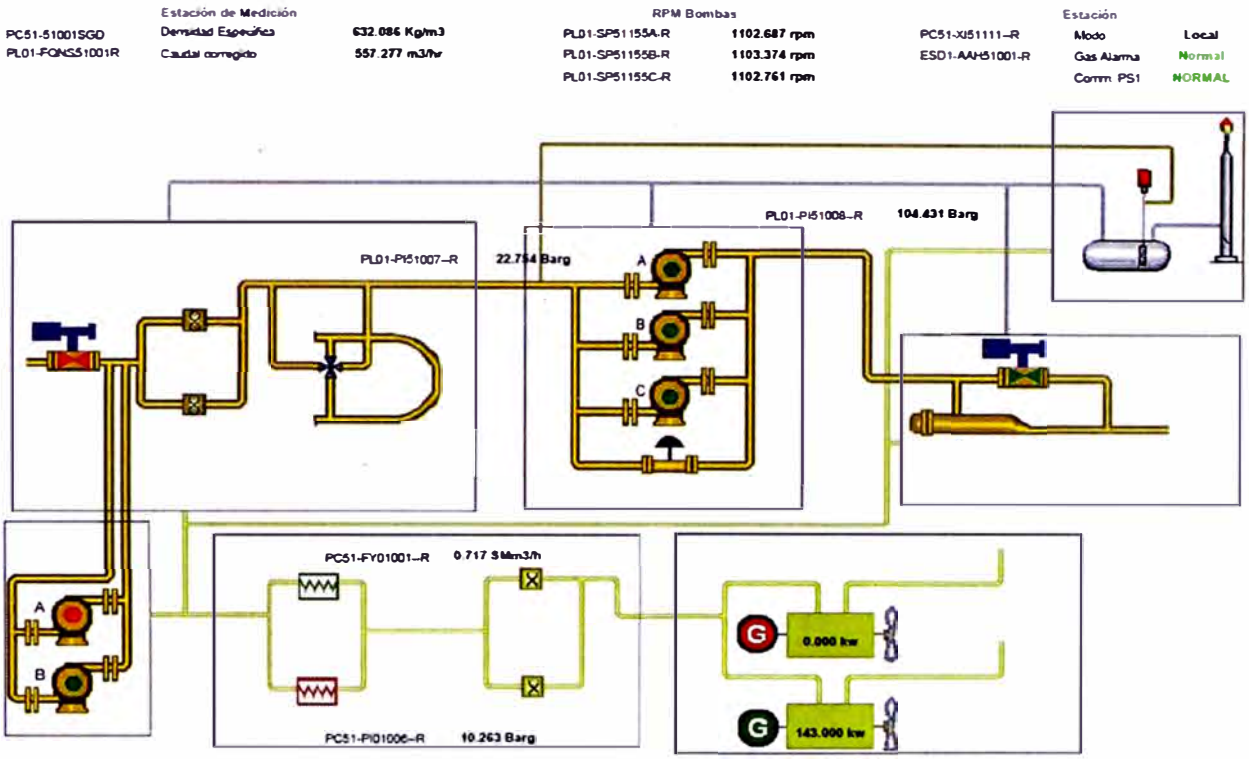


Figura 2.4. Estación de Bombeo #1 – PS1

En caso de contingencias es posible operar las diferentes instalaciones del STD en modo manual.

2.1.3 Confiabilidad del Sistema de Transporte por Ductos

En el 2010 la generación de energía eléctrica, en el Perú, según el tipo de combustible se constituyó de la siguiente manera:

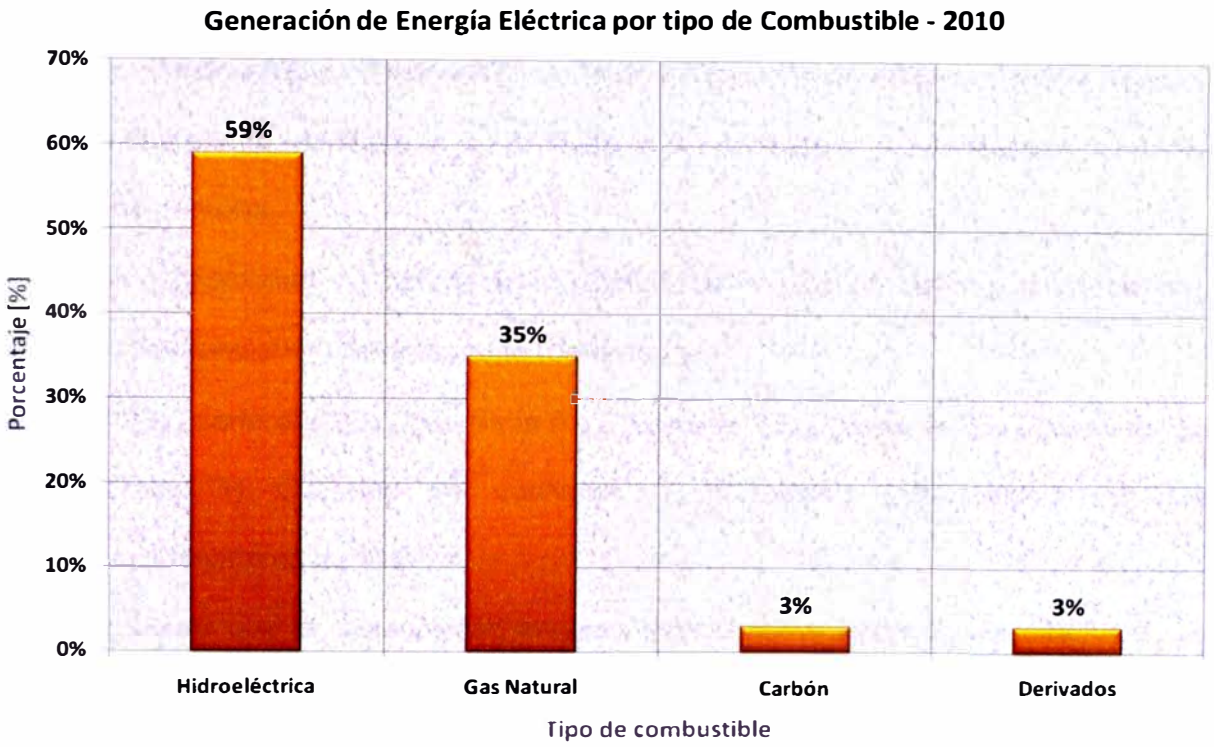


Figura 2.5. Generación eléctrica en el Perú por tipo de combustible, año 2010

Actualmente el gas natural influye significativamente en la matriz energética, por ende es importante garantizar la continuidad de distribución hacia las principales centrales termoeléctricas. Es importante considerar que el creciente uso del gas natural a nivel residencial, comercial e industrial promoverá reformas y decisiones destinadas a incrementar la explotación y distribución para usos sostenibles y diversificados de energía. Esto contribuirá a crear un ambiente de negocio estable y previsible que permitirá atraer nuevas inversiones y promoverá el crecimiento sin descuidar los aspectos sociales y de preservación de la naturaleza.

En el mundo moderno, el concepto de confiabilidad adquiere gran trascendencia. Autores e instituciones la definen de diferentes maneras pero con el mismo norte:

- Confiabilidad es la "capacidad de un ítem de desempeñar una función requerida, en condiciones establecidas"[13]. Al decir ítem podemos referirnos a una máquina, a una planta industrial, a un proceso, a un accesorio, a un sistema y también a una persona.
- La confiabilidad; se refiere a la probabilidad de que un sistema o componente, pueda funcionar correctamente fuera de falla[14].
- Por su parte el diccionario de la Real Academia Española, define la confiabilidad como: "1) Cualidad de confiable, 2) Fiabilidad (probabilidad de buen funcionamiento de algo)"[15].

Es deducible que la confiabilidad impacta directamente sobre los resultados de las empresas, y estas en sus clientes o usuarios finales, por tanto es importante garantizar la confiabilidad no sólo a máquinas o equipos de las instalaciones sino a la totalidad de los procesos que integran en el STD.

a) Normas Regulatorias en el Perú

Las actividades en el subsector Hidrocarburos en el Perú están normados por la Ley N° 26221, Ley Orgánica de Hidrocarburos y sus Reglamentos. La operación y transporte de hidrocarburos en el STD acata lo dispuesto en la referida ley y reglamentos aprobados mediante decreto supremo por la Presidencia de la República.

---

[13] Definición tomada de Ellmann-Sueiro & Asociados, CONFIABILIDAD Una estrategia de negocios diferente, 2008. Enrique Ellmann.
[14] Definición tomada de Mantenimiento Planificado, http://www.mantenimientoplanificado.com/, Fecha de Obtención de la Información: 29 de Mayo de 2011.
[15] Del sitio web: rae.es, de la Real Academia Española, URL de la Página Web: http://www.rae.es/, Fecha de Obtención de la Información: 29 de Mayo de 2011.

b) Nuevo reglamento de Transporte de Hidrocarburos por Ductos

Reglamento aprobado mediante D.S. 081-2007-EM[16], que define las directrices para la concesión y servicio de transporte, definición e identificación de ductos, el uso de bienes públicos y de terceros, determinación de tarifas para el transporte de gas natural e hidrocarburos líquidos, solución de conflictos y protección ambiental; como disposiciones complementarias sustentan las normas de seguridad para el transporte de hidrocarburos por ductos, el sistema de integridad de ductos y procedimientos para control de emergencias.

Las directrices técnicas de diseño y seguridad se sustentan en la aplicación de normas técnicas internacionales[17] como:

- La norma ANSI/ASME B31.4: Liquid Transportation Systems for Hydrocarbons, Liquified Petroleum Gas, Anhydrous Ammonia and Alcohol, cuando se trate del Transporte de Hidrocarburos Líquidos, en la versión vigente al momento de su aplicación.
- La Norma ANSI/ASME B31.8: Gas Transmission and Distribution Piping Systems, cuando se trate del Transporte de Gas Natural, en la versión vigente al momento de su aplicación.

Así mismo, las directrices técnicas de gestión para el sistema de integridad de ductos se deben aplicar:

- La norma ASME B31.8S: Managing System Integrity of Gas Pipelines para el Transporte de Gas Natural.

---

[16] D.S. 081-2007-EM, visitado el 04-junio 2011 http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Hidrocarburos/normas_legales/ds081-2007.pdf

[17] Artículo 7°.- Aplicación de normas técnicas internacionales. Título del Anexo 1 (Normas de seguridad para el transporte de hidrocarburos por ductos) del D.S. 081-2007-EM

- ❖ La norma API 1160: Managing System Integrity for Hazardous Liquid Pipelines, para el Transporte de Hidrocarburos Líquidos.

c) Reglamento de seguridad para las Actividades de Hidrocarburos

Reglamento aprobado mediante D.S. 043-2007-EM[18], que define las directrices para la higiene y seguridad del personal, equipos y sistemas de protección en las actividades de hidrocarburos, condiciones de los campamentos, operaciones de exploración y explotación, operaciones de refinerías y plantas de procesamiento de hidrocarburos, operaciones de transporte y almacenamiento de hidrocarburos y otros productos derivados de los hidrocarburos, comercialización de combustibles líquidos y otros productos derivados de los hidrocarburos, comercialización de gas licuado de petróleo, comercialización de gas natural, entrenamiento e instrucción del personal y las infracciones, sanciones y exoneraciones aplicables a la normativa en mención; así mismo, hacen referencia a las normas nacionales e internacionales y la identificación "UN" de hidrocarburos y otros productos usualmente presentes en las actividades del sector.

2.1.4 Clientes del Sistema de Transporte por Ductos

TgP cuenta con una importante cartera de clientes conformada principalmente por empresas de generación de energía eléctrica, la compañía de distribución de Lima y Callao (Cálidda) y grandes industriales. Para ser cliente directo de TgP, el usuario debe tener un consumo de gas natural no menor a los 30,000 m3/día, caso contrario, el cliente debe contratar el transporte de gas natural a través de Cálidda.

[18] D.S. 043-2007-EM, visitado el 04 de junio del 2011
http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Hidrocarburos/normas_legales/ds043-2007.pdf

- **Generadoras eléctricas**

A diciembre de 2009, las generadoras eléctricas que tienen contrato de transporte vigente con TgP y se encuentran en operación son EDEGEL S.A.A., a través de sus centrales termoeléctricas Ventanilla y Santa Rosa; ENERSUR S.A., con su central Chilca, Kallpa Generación S.A., por medio de su central termoeléctrica Kallpa, y SDF Energía S.A.C, con su planta Oquendo.

En la actualidad, la potencia efectiva a diciembre de 2009 de las centrales a gas natural de Camisea es alrededor de 1,870 MW, lo cual representa aproximadamente el 30% de la capacidad efectiva a nivel nacional.

- **Clientes regulados: Cálidda**

Cálidda es la empresa que presta el servicio de distribución de gas natural dentro del departamento de Lima (área de concesión). Los usuarios con un consumo menor a los 30,000 m3/día mantienen relación contractual por el servicio de suministro de gas natural únicamente con Cálidda. El grupo de usuarios regulados incluye a los clientes residenciales, las pequeñas y medianas industrias, y las estaciones de servicio para automóviles (GNV).

- **Clientes independientes**

Los clientes independientes de TgP son grandes empresas que se dedican a diversas actividades productivas, tales como la industria de metales, petróleo, cementos, cerámicas, vidrios, textiles y alimentos. Estos usuarios consumen más de 30 000 m3/día. A continuación se presentan los clientes independientes con servicio de transporte vigente:

- Alicorp S.A.A.
- Cementos Lima S.A
- Cerámica Lima S.A.
- Cerámica San Lorenzo S.A.C.
- Corporación Aceros Arequipa S.A.
- Corporación Cerámica S.A.
- Minsur S.A
- Owens-Illinois Perú S.A.
- Perú LNG S.R.L.
- Pluspetrol Perú Corporation S.A.
- Sudamericana de Fibras S.A.

El City Gate de Lurín es el lugar de entrega de gas natural para todos los clientes que se encuentran conectados al sistema de distribución de Cálidda. Humay es el punto de entrega del ducto principal Humay Lobería de Pluspetrol Perú Corporation S.A. al cual se encuentran conectados tres compañías en la zona de Pisco: (i) la planta de fraccionamiento de Pluspetrol, (ii) Minsur y (iii) Corporación Aceros Arequipa. En Chilca se dispone de dos conexiones directas para las empresas de generación de electricidad Enersur S.A. y Kallpa Generación S.A. mientras que en Pampa Melchorita está habilitada la conexión para el consumo de la planta de Perú LNG S.R.L.

Proceso de Oferta Pública

Para ser usuario del servicio de transporte de gas natural, existen dos modalidades de contratación. Por un lado, en el servicio de transporte Firme, el usuario establece una capacidad reservada diaria fija y el pago es independiente del uso. Por otro lado, el servicio de transporte Interrumpible es un contrato según el cual el usuario determina una cantidad máxima diaria de transporte, pagando solamente por el uso efectivo de la red de transporte pero estando sujeto a la disponibilidad de la misma.

Según la normativa vigente, cualquier interesado en la contratación del servicio de transporte deberá hacerlo en el marco de un proceso de Oferta Pública de Capacidad de Transporte de Gas Natural. La mencionada Oferta Pública es un evento organizado por TgP, en el cual se ofrece capacidad de transporte disponible en el ducto.

Como parte del proceso de Oferta Pública se establecen fechas para la convocatoria en los diarios de mayor circulación nacional, apertura de sobres y posterior adjudicación.

Décimo Cuarta Oferta Pública

Los resultados de la Décimo Cuarta Oferta Pública para la contratación del Servicio de Transporte Firme y Llamado para la contratación del Servicio de Transporte Interrumpible de Gas Natural y de acuerdo con el Artículo 7º, Literal i) del D.S. Nº 16-2004-EM [19], que aprueba Las Condiciones Generales para la Asignación de Capacidad de Transporte de Gas Natural por Ductos, son publicados por Transportadora de Gas del Perú S.A. el 13 de agosto del 2010.

En el mencionado Proceso de Oferta Pública se firmaron los siguientes contratos (o adendas en el caso de clientes con contrato existente) de Servicio de Transporte:

[19] D.S. 016-2004-EM, visitado el 27 de noviembre de 2011
http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Hidrocarburos/normas_legales/ds016-2004.pdf

ALICORP S.A.A. suscribió una adenda a su contrato de Servicio de Transporte Firme por una CRD[20] de 2 743 m3/día, adicional a la que tiene contratada y que inicia el 14 de Agosto de 2010.

CERAMICA LIMA S.A. suscribió una adenda a su contrato de Servicio de Transporte Firme por una CRD de 26 150 m3/día, adicional a la que tiene contratada y que inicia el 14 de Agosto de 2010.

CEMENTOS LIMA S.A. suscribió una adenda a su contrato de Servicio de Transporte Firme por una CRD de 31 432 m3/día, adicional a la que tiene contratada y que inicia el 14 de Agosto de 2010.Por otra parte, el cliente suscribió una Adenda a su Contrato de Servicio de Transporte Interrumpible por una CIMD[21] de 489 533 m3/día.

CONGAS PERU S.A.C. suscribió un contrato de Servicio de Transporte Firme por una CRD de 4 248 m3/día que inicia el 01 de Noviembre de 2012. A partir del 01 de enero de 2013 esta CRD se incrementa a 235 760 m3/día. Por otra parte, el cliente suscribió un contrato de Servicio de Transporte Interrumpible por una CIMD de 467 m3/día que inicia el 01 de Septiembre de 2010, CIMD que se incrementa gradualmente hasta llegar a un valor de 1 075 310 m3/día.

CORPORACION CERAMICA S.A. suscribió una adenda a su contrato de Servicio de Transporte Firme por una CRD de 790 m3/día, adicional a la que tiene contratada y que inicia el 14 de Agosto de 2010.

EDEGEL S.A.A. suscribió una adenda a su contrato de Servicio de Transporte Firme por una CRD de 489 554 m3/día, adicional a la que tiene contratada y que inicia el 14 de Agosto de 2010.

---

[20] CRD: Capacidad reservada diaria.
[21] CIMD: Cantidades interrumpibles máximas diarias.

ENERSUR S.A. suscribió una adenda a su contrato de Servicio de Transporte Firme por una CRD de 1 019 840 m3/día, adicional a la que tiene contratada y que inicia el 14 de Agosto de 2010.

FENIX S.A. suscribió un contrato de Servicio de Transporte Interrumpible por una CIMD de 2 380 000 m3/día que inicia el 01 de junio de 2012.

GAS NATURAL DE LIMA Y CALLAO S.A. suscribió una adenda a su contrato de Servicio de Transporte Firme por una CRD de 908 251 m3/día, adicional a la que tiene contratada y que inicia el 14 de Agosto de 2010. Por otra parte, el cliente suscribió una Adenda a su Contrato de Servicio de Transporte Interrumpible por una CIMD de 500 000 m3/día.

IRRADIA S.R.L. suscribió un contrato de Servicio de Transporte Interrumpible por una CIMD de 76 456 m3/día que inicia el 01 de julio de 2012.

KALLPA GENERACION S.A. suscribió una adenda a su contrato de Servicio de Transporte Firme por una CRD de 206 039 m3/día, adicional a la que tiene contratada y que inicia el 14 de Agosto de 2010.

OWENS ILLINOIS PERU S.A. suscribió una adenda a su contrato de Servicio de Transporte Firme por una CRD de 5 302 m3/día, adicional a la que tiene contratada y que inicia el 14 de Agosto de 2010. Por otra parte, el cliente suscribió una Adenda a su Contrato de Servicio de Transporte Interrumpible por una CIMD de 45 000 m3/día.

TERMOCHILCA S.A.C. suscribió un contrato de Servicio de Transporte Interrumpible por una CIMD de 1 275 000 m3/día que inicia el 31 de diciembre de 2011.

Tabla 2.1. Tarifas de Servicio de Transporte de Gas Natural

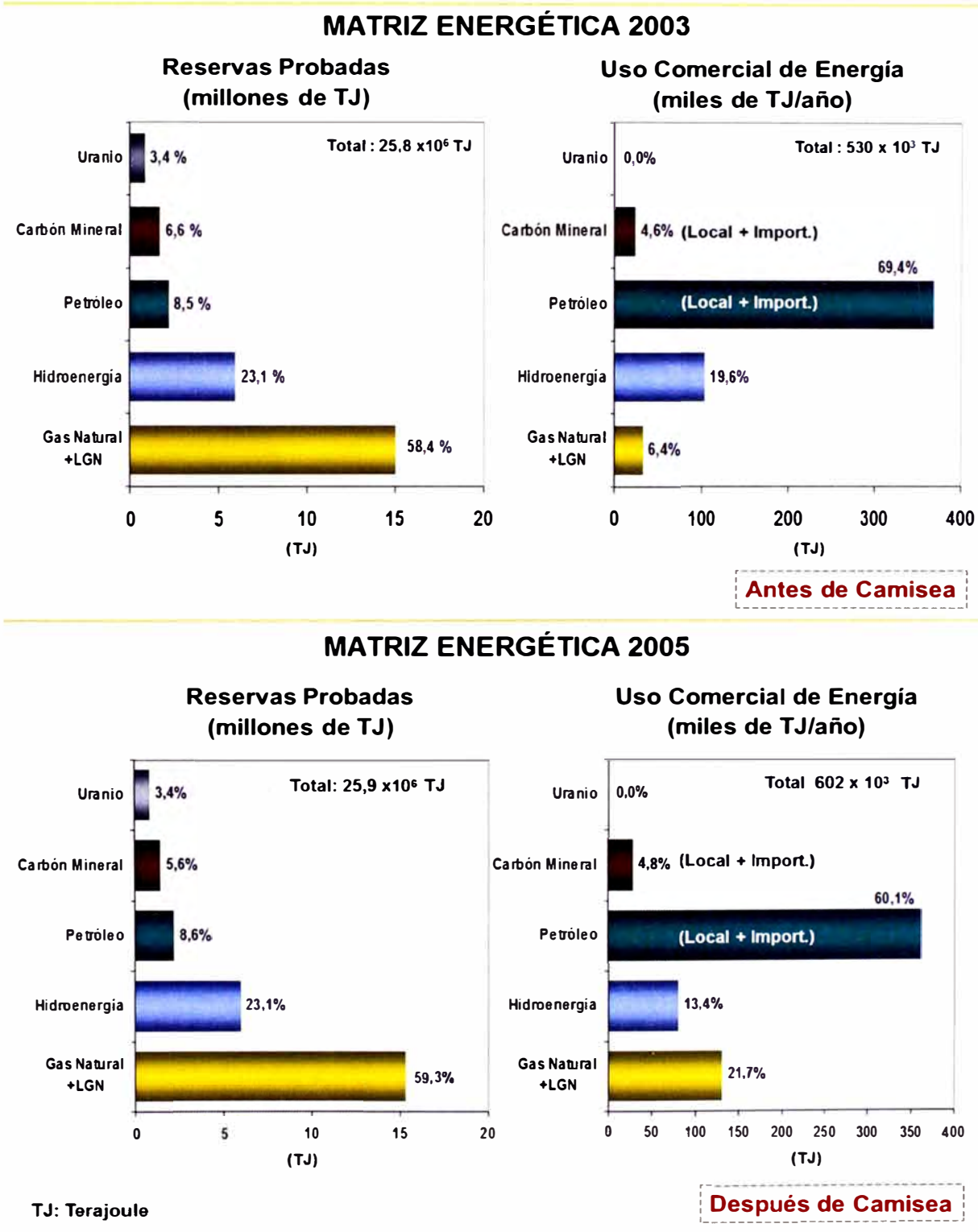
Vigencia	Tipo de Usuario	Tipo de Servicio	Tarifa Aplicable [US$/mil m3]
Mayo 2010 / Feb 2011	Tarifa Base (generación eléctrica)	Firme	33.8911
		Interrumpible	37.6568
	Tarifa Regulada (para otros usuarios)	Firme	33.8911
		Interrumpible	37.6568

2.1.5 Mercado Energético Peruano[22]

La matriz energética peruana ha cambiado positivamente gracias al proyecto Camisea, ha sido y es preocupación del estado peruano cambiar la matriz mediante el desarrollo de fuentes primarias disponibles en el país dejando de consumir lo que el país no produce (principalmente petróleo), así mismo, se busca promover el desarrollo de las fuentes renovables de energía: hidroenergía, energía geotérmica, eólica, solar y biocombustibles.

En la siguiente figura se aprecia el impacto del proyecto Camisea en la matriz energética para el primer año de operación del proyecto (Camisea inició operaciones en Agosto del 2004).

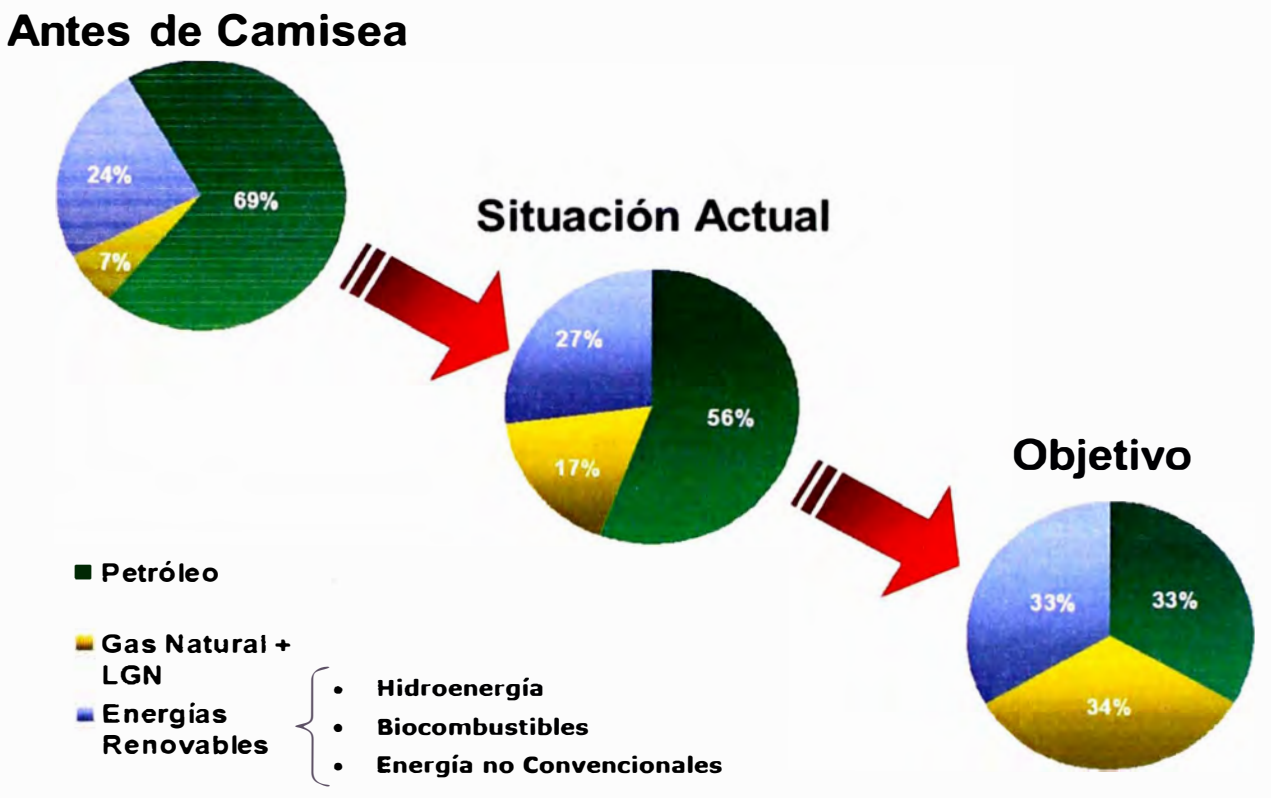
[22] La Matriz Energética Peruana y las Oportunidades de Negocios en el Sub Sector Hidrocarburos, exposición del Ing. Gustavo Navarro, Director General de Hidrocarburos - Ministerio de Energía y Minas, Julio 2007.



Fuente DGH MINEM

Figura 2.6. Matriz energética peruana 2003 y 2005

El gas natural ya forma parte importante del consumo de combustibles en el mercado nacional tanto para los sectores industrial, comerciales y de generación eléctrica. En este último sector, el gas natural desplazó al diesel y alrededor del 35% de la energía eléctrica, el cambio de la matriz energética que aspira el estado peruano se resume (a grandes rasgos) en la siguiente figura.



Fuente DGH MINEM

Figura 2.7. Matriz energética aspirada a futuro

2.2 Normativa Aplicable

2.2.1 Tuberías

Un tubo es una pieza hueca, de forma por lo común cilíndrica y generalmente abierta por ambos extremos. El presente informe se ajusta a los requisitos dimensionales de ASME/ANSI B36.10M Welded and Seamless Wrought Steel Pipe.

Las tuberías son especificadas completamente cuando se identifican sus dimensiones y materiales. La mayoría de las tuberías son de acero al carbono (dependiendo del servicio) y se fabrica con diferentes estándares de la ASTM.

Hay muchas cosas que son importantes para determinar el material adecuado. Los más importantes de estos son la presión, temperatura, tipo de producto, dimensiones, costos, lugar de instalación, etc. Las tuberías de acero al carbono tienen propiedades mecánicas que satisfacen requerimientos de presión (cargas internas, externas, axiales de compresión y tracción), temperatura, resistencia a la corrosión, entre otros; y su característica más importante es el bajo costo económico en comparación con tuberías hechas de otros materiales. Sus principales aplicaciones son para líneas de agua, gas y aguas residuales. Tuberías de otros materiales como polímeros e inoxidables son relativamente caros y se seleccionan por sus características particulares de resistencia a la corrosión, procesos químicos, fluidos corrosivos activos, gases corrosivos, fluidos peligrosos, ácidos minerales diluidos o por su buena transferencia de calor y resistencia a temperaturas extremas.

El tamaño de la tubería se especifica con dos números adimensionales, el NPS[23] del diámetro sobre la base de pulgadas, y un schedule (SCH[24]) de espesor de la pared.

a) Historia

En marzo de 1927, la American Standards Association[25] autorizó un comité para estandarizar las dimensiones de tuberías de acero forjado y hierro forjado. En ese momento sólo una pequeña selección de espesores de pared estaban en uso: STD (standard wall), XS (extra strong wall) y XXS (double extra strong wall), las dos últimas mencionadas también son conocidas como XH (extra heavy wall) y XXH (double extra heavy wall), basados en el Iron Pipe Size (IPS) que regulaba el sistema en esa época; sin embargo, estas tres medidas no se ajustaban a todas las aplicaciones que requería la industria. Luego de sondeos en el mercado industrial, el comité creó un sistema de números "schedule" que designaban los espesores de pared con menores intervalos entre estos, es decir, mayor cantidad de espesores para cada diámetro.

La intención original era que cada schedule se refiera a un rating de presión nominal dado, sin embargo los schedule se desviaron de la intención original por la versatilidad de aplicaciones del mismo. Además, en 1939, se decidió que las denominaciones STD, XS y XXS serían remplazados por sus equivalentes schedules, sin embargo estos términos todavía son de uso común hoy en día. Dado que el Schedule original creado se limitaba a ciertos criterios, hubo

[23] NPS: Nominal Pipe Size
[24] SCH: Schedule, conocido también como cédula.
[25] ASA: American Standards Association

muchas revisiones y adiciones a las tablas de tamaños de tubería basada en el uso de la industria y las normas de la API, ASTM y otros.

b) Tamaño nominal del tubo

El tamaño nominal del tubo (NPS) es un conjunto de tamaños estándares para tubos en Norteamérica, es utilizado indistintamente para altas o bajas presiones y temperaturas. La fabricación de tuberías desde NPS 1/8 hasta NPS 12, inclusive, se sustentan en la estandarización de su diámetro externo; a partir de NPS 14 el nominal coincide con el diámetro externo del tubo. En la tabla 2.1.se aprecia lo descrito, esta tabla se complementa en el anexo 01 donde se visualizan valores de diámetros internos y externos para diferentes NPS.

Tabla 2.2. Diámetros externos asociados a algunos NPS

NPS	Diámetro externo (pulgadas)
1	1.315
2	2.375
4	4.500
8	8.625
12	12.750
14	14.000
18	18.000
24	24.000

La Organización Internacional de Normalización (ISO) también emplea un sistema de designación para los NPS, el Diámetro nominal (DN) que utiliza el sistema de unidades métricas. Por ejemplo, DN 80 es la designación equivalente de NPS 3. A continuación una tabla con los equivalentes de NPS y DN.

Tabla 2.3. Equivalencia entre NPS y DN

NPS	½	¾	1	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	3 ½	4	Sistema ingles
DN	15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	Sistema internacional

Nota: Para NPS ≥ 4, la relación se consigue multiplicando el NPS por 25 (DN), por ejemplo, si se tiene en NPS 8 entonces en el sistema internacional se tiene DN 200

c) Schedule

Para un NPS existen diferentes espesores de pared[26] que son identificados, no en todos los casos, por un número de Schedule que asocia un espesor de pared ya definido en la norma ASME/ANSI B36.10M. Recordar que independientemente del schedule las tuberías de un determinado diámetro tienen el mismo diámetro exterior (no obstante las tolerancias de fabricación). En la tabla 2.4 se aprecia lo descrito, valores de schedule para diferentes NPS.

[26]wt: wall thicknesses (espesor de pared)

Tabla 2.4. Espesores de Pared y SCHEDULE

NPS (Nominal Pipe Size)	Diámetro externo (pulgadas)	Identificación			Wall Thickness *- t -* *(pulgadas)*	Diámetro Interno *- d -* *(pulgadas)*
		Acero al carbono		Acero inoxidable Schedule No.		
		Iron Pipe Size	Schedule No.			
1/2	0.84	.	.	5S	0.065	0.71
		.	.	10S	0.083	0.674
		STD	40	40S	0.109	0.622
		XS	80	80S	0.147	0.546
		.	160	.	0.187	0.466
		XXS	.	.	0.294	0.252
2	2.375	.	.	5S	0.065	2.245
		.	.	10S	0.109	2.157
		STD	40	40S	0.154	2.067
		XS	80	80S	0.218	1.939
		.	160	.	0.344	1.687
		XXS	.	.	0.436	1.503
4	4.5	.	.	5S	0.083	4.334
		.	.	10S	0.12	4.26
		STD	40	40S	0.237	4.026
		XS	80	80S	0.337	3.826
		.	120	.	0.438	3.624
		.	160	.	0.531	3.438
		XXS	.	.	0.674	3.152
8	8.625	.	.	5S	0.109	8.407
		.	.	10S	0.148	8.329
		.	20	.	0.25	8.125
		.	30	.	0.277	8.071
		STD	40	40S	0.322	7.981
		.	60	.	0.406	7.813
		XS	80	80S	0.5	7.625
		.	100	.	0.594	7.437
		.	120	.	0.719	7.187
		.	140	.	0.812	7.001
		XXS	.	.	0.875	6.875
		.	160	.	0.906	6.813

En el anexo 01 se complementa esta tabla. A medida que aumenta el schedule se incrementa el espesor de pared y el diámetro interno se reduce, si bien no existe una regla única para determinar el schedule existen convenciones que facilitan su identificación y son como sigue:

- El standard (STD) y SCH 40 son idénticos para NPS 10 (DN 250) e inferiores.
- El standard (STD) para NPS 12 (DN 300) y superiores es 0.375" (3/8").
- El extra-strong (XS) y SCH 80 son idénticos para NPS 8 (DN 200) e inferiores.
- El extra-strong (XS) para NPS 8 (DN 200) y superiores es 0.500" (1/2").

Sobre la base de lo expuesto y con el sustento de la ASME/ANSI B36.10M es posible designar correctamente un tubo, por ejemplo:

Tabla 2.5. Designación de tuberías

Tubo 6" SCH 80	
Diámetro externo	6.625"
Espesor de Pared	0.432"
Diámetro interno	5.761"

Tubo 18" SCH 40	
Diámetro externo	18.000"
Espesor de Pared	0.562"
Diámetro interno	16.876"

2.2.2 Selección de Materiales

La selección de materiales para las tuberías y diferentes accesorios se sustenta, para la mayoría, en las normas ASTM. Estas normas ASTM definen el proceso de fabricación específico del material y determinan la composición química exacta, a través de los porcentajes de las cantidades permitidas de carbono, magnesio, níquel, etcétera, y se indican con *Grado*.

A continuación se ilustra, como ejemplo, una tabla con los requisitos químicos y de resistencia para tuberías de acuerdo con la norma ASTM A106 Grado A, B y C. Así mismo una tabla con los grados frecuentes para tuberías y accesorios, estas van de la mano como un grupo.

Tabla 2.6. ASTM A106, Requerimientos Químicos y de Resistencia

Requerimientos Químicos	Grado A	Grado B	Grado C
Carbono (máx)	0.25	0.30	0.35
Manganeso	De 0.27 a 0.93	De 0.29 a 1.06	De 0.29 a 1.06
Fósforo (máx)	0.03	0.03	0.03
Azufre (máx)	0.03	0.03	0.03
Silicio (mín)	0.10	0.10	0.10
Resistencias mínimas	**Grado A**	**Grado B**	**Grado C**
Tensión de fluencia (psi)	30000	35000	40000
Tensión de rotura (psi)	48000	60000	70000

En la tabla 2.7 se observa que el ASTM A105 no tiene grado (a diferencia de todos los demás), sin embargo muchas veces se encuentra la designación ASTM A105N que no representa un grado sino que el material ha sido normalizado. La normalización es un tipo de tratamiento térmico, aplicable a los metales ferrosos solamente, el objetivo de la normalización es eliminar las tensiones internas inducidas.

Tabla 2.7. Materiales de uso frecuente en Sistemas de Tuberías - ASTM

Material	Tubería	Accesorios	Bridas	Válvulas	Esparragos y Tuercas
Acero al Carbono	A106 Gr A	A234 Gr WPA	A105	A216 Gr WCB	A193 Gr B7 A194 Gr 2H
	A106 Gr B	A234 Gr WPB	A105	A216 Gr WCB	
	A106 Gr C	A234 Gr WPC	A105	A216 Gr WCB	
Aleación de Acero al Carbono Altas Temperaturas	A335 Gr P1	A234 Gr WP1	A182 Gr F1	A217 Gr WC1	A193 Gr B7 A194 Gr 2H
	A335 Gr P11	A234 Gr WP11	A182 Gr F11	A217 Gr WC6	
	A335 Gr P12	A234 Gr WP12	A182 Gr F12	A217 Gr WC6	
	A335 Gr P22	A234 Gr WP22	A182 Gr F22	A217 Gr WC9	
	A335 Gr P5	A234 Gr WP5	A182 Gr F5	A217 Gr C5	
	A335 Gr P9	A234 Gr WP9	A182 Gr F9	A217 Gr C12	
Aleación de Acero al Carbono Bajas Temperaturas	A333 Gr 5	A420 Gr WPL6	A350 Gr LF2	A352 Gr LCB	A320 Gr L7 A194 Gr 7
	A333 Gr 3	A420 Gr WPL3	A350 Gr LF3	A352 Gr LC3	
Acero Inoxidable Austenítico	A312 Gr TP304	A403 Gr WP304	A182 Gr F304	A182 Gr F304	A193 Gr B8 A194 Gr 8
	A312 Gr TP316	A403 Gr WP316	A182 Gr F316	A182 Gr F316	
	A312 Gr TP321	A403 Gr WP321	A182 Gr F321	A182 Gr F321	
	A312 Gr TP347	A403 Gr WP347	A182 Gr F347	A182 Gr F347	

2.2.3 Accesorios

En un sistema de tuberías los accesorios son usados para cambiar de dirección, realizar derivaciones, para el cambio de diámetro en la tubería o para el cambio de características físicas en el sistema, todos estos accesorios son mecánicamente unidos al sistema.

Existen diferentes tipos de accesorios pero son los mismos para los diferentes diámetros y SCH de tuberías. Los accesorios se dividen en tres grupos:

Buttweld (BW), accesorios de soldadura a tope cuyas dimensiones y tolerancias están definidas en la norma ASME B16.9: Factory Made Wrought Steel Buttwelding Fittings.

Socket Weld (SW), accesorios de soldadura en filete cuyas clases[27] 3000, 6000, 9000 están definidas en la norma ASME B16.11: Forged Steel Fittings, Socket-Welding and Threaded.

Threaded (THD), accesorios roscados cuyas clases 2000, 3000, 6000 estan definidas en la norma ASME B16.11: Forged Steel Fittings, Socket-Welding and Threaded.

a) Accesorios Buttweld (BW)

Los accesorios más usados se muestran en la siguiente figura:

Figura 2.8. Accesorios buttweld más usados: 1. Cado 90° radio largo, 2. Codo 45°, 3. Codo 90° radio corto, 4. Codo 180° radio largo, 5. Codo 180° radio corto, 6. Tee, 7. Tee con reducción, 8. Reducción concéntrica, 9. Reducción excéntrica y 10. Casquete (Cap)

[27] Clase o *Class* (en inglés) define que el accesorio está diseñado para operación hasta un máximo de X psi, siendo X la clase.

La utilización de estos accesorios tiene muchas ventajas sobre las demás, por ejemplo:

- Soldados correctamente no presentan pérdidas.
- La estructura de metal continua entre el tubo y accesorio adiciona resistencia al sistema de tuberías.
- Conserva la superficie interior lisa y tienen cambios graduales de dirección que reducen pérdidas de presión, turbulencia, minimizan la acción de corrosión y erosión en el mismo.
- El sistema de tuberías ocupa un menor espacio.

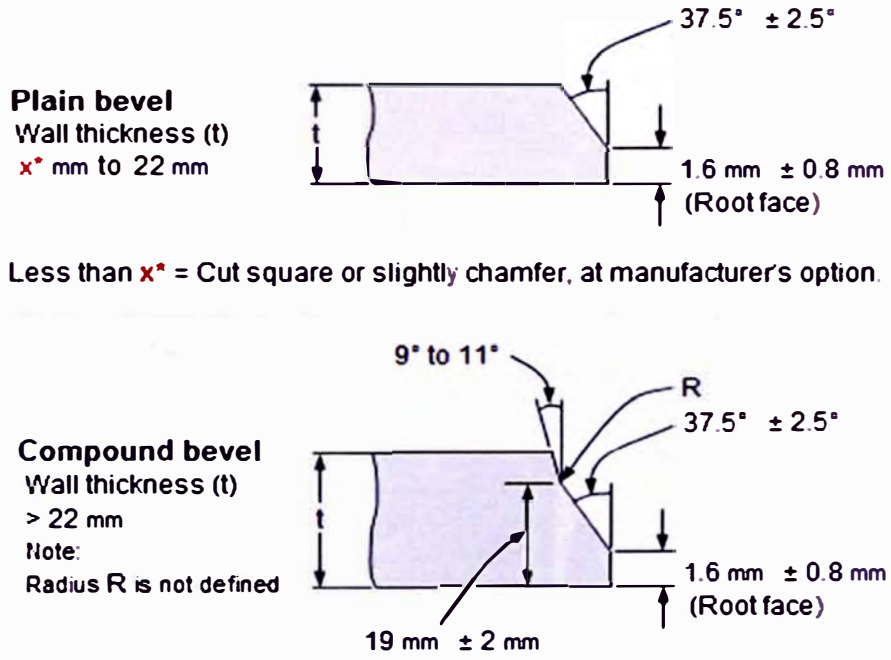


Figura 2.9. Preparación de biseles según ASME B16.25

Los extremos de estos accesorios son biselados, el ASME B16.25 Buttwelding Ends define la preparación de extremos biselados para estos accesorios que son unidos al sistema de tuberías por algún proceso de soldadura. Este incluye los requerimientos

de preparación de biseles internos y externos (incluyendo las dimensiones y tolerancias), estos requisitos de preparación de extremos están incorporados en la ASME B16.9, B16.5 y B16.34.

b) Accesorios Socket Weld (SW)

Estos accesorios, definidos en la norma ASME B16.11 Forged Steel Fittings, Socket-Welding and Threaded, tienen una sección donde se inserta la tubería y son soldados al mismo. Algunas válvulas y bridas también poseen lados de unión SW, en contraste con los BW, estos se utilizan principalmente para pequeños diámetros de tuberías (*small bore piping*); generalmente para tuberías NPS 2 o menores.

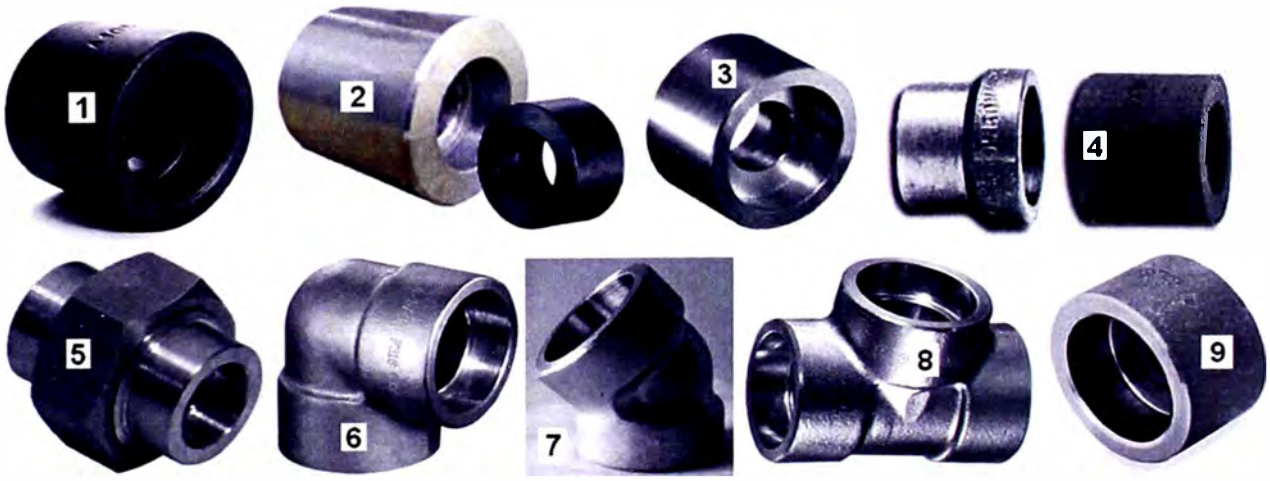


Figura 2.10. Accesorios SW más usados: 1. Cupla Completa SW, 2. Media Cupla SW, 3. Cupla Reducción SW, 4. Inserto Reductor SW (MSS SP-79), 5. Unión SW (MSS SP-83), 6. Codo 90° SW, 7. Codo 45° SW, 8. Tee SW y 9. Tapón SW (cap)

Las uniones SW emplean procesos de soldadura en filete, estas uniones adquieren mayor valor porque son ideales al garantizar altos valores de integridad en pérdidas, buena resistencia estructural e importantes condiciones de diseño.

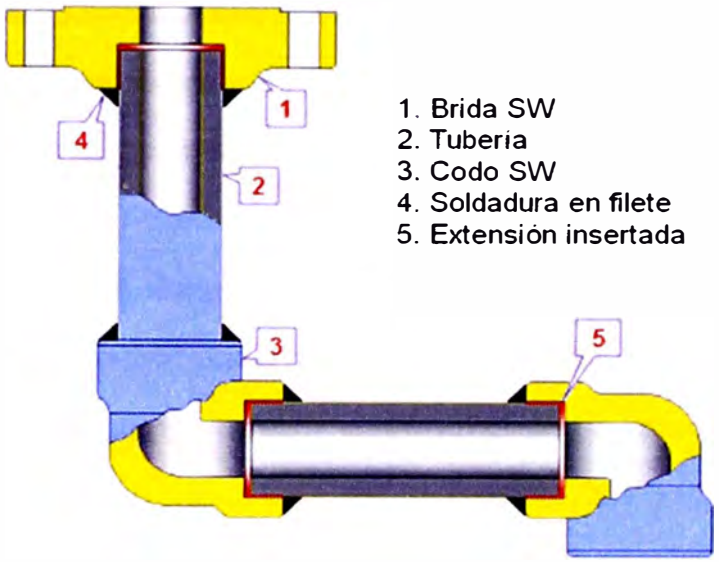


Figura 2.11. Disposición de accesorios SW

Los accesorios SW son usados generalmente para altas presiones y variados procesos industriales, estos accesorios están disponibles en las siguientes clases 3000, 6000 y 9000 psi.

Tabla 2.8. Tipos de accesorios SW por clases, diámetro y schedule

Descripción	Clases		
	3000 psi	6000 psi	9000 psi
Codos 90° y 45°	½ - 4	½ - 2	½ - 2
Tee, cruces, cuplas y medias cuplas	½ - 4	½ - 2	½ - 2
Tapones	½ - 4	½ - 2	½ - 2
Espesor de pared	SCH 80 & XS	SCH 160	XXS

Las ventajas de accesorios SW son:

- La tubería no necesita preparación de bisel para soldarla.
- No es necesario el apuntalamiento para la alineación, pues en principio la tipo de instalación asegura el alineamiento correcto.
- El metal de soldadura no penetra el espesor de pared de la tubería.
- Se pueden utilizar en lugar de conexiones roscadas, por lo que el riesgo de pérdida es mucho menor.
- El costo de construcción con accesorios SW es menor que con accesorios BW por la no exigencia del ajuste y preparación de biseles para la soldadura, también podrían considerar que estas juntas son inspeccionadas con tintes penetrantes y partículas magnéticas abaratando el costo respeto a gammagrafía.

Las desventajas de accesorios SW son:

- El soldador debe asegurarse la dilatación del tubo de 1/16" (1.6 mm) descritos en la norma ASME B31.1 párrafo 127.3, que dice: "En el montaje de la articulación antes de la soldadura, la tubería o el tubo se inserta en el zócalo de la profundidad máxima y luego se retira aproximadamente 1/16"(1.6 mm) a partir del contacto entre el extremo de la tubería y el hombro de la toma".
- Las consideraciones del 1/16" por dilatación y posibles fisuras internas en el extremo insertado de la tubería promueve la corrosión, así mismo, se acumularían sólidos en dichas secciones haciéndolos más vulnerables a los ataques de ambiente.

Para aplicaciones de la industria alimentaria no es recomendable esta unión por dejar superposiciones y grietas que resultan difíciles de limpiar.

c) Accesorios Threaded (THRD)

Las uniones roscadas representan probablemente el método más antiguo de unión para sistemas de tuberías. Al igual que los accesorios SW, los accesorios roscados son usados principalmente para tuberías de diámetros pequeños (para NPS 2 o menores).

Las dimensiones estandarizadas para tuberías roscadas cónicas están definidas en la norma ASME B1.20.1. National Pipe Thread Taper, este documento define todos los requerimientos dimensionales para uniones roscadas cónicas como el número de hilos por pulgada y diámetro de paso para diferentes diámetros.

Los sistemas de tuberías roscados son comúnmente usados por su bajo costo e instalaciones no críticas como instalaciones de agua domiciliaria, sistemas contraincendios y refrigeración industrial. No obstante, también se usa en instalaciones de alta presión (diámetros menores) e instrumentación. Estos accesorios están disponibles en tres ratings de presión: 2000psi, 3000psi Y 6000psi.

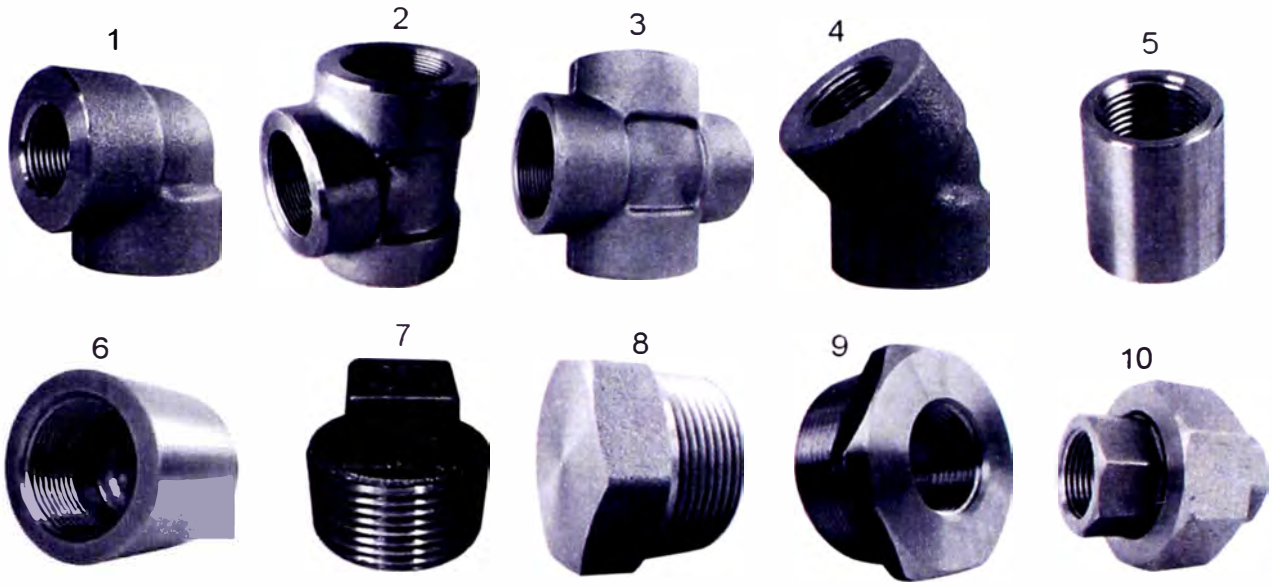


Figura 2.12. Accesorios roscados: 1. Codo 90°, 2. Tee, 3. Cruz, 4. Codo 45°, 5. Cupla, 6. Tapón (Cap), 7. Tapón de cabeza cuadrada, 8. Tapón de cabeza hexagonal, 9. Bushing con cabeza hexagonal y 10. Unión (MSS SP-83)

Tabla 2.9. Tipos de accesorios NPT por clases, diámetro y schedule

Descripción	Clases		
	2000 psi	3000 psi	6000 psi
Codos 90° y 45°	½ - 4	½ - 2	½ - 2
Tee, cruces y cuplas	½ - 4	½ - 2	½ - 2
Tapones y medias cuplas	½ - 4	½ - 2	½ - 2
Espesor de pared	SCH 80 and XS	SCH 160	XXS

Los bushings no están identificados en la tabla anterior, ellos pueden ser usados hasta la clase 6000.

Roscas NPT

La American National Pipe Thread Taper (NPT), es la unión roscada más conocida y extensamente usada que proporciona una unión mecánica y sello hidráulico; ya que poseen una conicidad hembra y macho que son unidas con cintas de teflón o componentes de unión.

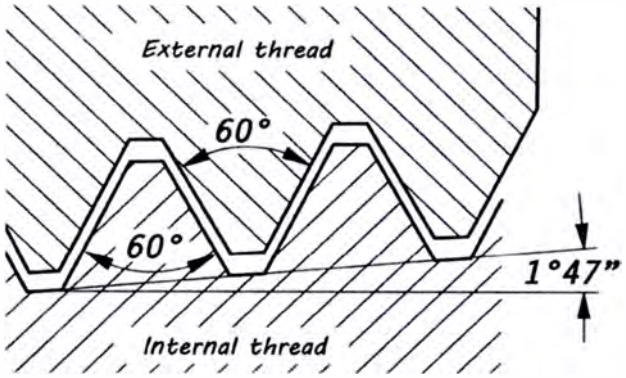


Figura 2.13. Roca NPT

Las ventajas de accesorios roscados (NPT) son:

- La productividad (instalación) con este tipo de accesorios es alta y no requieren de personal altamente especializado.
- La integridad en cuanto a pérdidas en la línea es muy buena sobre todo a bajas presiones y temperaturas, siempre que el sistema no esté afectado de vibraciones.

Las desventajas de accesorios roscados (NPT) son:

- Los cambios bruscos (rápidos) de temperatura pueden dar lugar a fugas debido a la expansión térmica diferencial entre la tubería y accesorios.

- La vibración puede provocar fallas por fatiga en sistemas de tuberías roscados, debido a los efectos en la intensificación de la tensión causada por las muescas agudas en la base de los hilos.
- En los sistemas de tuberías para fluidos peligrosos se debe evitar, si fuera posible, las conexiones roscadas. Su vulnerabilidad a los daños por fatiga es significativo, especialmente en ambientes corrosivos.

2.2.4 Bridas

Una brida es un accesorio que permite la conexión de tuberías, válvulas, bombas y otros equipos para formar un sistema de tuberías. También ofrece un fácil acceso para la limpieza, inspección o modificación. Las bridas son generalmente soldadas o atornilladas, las uniones con bridas se hacen por medio de espárragos y une dos bridas con una junta entre ellos para proporcionar un sello.

Algunas bridas están hechas de hierro fundido y hierro dúctil, pero las bridas para tuberías según el estándar ASME/ANSI B16.5 o ASME/ANSI B16.47 normalmente están hechas a partir de forja con las caras mecanizadas. Se clasifican según su clase de presión (una relación a partir de la cual se puede obtener una curva según la resistencia al efecto conjunto presión-temperatura). Las clases de presión (pressure classes o rating, en inglés) se expresan en libras por pulgada cuadrada (lb / in2 o, simplemente, el símbolo #).Las clases más usuales son: 150#, 300#, 600#, 900#, 1500# y 2500#, aunque ASME B16.47 reconoce la clase 75# la cual está pensada para presiones y temperaturas de trabajo de baja exigencia.

Cuanto mayor es la clase de presión de las bridas de una red de tuberías, mayor resistencia presentará dicha red al efecto conjunto de la presión y la temperatura. Así, por ejemplo, un sistema con clase 150# difícilmente soportaría unas condiciones de presión y temperatura de 30 bar y 150 °C, mientras que una clase 300# sería la ideal para esas condiciones. Cuanto mayor es la clase de tuberías de una brida, mayor es su precio, por lo que resultaría un gasto no justificado el empleo de unas bridas de 600# para este caso concreto.

Tabla 2.10. Máxima Presión de Operación según ASME B16.5 (presiones en psi)

Temperatura	Ratings						
(°F)	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 20 a 100	285	740	990	1480	2220	3705	6170
200	260	675	900	1350	2025	3375	5625
300	230	655	875	1315	1970	3280	5470
400	200	635	845	1270	1900	3170	5280
500	170	600	800	1200	1795	2995	4990
600	140	550	730	1095	1640	2735	4560
650	125	535	715	1075	1610	2685	4475
700	110	535	710	1065	1600	2665	4440
750	95	505	670	1010	1510	2520	4200
800	80	410	550	825	1235	2060	3430
850	65	270	355	535	805	1340	2230
900	50	170	230	345	515	860	1430
950	35	105	140	205	310	515	860
1000	20	50	70	105	155	260	430

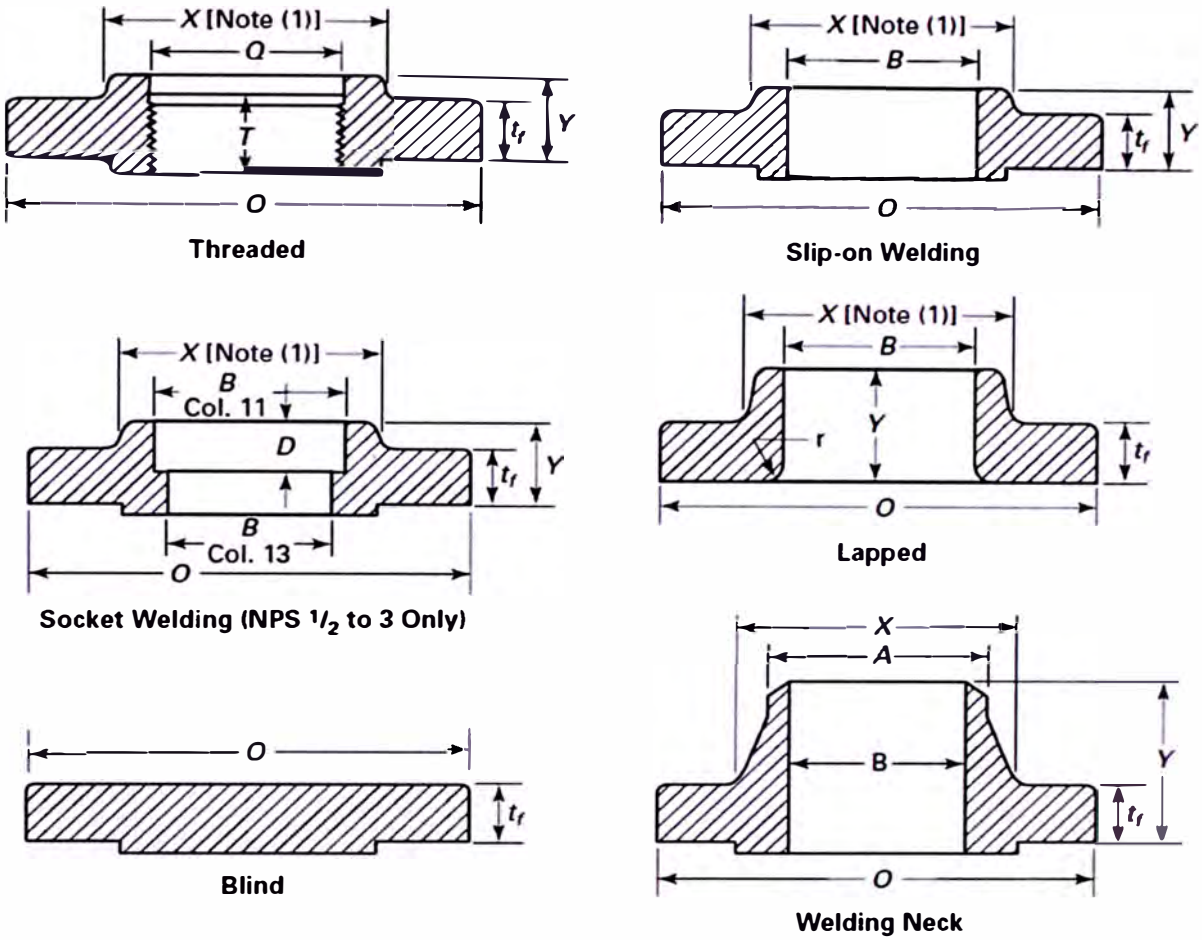


Table 11 Dimensions of Class 300 Flanges

Figura 2.13. Tipos de bridas, extracto del ASME B16.5 para 300#

Las ventajas de uniones bridadas son:

- Facilidad del montaje y desmontaje mecánico sin ser destructivo, es posible reutilizar los accesorios. Versatilidad en los trabajos de mantenimiento.
- No es necesario END alguno para determinar pérdidas en una unión bridada, es determinada por métodos simples y prácticos.
- Las uniones bridadas con juntas tipo anillo, ring joint, son autoalineantes.

Las desventajas de uniones bridadas son:

- Las uniones bridadas con juntas tipo empaque, race face, presentan dificultad en su alineación.
- La vibración puede provocar desajuste en las tuercas, desalineamiento en la unión por tener espárragos sueltos.

TORQUEO EN UNIONES BRIDADAS

Debido a la importancia de las juntas es necesario que por procedimiento los puntos que garantizan una buena unión sean inspeccionados, registrados y controlados, especificando los valores, rangos o tolerancias a los que cada uno está sujeto. El descuido de solo uno de esos puntos puede causar que la junta no realice su función y una falla se presente desde el momento de ponerla en servicio o mucho tiempo después.[28]

El torque a aplicar está en función de las dimensiones de la tuerca/esparrago y el material de las mismas, los espárragos están definidos en ASTM A193 (grado B7) y las tuercas en ASTM A194 (grado 2H), pudiendo ser galvanizadas para aplicaciones en ambientes corrosivos. En la siguiente tabla se muestran los torques aplicables para distintas dimensiones de tuercas y materiales de los mismos, independientemente de las dimensiones y ratings de las bridas.

[28] Obtenido de publicación "**ALGO SOBRE TORQUE"**, DTA de México S. A.

Tabla 2.11. Torque en bridas

ASTM A193 B7						
		Proof	Clamp			
		Load (lbs)	Load (lbs)	Tightening Torque (ft lbs)		
Bolt Size	TPI			Waxed	Galv	Plain
1/4"	20	3350	2513	5	13	10
5/16"	18	5500	4125	11	27	21
3/8"	16	8150	6113	19	48	38
7/16"	14	11150	8363	30	76	61
1/2"	13	14900	11175	47	116	93
9/16"	12	19100	14325	67	168	134
5/8"	11	23750	17813	93	232	186
3/4"	10	35050	26288	164	411	329
7/8"	9	48500	36375	265	663	530
1	8	63650	47738	398	995	796
1 1/8	7	80100	60075	563	1408	1126
1 1/4	7	101750	76313	795	1987	1590
1 3/8	6	121300	90975	1042	2606	2085
1 1/2	6	147550	110663	1383	3458	2767
1 3/4	5	199500	149625	2182	5455	4364
2	4 1/2	262500	196875	3281	8203	6563
2 1/4	4 1/2	341250	255938	4799	11997	9598
2 1/2	4	420000	315000	6563	16406	13125
2 3/4	4	468500	351263	8050	20124	16100
3	4	567150	425363	10634	26585	21268
3 1/4	4	674500	505875	13701	34252	27402
3 1/2	4	791350	593513	17311	43277	34622
3 3/4	4	917700	688275	21509	53771	43017
4	4	1052600	789450	26315	65788	52630

Las tuercas deben ser ajustadas siguiendo un orden opuesto de 180°. Las secuencias recomendadas de torque se muestran en la siguiente figura:

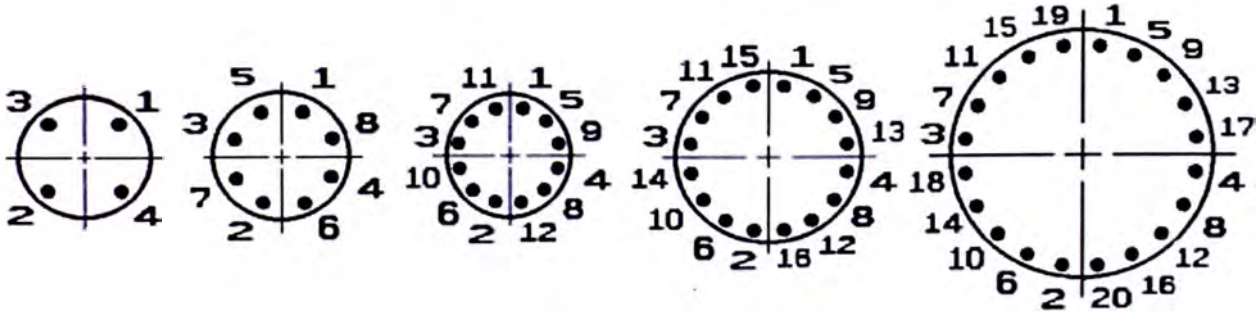


Figura 2.14. Secuencia de torquéo para uniones bridadas

2.2.5 Válvulas

Las válvulas son dispositivos mecánicos que controlan el flujo y la presión dentro de un sistema o proceso. Son componentes esenciales de un sistema de tuberías que transporta líquidos, gases, vapores, lodos etc. La diferencia entre los tipos de válvulas radica en la función de la misma, ejemplo de estas son: válvulas de compuerta, globo, tapón, bola, mariposa, check, diafragma, pinch, de alivio de presión y control. Cada uno de estos tipos tiene una serie de modelos con diferentes características y capacidades funcionales, algunas válvulas son auto-operadas, mientras que otras de forma manual o con un actuador eléctrico, neumático o hidráulico.

Algunas funciones de las válvulas son las siguientes:

- Detener e iniciar el flujo.
- Reducir o aumentar el flujo.
- El control de la dirección del flujo.
- La regulación de un caudal o la presión del proceso.
- Aliviar un sistema de tuberías de una cierta presión, también es aplicable a equipos.

Hay muchos diseños de válvulas, tipos y modelos, con una amplia gama de aplicaciones industriales. Todos cumplen uno o más de las funciones señaladas anteriormente.

Las válvulas son accesorios caros y muy importantes por las funciones que cumplen en un determinado proceso o sistema; por lo tanto es gravitante su correcta selección

(material, rating de operación, fluido de trabajo, etc.), manipuleo por personal calificado y adecuado mantenimiento.

RATINGS DE PRESIÓN Y TEMPRATURA

El estándar ASME B16.34[29] define tres tipos de clases: estándar, especial y limitada, cubriendo con esto las clases de operación 150, 300, 400, 600, 900, 1500, 2500 y 4500. Las limitaciones y consideraciones que deben acatarse para las válvulas con extremos bridados, roscados y soldables se encuentran circunscritas en el referido estándar.

CLASIFICACIÓN DE LAS VÁLVULAS

Las siguientes son algunas de las clasificaciones de la válvula de uso común, basado en el movimiento mecánico, como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 2.12. Tipos de Válvulas

Tipos de válvulas	Válvulas de movimiento lineal	Válvulas de movimiento rotativo	Válvulas de un cuarto de vuelta
Válvula de compuerta	X		
Válvula de globo	X		
Válvula tapón		X	X
Válvula de bola		X	X
Válvula mariposa		X	X
Válvula check		X	
Válvula de diafragma	X		
Válvula pinch	X		
Válvula de alivio	X		

[29] ASME B16.34: Valves Flanged, Threaded and Welding End.

a) Válvula de Compuerta

Esta válvula efectúa su cierre con un disco vertical plano o de forma especial, y que se mueve verticalmente al flujo del fluido. Por su disposición es adecuada generalmente para control todo-nada, ya que en posiciones intermedias tiende a bloquearse. Tiene la ventaja de presentar muy poca resistencia al flujo de fluido cuando está en posición de apertura total.

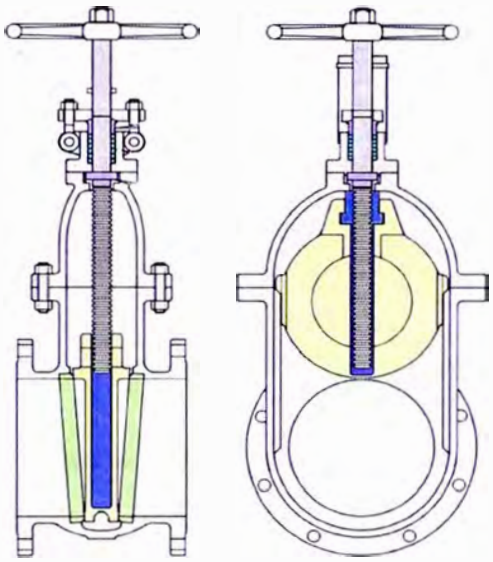


Figura 2.15. Válvula de Compuerta

b) Válvula de Globo

Siendo de simple asiento, de doble asiento y de obturador equilibrado respectivamente. Las válvulas de simple asiento precisan de un actuador de mayor tamaño para que el obturador cierre en contra de la presión diferencial del proceso. Por lo tanto, se emplean cuando la presión del fluido es baja y se precisa que las fugas en posición de cierre sean mínimas. El cierre estanco se logra con obturadores provistos de una arandela de teflón. En la válvula de doble asiento o de obturador equilibrado la fuerza de desequilibrio desarrollada por la

presión diferencial a través del obturador es menor que en la válvula de simple asiento. Por este motivo se emplea en válvulas de gran tamaño o bien cuando deba trabajarse con una alta presión diferencial. En posición de cierre las fugas son mayores que en una válvula de simple asiento.

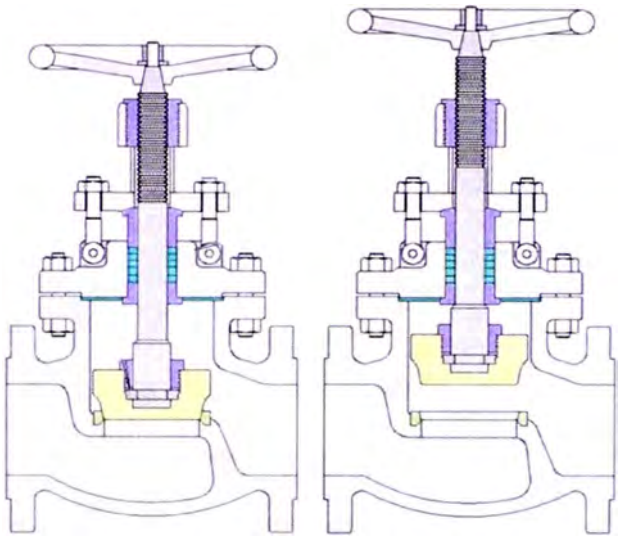


Figura 2.16. Válvula de Globo

c) Válvula Tapón

Son válvulas cuyo elemento obturador, tapón, tiene forma cilíndrica o cónica que se puede girar en el interior del cuerpo de la válvula para controlar el flujo a través de la misma. Los tapones de estas válvulas tienen uno o más pasajes huecos que van de lado a través del tapón, por donde el fluido pasa a través del mismo cuando la válvula está abierta. Estas válvulas son simples y económicas. A menudo hay un mecanismo que limita el movimiento de la manija de un cuarto de vuelta.

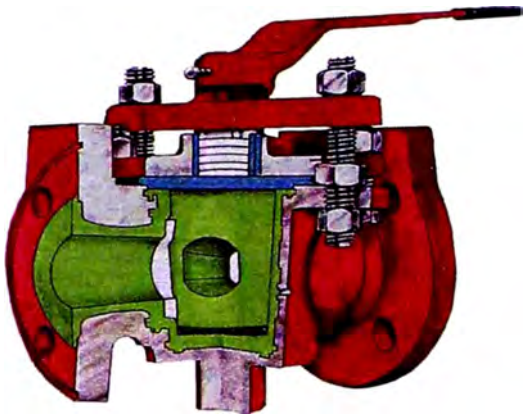


Figura 2.17. Válvula Tapón

d) Válvula de Bola

El cuerpo de la válvula tiene una cavidad interna esférica que alberga un obturador en forma de bola o esfera. La bola tiene un corte adecuado (usualmente en V) que fija la curva característica de la válvula, y gira transversalmente accionada por un servomotor exterior. El cierre estanco se logra con un aro de teflón incorporado al cuerpo contra el cual asienta la bola cuando la válvula está cerrada. En posición de apertura total, la válvula equivale aproximadamente en tamaño a 75% del tamaño de la tubería. La válvula de bola se emplea principalmente en el control de caudal de fluidos negros, o bien en fluidos con gran porcentaje de sólidos en suspensión.

Una válvula de bola típica es la válvula de macho que consiste en un macho de forma cilíndrica o troncocónica con un orificio transversal igual al diámetro interior de la tubería. El macho ajusta en el cuerpo de la válvula y tiene un movimiento de giro de 90 grados. Se utiliza generalmente en el control manual todo-nada de líquidos o gases y en regulación de caudal.

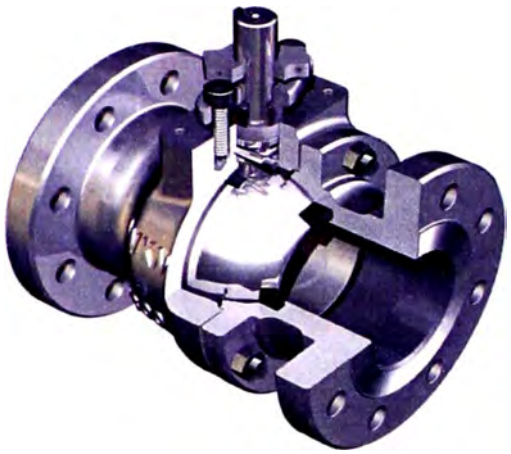


Figura 2.18. Válvula de Bola

e) Válvula Mariposa

El cuerpo está formado por un anillo cilíndrico dentro del cual gira transversalmente un disco circular. La válvula puede cerrar herméticamente mediante un anillo de goma encastrado en el cuerpo. Un servomotor exterior acciona el eje de giro del disco y ejerce su par máximo cuando la válvula está totalmente abierta (en control todo-nada se consideran 90 grados y en control continuo 60 grados, a partir de la posición de cierre ya que la última parte del giro es bastante inestable), siempre que la presión diferencial permanezca constante. En la sección de la válvula es importante considerar las presiones diferenciales correspondientes a las posiciones de completa apertura y de cierre; se necesita una fuerza grande del actuador para accionar la válvula en caso de una caída de presión elevada. Las válvulas de mariposa se emplean para el control de grandes caudales de presión a baja presión.

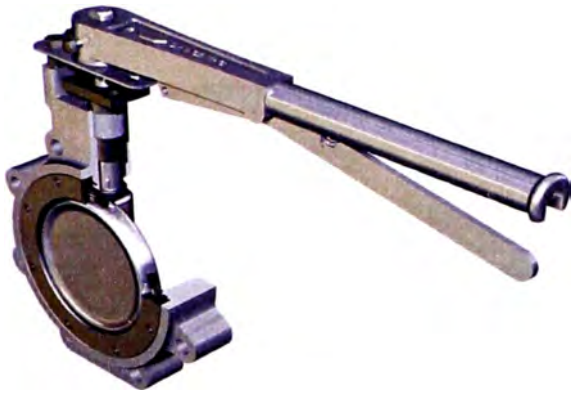


Figura 2.19. Válvula mariposa

f) Válvula Check

Las válvulas Check o Válvulas de retención son utilizadas para no dejar regresar un fluido dentro de una línea. Esto implica que cuando las bombas son cerradas para algún mantenimiento o simplemente la gravedad hace su labor de regresar los fluidos hacia abajo, esta válvula se cierra instantáneamente dejando pasar solo el flujo que corre hacia la dirección correcta. Por eso también se les llama válvulas de no retorno. Obviamente que es una válvula unidireccional y que debe de ser colocada correctamente para que realice su función usando el sentido de la circulación del flujo que es correcta.

Existen válvulas Check tipo columpio en el cual el fluido y su presión abren el disco hacia arriba y este regresa cuando deja pasar. También las de resorte el cual hace que la válvula cierre inmediatamente cuando se detiene el flujo antes que el flujo y la gravedad hagan que cierre con fuerza. Están las que tienen doble puerta o duocheck que también funcionan con un sistema de resortes para su cierre.

Existen en materiales de acero al carbón fundido, forjado, acero inoxidable, bronce, hierro, fofo, PVC y CPVC. Las válvulas Check pueden ser fabricadas con

extremos bridados, roscados, socket Weld (SW), tipo oblea para que sean instaladas en poco espacio y con poco peso (tipo Waffer).

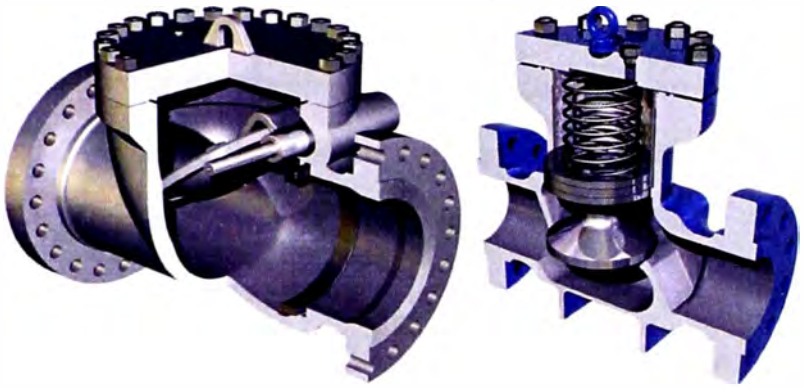


Figura 2.20. Válvula check

g) Válvula de Diafragma

Las válvulas de diafragma han demostrado ser la respuesta a la inquietud de muchos ingenieros de proceso sobre la fiabilidad de las válvulas a un bajo coste de adquisición. De diseño simple y efectivo, las Válvulas de Diafragma ofrecen una garantía de estanqueidad al cierre. El mantenimiento, cuando es requerido, se limita al cambio del diafragma, el bonete atornillado permite el desmontaje del mismo sin necesidad de quitar el cuerpo de la válvula de la línea.

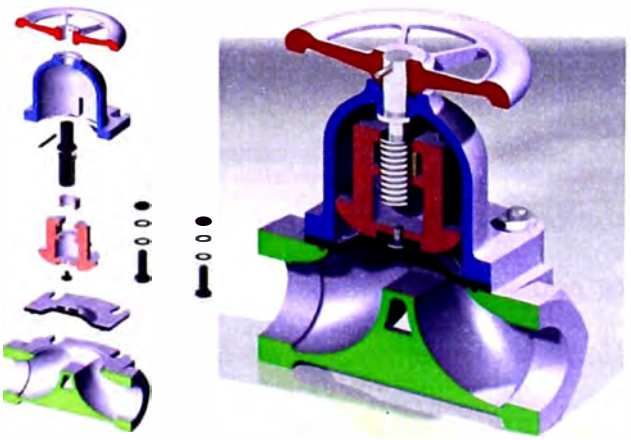


Figura 2.21. Válvula de Diafragma

h) Válvula Pinch

En las válvulas tipo pinch, también conocidas como válvulas de pellizco o válvulas de manguito flexible, la estanqueidad se consigue mediante la estrangulación de la misma conducción que es un tubo flexible llamado 'sleeve', el cual es el único componente en contacto con el medio.

Idóneas en servicios de líquidos pastosos y partículas sólidas en suspensión, evita el contacto con los mecanismos de la válvula y cualquier tipo contaminación hacia o desde el exterior. Generalmente la válvula pinch está limitada a trabajar a bajas presiones

Figura 2.22. Válvula Pinch

i) Válvula de Alivio

Las válvulas de alivio de presión, también llamadas válvulas de seguridad o válvulas de alivio, están diseñadas para liberar fluido cuando la presión interna supera el umbral establecido. Su misión es evitar una explosión, el fallo de un equipo o tubería por un exceso de presión. Existen también las válvulas de alivio que liberan el fluido cuando la temperatura supera un límite establecido. Estas válvulas son llamadas válvulas de alivio de presión y temperatura.

Estas válvulas son usadas en instalaciones de aire, vapor, calentadores de agua o estaciones de reducción de presión para suministro de gas natural. Otros usos habituales de estas válvulas son el alivio de presión en un bloqueo en el sistema de impulsión de una bomba o para aliviar el aumento de presión debido a una expansión térmica de un fluido confinado en un sistema cerrado.

A nivel industrial no todas las válvulas liberan el fluido al exterior, en el caso de gases o líquidos peligrosos la liberación se hace hacia contenedores especiales.

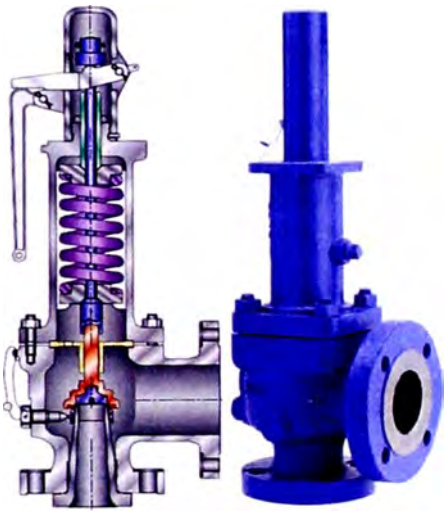


Figura 2.23. Válvula de Alivio

CAPITULO 3

DEMANDA EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE POR DUCTOS

3.1. Sistema de Transporte por Ductos al 2010

El sistema de transporte inició su operación en el 2004 con infraestructura instalada para trasladar 314 millones de pies cúbicos de gas natural (8,9 MMSCMD) y 70 mil barriles de líquidos de gas natural (BPD) por día.

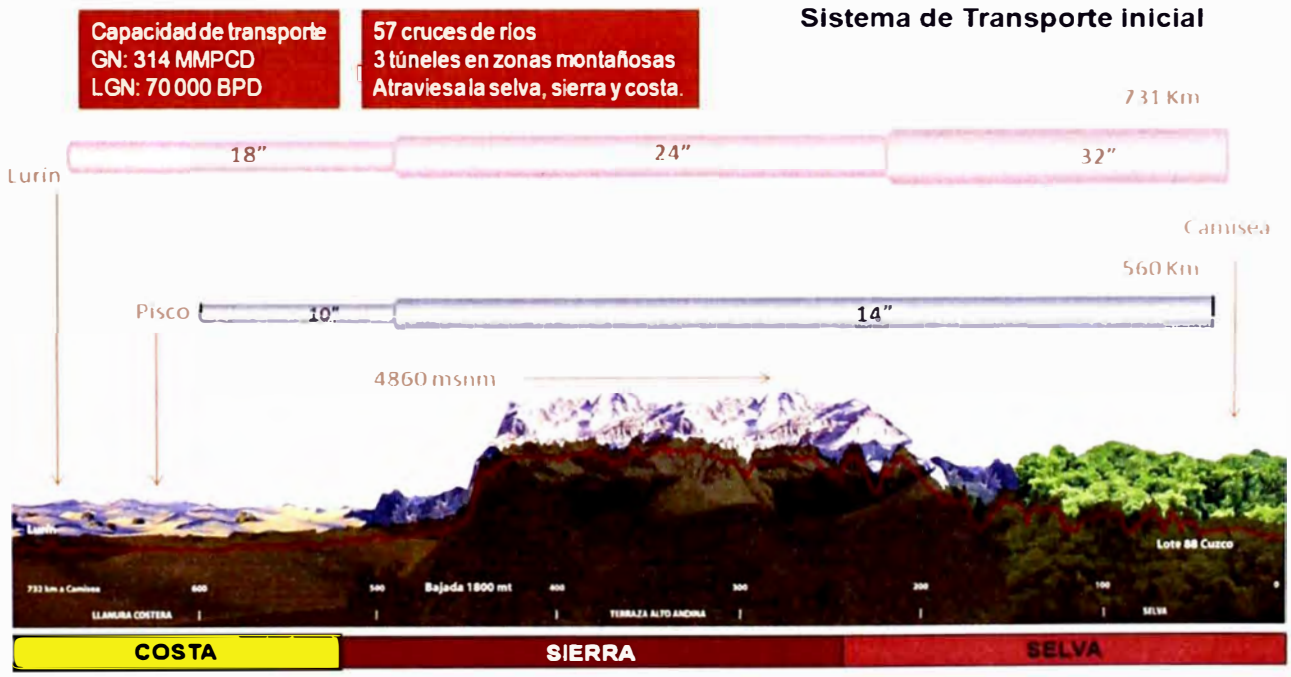


Figura 3.1. Sistema de Transporte por Ductos en el 2004

En el caso del gasoducto, una estación de compresión, ubicada en Malvinas y 22 válvulas de bloqueo ubicadas cada 30km aproximadamente, permiten el flujo a lo largo

del mismo hasta su destino. Por otro lado, cuatro estaciones de bombeo y tres estaciones reductoras de presión controlan la circulación de los líquidos del gas natural a lo largo de toda la ruta que en su recorrido cruza más de 35 ríos principales, 3 túneles en la zona de sierra y un puente soporte de tuberías sobre el Río Comerciato. Además, al igual que el gasoducto, cuenta con 19 válvulas con bloqueo por baja presión y sistema de detección de fugas.

Para la operación y mantenimiento del STD, TgP cuenta con cuatro bases ubicadas en la selva, sierra y costa: Kiteni, Ayacucho, Pisco y Lurín. Asimismo, los flujos de gas y líquidos, así como las instalaciones, son controlados en forma automática y en tiempo real por el Sistema de Control y Adquisición de Datos (SCADA por sus siglas en inglés).

3.1.1. Alternativas de Expansión de Capacidad

Existen diferentes maneras de ampliar la capacidad de transporte para un sistema de tuberías, ya sea para el transporte de líquidos o gas.

Para ampliaciones en el Sistema de Gas Natural se puede:

- Implementar un sistema de compresión.
- Cambio del diámetro de los ductos, incremento.
- Construcción de ductos paralelos.

Para ampliaciones en el Sistema de Líquidos de Gas Natural se puede:

- Implementar sistemas de bombeo o mejorar el performance del mismo si ya existe.
- Implementar un sistema reductor de fricción, inyección de agentes reductores de fricción.

- Cambio del diámetro de los ductos, incremento.
- Construcción de ductos paralelos.

3.1.2. Expansiones del Sistema de Transporte por Ductos (STD)

Debido al gran crecimiento económico del Perú en los últimos años el consumo de Gas Natural se incrementó exponencialmente. Por esta razón, TgP en coordinación con el Ministerio de Energía y Minas del Perú, inició en julio del 2007 la ampliación del sistema de transporte con la instalación de dos turbocompresoras a 3000 metros sobre el nivel del mar en la sierra del Perú (Ayacucho) llevando la capacidad hasta 380 MMPCD. Sumado a este trabajo y con el objetivo de llegar a los 450 MMPCD, en el año 2008 se iniciaron las actividades para la construcción de un loop (ducto paralelo) de 24" de diámetro y 105 km de largo en la costa. La construcción de ambos proyectos de ampliación (la planta compresora y el loop) se encuentran finalizados.

Durante el 2009, Transportadora de Gas del Perú completó el plan de expansiones que venía desarrollando sobre sus sistemas de transporte de Gas Natural y Líquidos del Gas Natural, el cual le ha permitido alcanzar una capacidad instalada de 530 MMPCD de Gas Natural, volumen que estaba originalmente estimado para el año 2016 y 88000 BPD de Líquidos del Gas Natural; y al mismo tiempo, ha lanzado una segunda expansión del sistema de transporte de líquidos, cuyo objetivo es alcanzar una capacidad de 100,000 BPD.

Adicionalmente, en diciembre 2009 se aprobó iniciar un nuevo proyecto de expansión del sistema de transporte de gas y líquidos para aumentar las capacidades del Sistema actual por sobre los compromisos originales.

a) Obras en el sistema de Gas Natural

Las obras desarrolladas en el sistema de transporte de Gas Natural, consistieron en la construcción de una Planta Compresora en las cercanías de Chiquintirca, ubicada a 3,000 msnm en la PK 211 del gasoducto, muy cerca de la Estación de Bombeo N° 3 y la construcción de un gasoducto, paralelo al ya existente, de 24 pulgadas de diámetro y 105 km de longitud, entre las localidades de Pampa Melchorita y Chilca, es decir entre la PK 599 y PK 704 de dicho tramo costero del gasoducto.

Cabe mencionar que, la Planta Compresora Chiquintirca, cuya primera etapa de 36000 HP fue completada durante el año 2009, alcanzará cuando finalice la segunda etapa aún en construcción, una potencia de 72000 HP; lo cual permitirá ampliar la capacidad de transporte del tramo selva del gasoducto a 1,150 MMSCFD.

b) Obras en el sistema de Líquidos del Gas Natural

Adicionalmente a las obras del sistema de Gas, durante el 2009 se completaron los trabajos correspondientes a la instalación de los sistemas de Inyección de Drag Reducer, el cual permite reducir la fricción durante su transporte, en las Estaciones de Bombeo N° 1, 2 y 4; logrando expandir nuestra capacidad de transporte de 70000 a 88000 BPD de NGL. Simultáneamente, se ha lanzado la obra de instalación de la Cuarta Bomba y obras complementarias que permitirá, una vez concretada, alcanzar una capacidad de transporte de 100000 BPD.

Al 2010 ya se contaba con la planta compresora construida en el sector Sierra y el gasoducto paralelo (loop) de 105 km instalado en la Costa.

El esquema de lo instalado para el 2010 se muestra en la siguiente figura.

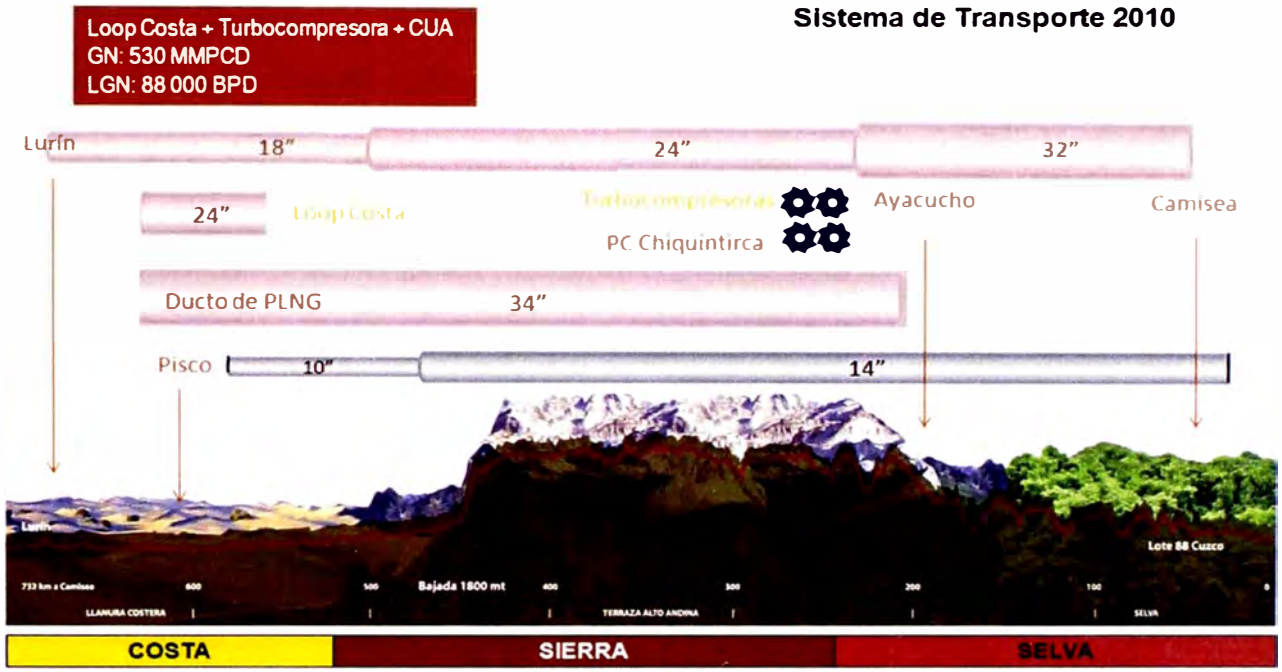


Figura 3.2. Sistema de Transporte por Ductos en el 2010

3.2. Proyecto Cuarta Bomba

Con el objetivo de incrementar la capacidad de transporte y garantizar la continuidad del servicio de transporte se ejecuta el proyecto Cuarta Bomba, el cual implica la ampliación civil y estructural de infraestructura en cada una de las estaciones de bombeo para adicionar una bomba sobre las tres ya existentes. Las modificaciones son completamente dentro de las estaciones de bombeo; por tanto no modifica lo representado en la figura 3.2, sino únicamente en la capacidad instalada para LGN, 100000 BPD.

Gracias a este proyecto se puede ejecutar el mantenimiento de las 45000 horas para las tres bombas existentes en las estaciones, es decir, la no existencia de una cuarta bomba que entre a operar y desafectar una de las primeras para su mantenimiento perjudicaría el transporte de manera permanente ya que el tiempo estimado de overhaul para las bombas es de 20 días en cada una y se tienen 3 bombas en 4 estaciones de bombeo, son 240 días de operación con 2 bombas (si no se consideran imprevistos en el mantenimiento). La cuarta bomba permitirá incrementar la exigencia operativa a cada equipo existente y facilitará las labores de mantenimiento preventivo.

Los detalles de la habilitación de la cuarta bomba, dentro del alcance del presente informe, se detallan en la sección 4.5.

3.3. Próximas Ampliaciones Previstas

Con el objetivo de ampliar la capacidad de transporte aún más, tanto para GN y LGN, se prevén las siguientes ampliaciones que serán implementadas en dos etapas:

3.3.1. Primera etapa: Loop Sur

- Consistente en 2 Loops de aproximadamente 55 km de longitud a instalar entre las PK 88+100 y PK 127+100 del actual Sistema de Transporte.
- El Loop de GN tendrá 32" de diámetro y el LGN 24" de diámetro, incluyendo este último una nueva Estación de Bombeo denominada PS# 2A de 6000 HP.
- Estos Loops permitirán ampliar la capacidad de transporte de GN hasta 650 MMPCD y de LGN hasta 120000 BPD.

3.3.2. Segunda etapa: Planta Compresora KP 127

- Consistente en una nueva estación compresora a instalar en las cercanías del KP 127 del actual Sistema de Transporte. La planta contará con 54000 HP instalados, con 2 unidades en operación y 1 en stand by.
- La operación de esta nueva Planta Compresora junto al Loop Sur, junto a otras adecuaciones, permitirá ampliar la capacidad de transporte de GN hasta un valor del orden de los 920 MMPCD.

Una vez implementadas las ampliaciones se tendrá el sistema de transporte ilustrado en figura 3.3.

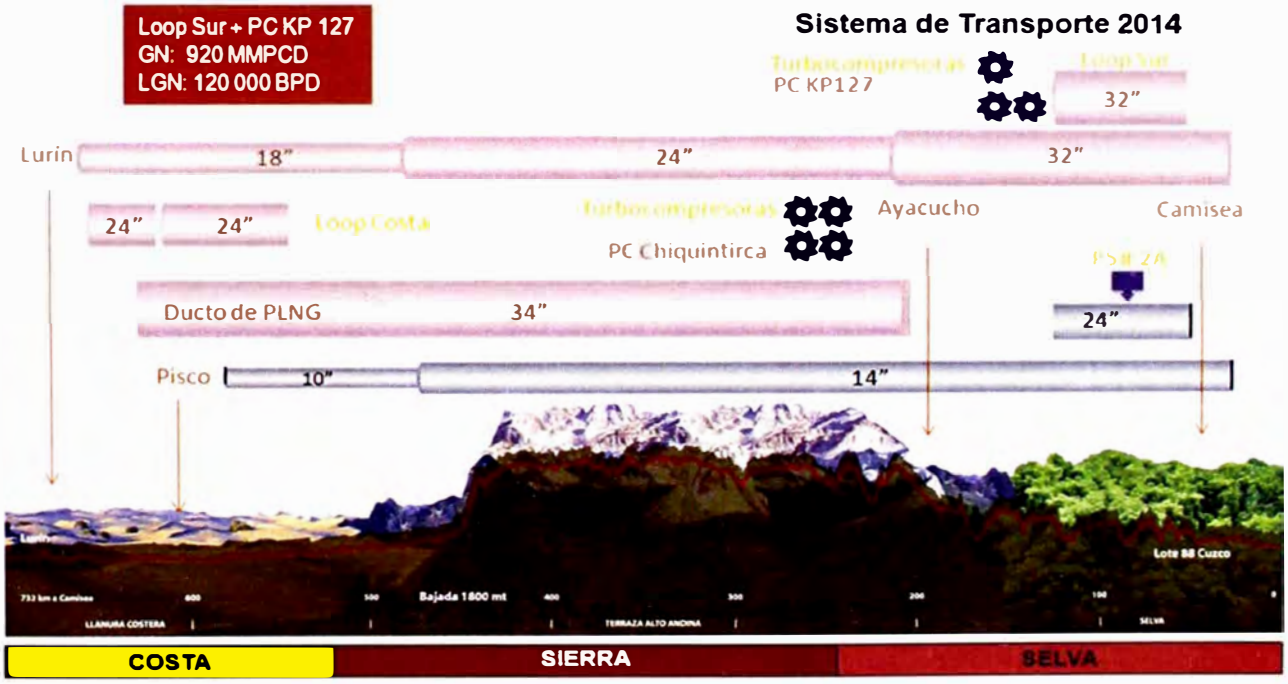


Figura 3.3. Sistema de Transporte por Ductos en el 2014 (previsto)

En el anexo 3 se muestran esquemas comparativos entre la instalación existente y las proyectadas.

CAPITULO 4

PERFORACIÓN Y OBTURADO DE DUCTOS PARA LA AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE

La ampliación de la capacidad de transporte para el STD es posible por la habilitación de la cuarta bomba en cada una de las cuatro estaciones de bombeo y una quinta en la primera, esta habilitación implicaría la paralización del servicio de transporte al 100% para el LGN y sólo con la reinyección del mismo podría seguir transportándose GN en condiciones normales.

El volumen que representa el transporte de LGN frente al volumen transportado de GN cuestiona lo expuesto anteriormente, el tiempo necesario para la habilitación del proyecto Cuarta Bomba desde el punto de vista piping depende de muchas variables como:

- Disponibilidad de equipos para intervenir de forma paralela en todas las estaciones.
- Disponibilidad de personal calificado en operación de equipos tapping.
- Negociación de contratos fuertes por el posible incumplimiento e interrupción del suministro.
- Tiempos de despresurización, descarga, purga y venteo de los tramos a afectar, hasta obtener 0% de LEL[30].

[30] LEL: Lower Explosive Limit (Limite Inferior de Explosividad, LIE), es el límite de la concentración mínima de gas en el aire por debajo de la cual una explosión no es posible. También existe un límite superior.

La posibilidad de reducir los tiempos de paradas, o mejor aún, no interrumpir el transporte reduciéndolo al punto de cumplir, al menos, con los volúmenes nominales de contratos fuertes es la mejor alternativa. La implementación de esta alternativa implica el conocimiento de la operación de equipos tapping, obturado y sellado, la interrelación entre los mismos, selección de accesorios (materiales) y las consideraciones técnicas-operativas para las instalaciones donde se ejecutan los trabajos.

4.1. Perforado de Ductos y Tangues – Hot Tap

La implementación de una derivación a una tubería o tanque existente, se encuentre en operación o no, se realiza por la instalación de accesorios propios de la derivación y la perforación en la tubería o tanque. De ser permanente la habilitación para la derivación y no interrumpir la operación se considera necesario el uso de una válvula de sacrificio.

Las aplicaciones del perforado de tuberías y tanques son muchas, ya sean temporales o permanentes, como son la habilitación de nuevas líneas, by pass, cambios de válvulas, cambios en la instrumentación, reparación de ductos, sustitución de niples, instalación de probetas, pig signal, etc.

4.1.1 Equipos y accesorios para trabajos de Hot Tap menores a 4"

Los equipos y accesorios para este tipo de perforaciones están dirigidos (en su uso típico) a perforaciones en 2"; sin embargo es posible configurarlos para perforaciones desde ½" hasta 4". Dependiendo del fabricante se podría encontrar equipos para series de operación altas, medias o bajas, así mismo, diferentes rangos para los diámetros.

Las perforación de 2" son comunes por la basta disposición de accesorios para la habilitación de by pass temporales o permanentes, ya sean para como parte del

sistema de ecualización para una perforación/derivación mayor o habilitación de algún Tie-in. Para estos casos, perforaciones de 2", se deberá tener en cuenta la soldadura del accesorio Thread Lock Fitting, accesorio que permitirá el montaje de la válvula de Hot Tap y el equipo de Hot Tap para los trabajos de perforación como de sellado.

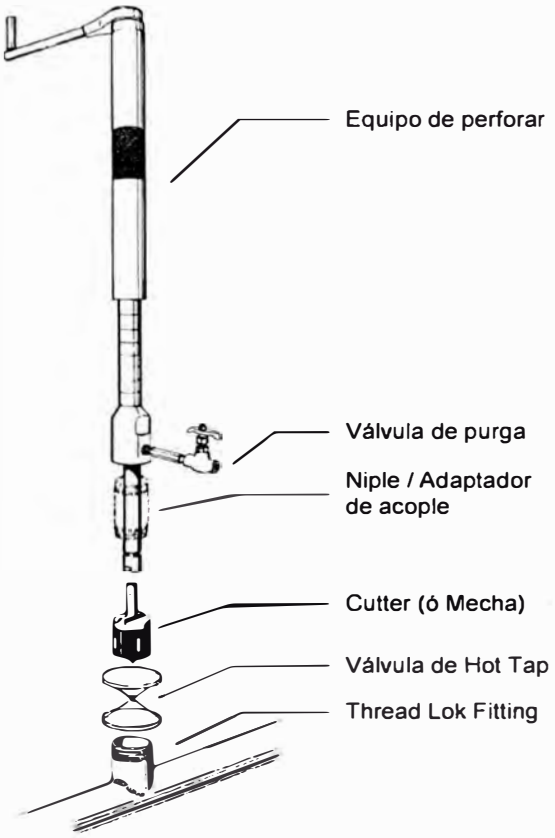


Figura 4.1. Configuración típica de un sistema de perforado de ductos menor a 4"

4.1.2 Equipos y accesorios para trabajos de Hot Tap mayores a 4"

Los equipos y accesorios para este tipo de perforaciones están dirigidos a trabajos de derivación y/o habilitación de nuevos ramales o para trabajos de perforación con el objetivo de obturar el ducto o línea principal.

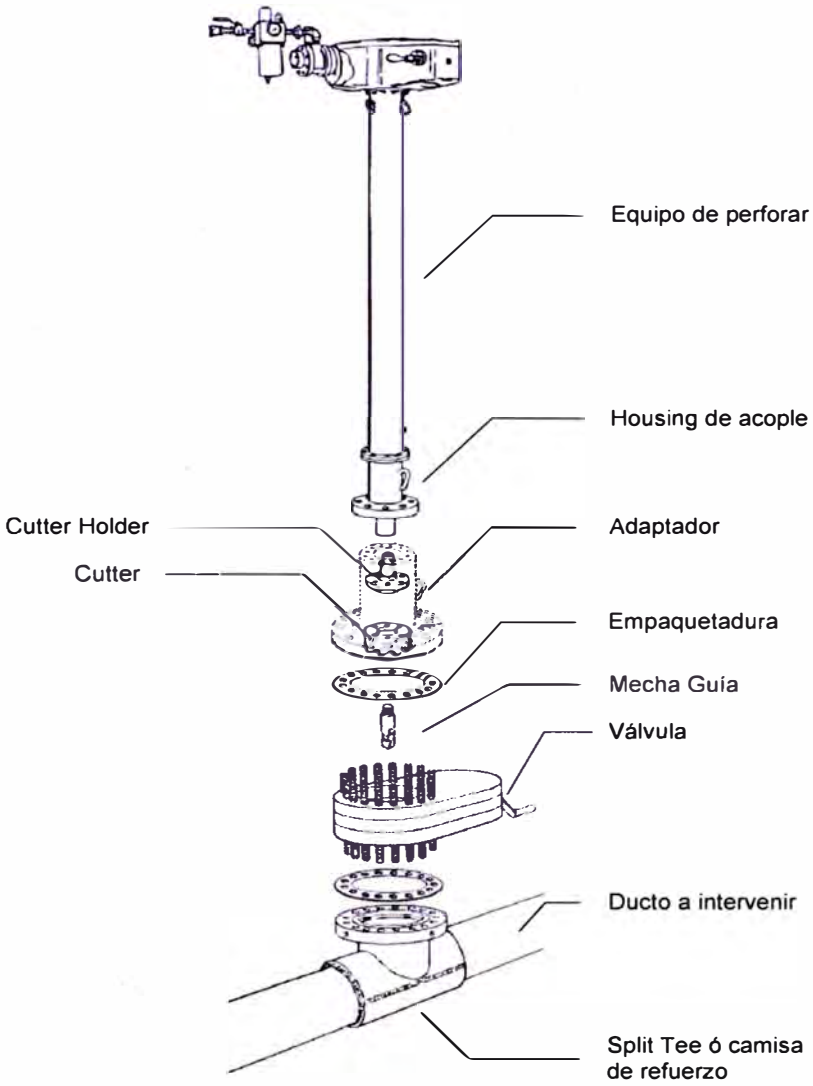


Figura 4.2. Configuración típica de un sistema de perforado de ductos mayor a 4"

CONSIDERACIONES PREVIAS

Para el caso de perforaciones se deberá considerar el uso de una camisa de derivación (diseño a ser definido por el área de Ingeniería u Oficina Técnica) o una Split Tee (diseñadas y garantizadas por los fabricantes, ver figura 4.3 y anexo 02), en el caso de usar una Split Tee se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

a) En caso de efectuar una derivación (N x M) se deberá tomar en cuenta:
   - Diámetro del ducto o línea principal. (N)
   - Diámetro de la derivación. (M)
   - Material de la camisa con un CE menor al 0.42%
   - Presión y factor de diseño.

b) En caso de efectuar una derivación (N x N) se deberá tomar en cuenta:
   - Diámetro del ducto o línea principal. (N)
   - Diámetro de la derivación.(N)
   - Material de la camisa con un CE menor al 0.42%
   - Presión y factor de diseño.

Nota: La configuración del equipo de perforar estará en función al diámetro del ducto a intervenir, como también en función a la presión de operación y diseño del mismo.

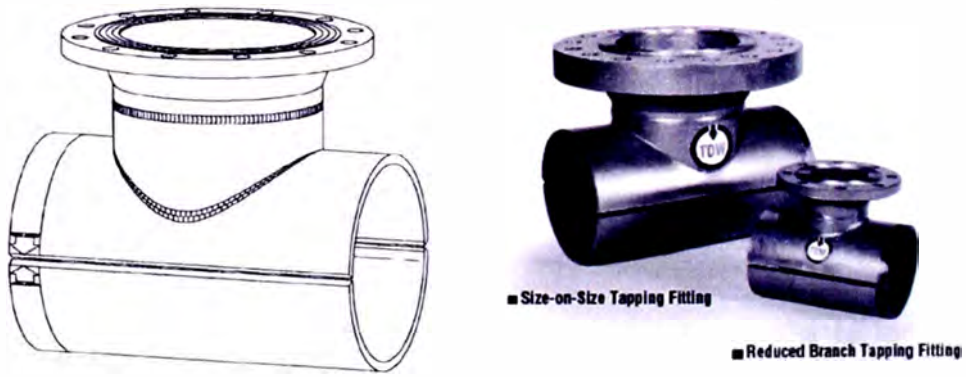


Figura 4.3. Split Tees

También se deberá tomar en cuenta el uso del elemento de corte a emplearse ya sean estos para uso en Hot Tap (HT) o Line Stop (LS), para esto se procederá a usar la tabla 4.1.

Tabla 4.1. Diámetros de Cutter (Copas Sierra) para HT y LS

Ducto (pulgadas)	Cutter HT (pulgadas)	Cutter LS (pulgadas)
6.625	5.469	5.938
8.625	7.312	7.875
10.750	9.500	9.875
12.750	11.500	11.812
14.000	12.750	13.062
18.000	15.062	17.000
24.000	21.000	23.000
32.000	29.000	31.000
36.000	33.000	35.000

TRABAJOS PRELIMINARES Ó DE PREPARACIÓN

Nota: Se entiende que previo a esta fase de montaje la soldadura del accesorio para la perforación (fitting de perforación) ya fue realizada, así mismo, los Ensayos No Destructivos respectivos fueron ejecutados y aceptados.

Previo a los trabajos de perforación se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones generales:

i. Posicionamiento de un buje guía, esto en función a la longitud de eje a usarse, se recomienda usar este elemento cuando la longitud extendida del eje del equipo (Boring Bar) sea igual o mayor al 80% a la extensión total del eje.

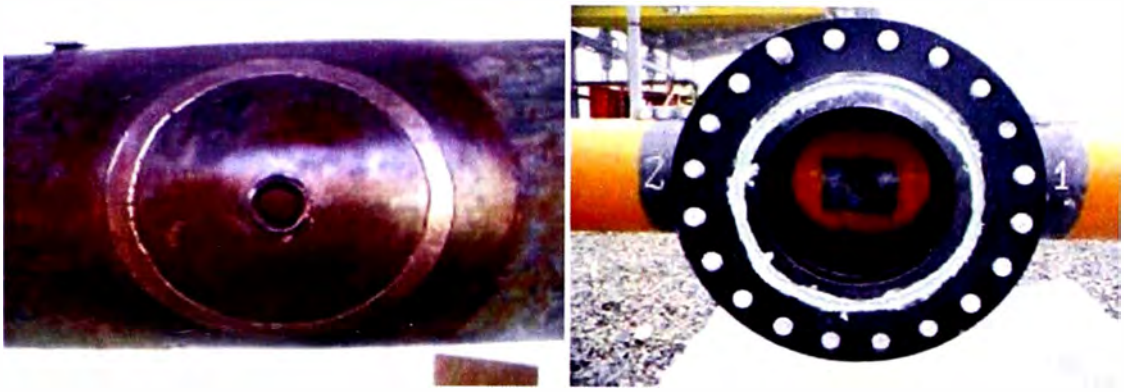


Figura 4.4. Posicionamiento de buje guía

ii. Limpieza y ajuste de los componentes del equipo de perforación.

- Todos los componentes antes de montarlos deben estar limpios.
- Remover cualquier suciedad de los agujeros de los pernos.
- Se deben inspeccionar las roscas internas para localizar desgaste y se debe aplicar una capa ligera de aceite para reducir fricción. Limpiar y lubricar todas las piezas que requieran acoplarse.
- El torque de apriete correspondiente a los elementos del equipo de Hot Tap, debe de estar dentro de las tabulaciones establecidas por el fabricante de los elementos de ajuste.

iii. Preparación del equipo de perforación.

iv. Pre - Montaje de Equipo.

TRABAJOS DE HOT TAP (PERFORADO)

i. Montaje del equipo de perforar teniendo en cuenta el adecuado alineamiento de este, se debe contar con una concentricidad entre equipos y/o elementos, de tal forma de evitar daños a la válvula, Split Tee u otros.

ii. Prueba de Estanqueidad del Sistema de Perforado (Máquina de Perforar, Adaptador y Válvula), esto aproximadamente a 5.0 bar por encima de la presión de operación del ducto al momento del perforado.

iii. Proceder al inicio de los trabajos de perforación, tomando como referencia la longitud calculada de los accesorios.

Figura 4.5. Trabajo de perforación horizontal

Figura 4.6. Trabajo de perforación vertical

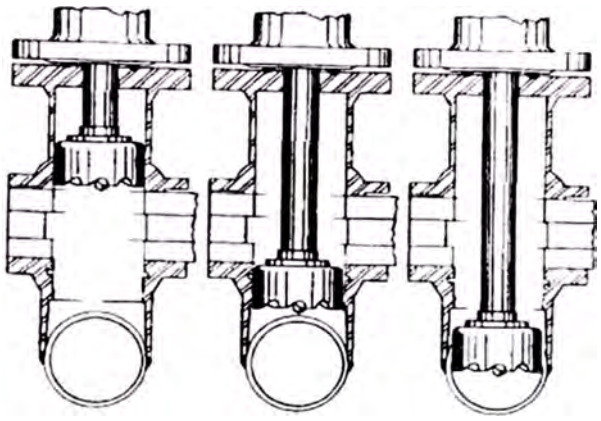


Figura 4.7. Avance de un Cutter durante las operaciones de Hot Tap

iv. Una vez concluida la perforación, retraer el vástago del equipo de perforar, esta operación podrá ser manual o por medio de equipos auxiliares hidráulicos según sea el caso. Una vez retraído el vástago se procederá a apagar la unidad hidráulica de potencia como también a cerrar la válvula de sacrificio correspondiente.

Nota: La ecualización de presiones en el sistema de perforado se realizará con agua o con gas inerte teniendo como opción nitrógeno.

Las operaciones sobre el equipo dependerán de las características de cada uno de estos, estas operaciones solo podrán realizadas por personal calificado y/o entrenado.

TRABAJOS DE POST - PERFORACIÓN

Esta fase inicia una vez se tenga el perforado concluido al 100%, esto en función a las medidas tomadas y a las condiciones de operación de la máquina de perforar.

i. Verificar que el vástago se haya retraído hasta la posición inicial.

ii. Cierre de la válvula de sacrificio o sándwich según sea el caso.

iii. Despresurizado del adaptador de la Máquina Perforadora, verificación de estanqueidad de la válvula de sacrificio.

iv. Retiro / Desmontaje de la Máquina Perforadora.

v. Medición de mezcla explosiva.

vi. Instalación de brida ciega con válvula de purga de ½ '' sobre válvula de sacrificio.

Figura 4.8. Brida ciega con purga de ½"

4.2. Obturado de Ductos – Line Stop

Para deshabilitar o aislar una sección de un sistema de tuberías es necesario obturarla, si es que no se descarga por completo todo el fluido, para trabajar en uno de los lados de la obturación. Generalmente se efectúan en ductos operativos o líneas principales que por sus condiciones operativas no es posible interrumpir el transporte del fluido en ellas.

Cuando se trabaja a altas presiones generalmente se utiliza un doble obturado para garantizar la seguridad de los trabajadores y de las personas que pudieran ser afectadas en caso de un incidente[31].

[31] El ASME B31.4 y ASME B31.8 basan sus recomendaciones y lineamientos considerando en primera instancia la seguridad de los trabajadores y personas que podrían ser afectadas por la construcción, operación y mantenimiento de Tuberías de Transporte de Hidrocarburos Líquidos y Gases.

4.2.1 Equipos y accesorios para trabajos de Line Stop

Los equipos y accesorios para este tipo actividades estarán principalmente en función a las características de diámetro, espesor y presión de trabajo del ducto a obturar como también al tipo de perforado realizado preliminarmente, esto con el objetivo de aislar un determinado tramo del ducto a intervenir.

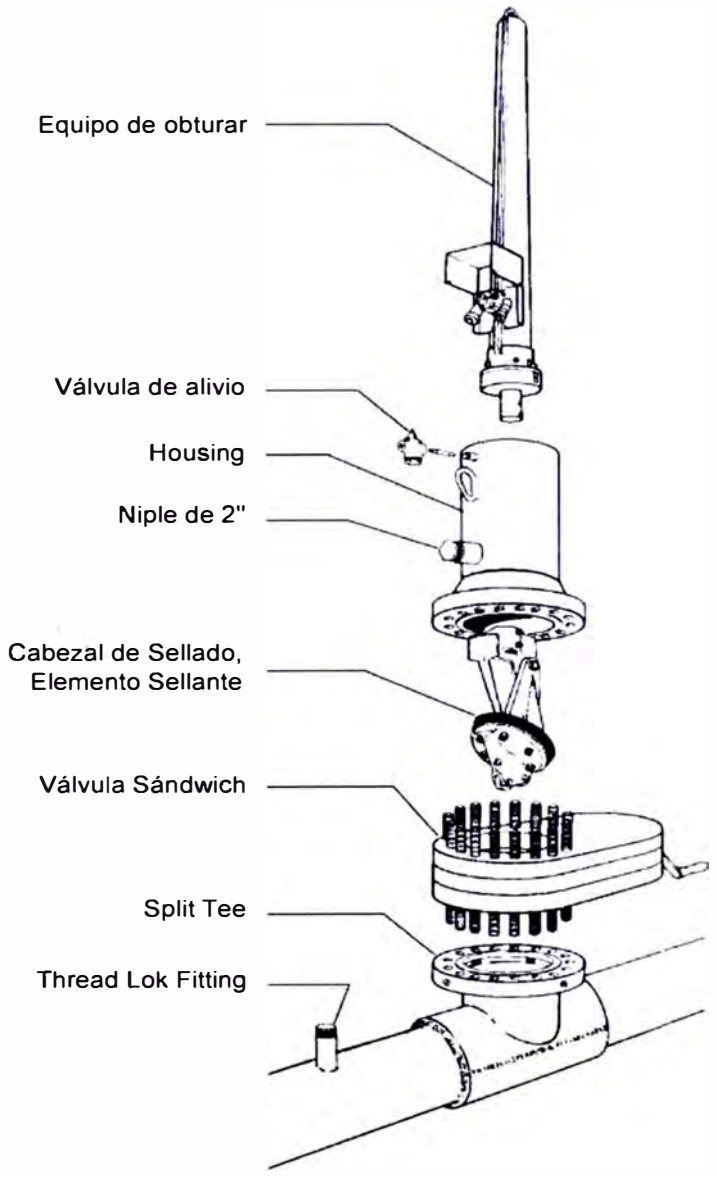


Figura 4.9. Configuración típica de un sistema de obturado de ductos

CONSIDERACIONES PREVIAS

Principalmente se deberán tomar en cuenta los siguientes puntos:

i. Verificación del espesor del ducto a obturar, esto con el objetivo de seleccionar el elemento sellante más adecuado para la operación.

Diam. $_{(Elemento\ Sellante)}$ = Diam. Ext. del ducto – 2 x Espesor

Es decir:

Diam. $_{(Elemento\ Sellante)}$ = Diam. Interno del ducto

Tolerancias:

Diam. $_{(Elemento\ Sellante)}$ + 1/16" / - 0"

ii. Fabricación de un By Pass de ecualización de 2" para ecualización de presiones, esto mediante la unión de la salida de 2" del Housing con el Hot Tap de 2" efectuado previamente.

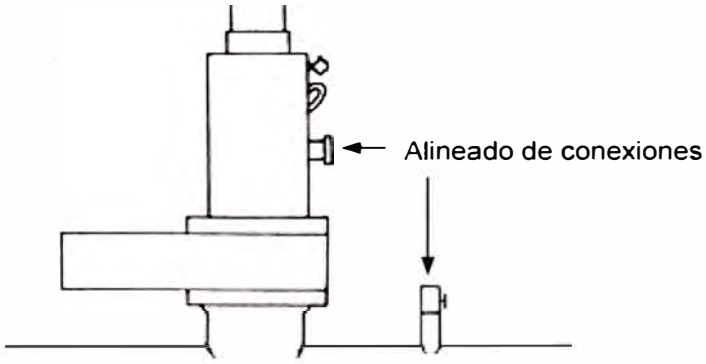


Figura 4.10. Alineado de conexiones para By Pass de ecualización de 2"

iii. Dirección del fluido en el ducto a intervenir.

TRABAJOS DE LINE STOP (OBTURADO)

i. Prueba de Estanqueidad del Sistema de Obturado forado (Máquina de Obturar y Housing), esto aproximadamente a la presión de operación del ducto. Prever la presión de columna que pudiera presentarse.

ii. Proceder al inicio de los trabajos de obturado, tomando como referencia la longitud calculada de los accesorios.

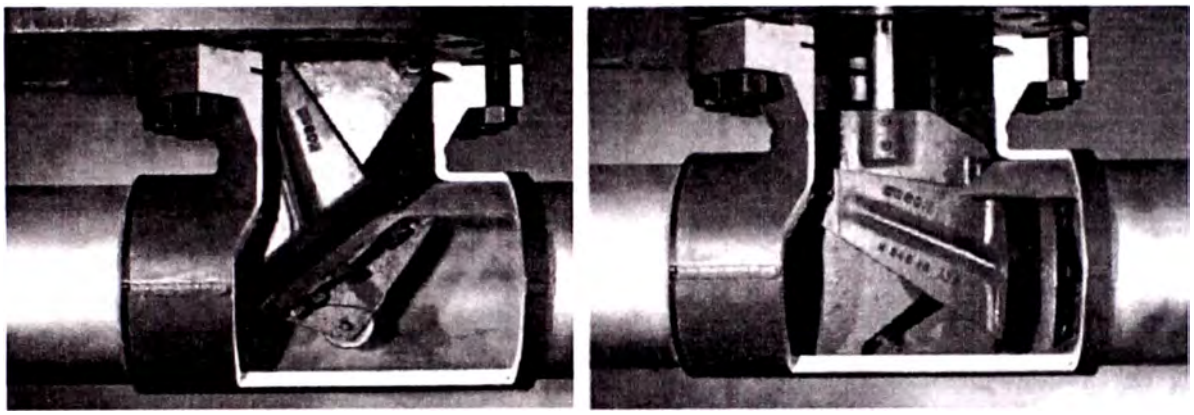


Figura 4.11. Recorrido del cabezal de sellado durante la operación de obturado.

iii. Una vez obturado el ducto proceder a "frenar" el eje del cilindro actuador por medio del "bar-lock-clamp", el ajuste debe efectuarse a 100 lb-ft para equipos 600# y 150 lb-ft para equipos 900#.

iv. Verificado el correcto obturado del ducto, proceder a ventear y/o a drenar el tramo aislado el objetivo de iniciar con los cortes en frío y/o en caliente según sea el caso y condiciones de trabajo.

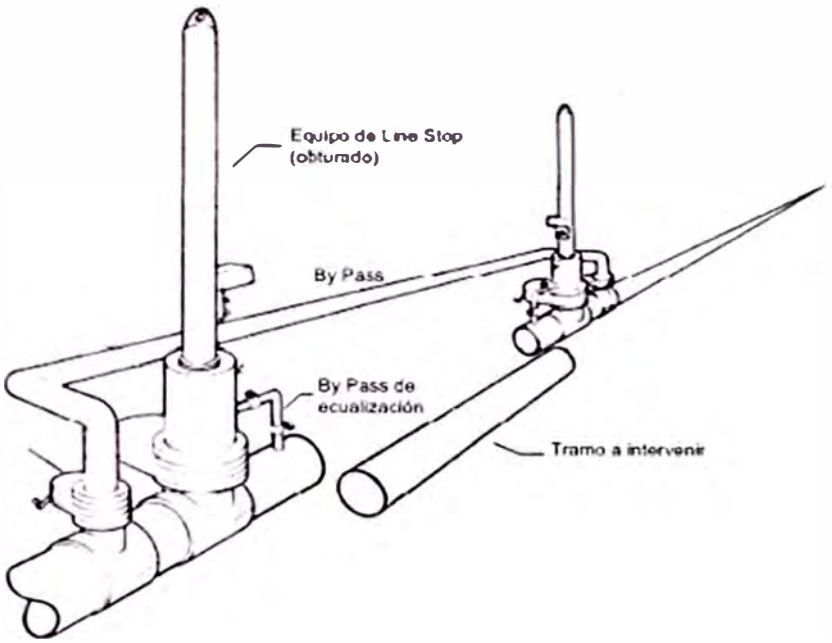


Figura 4.11. Intervención típica por medio de dos obturadores

Nota: La ecualización de presiones en el sistema de obturado se realizará con agua o con gas inerte teniendo como opción nitrógeno. Las operaciones sobre el equipo dependerán de las características de cada uno de estos, estas operaciones solo podrán realizadas por personal calificado y/o entrenado.

TRABAJOS POST LINE STOP (OBTURADO)

A través del By Pass de ecualización de 2" instalado previamente, se realizará el llenado de la cámara hasta alcanzar la presión de trabajo del ducto en operación, sólo de esta forma se procede a levantar los cabezales de sellado, una vez los cabezales de sellado y/o el eje del equipo de obturar haya llegado a su posición inicial se precederá a cerrar la válvula sándwich y a desmontar el mencionado equipo.

4.3. Sellado de Ductos – Plug in

Una vez concluidos los trabajos de perforado y/o obturado del ducto intervenido es necesario recuperar la válvula usada durante el operativo como también sellar el accesorio usado para este fin, solo con el posicionado de un sello o plug e posible realizar esta tarea.

Los equipos y accesorios para este tipo actividades estarán principalmente en función a las características de diámetro de la brida de acople de Split Tee previamente soldada y a la presión de trabajo del ducto a intervenir como también al tipo de perforado realizado preliminarmente, esto con el objetivo de recuperar la válvula.

El equipo a emplearse será el de perforación por lo tanto la configuración de este será el mismo, a excepción de que en este caso se reemplaza el conjunto Cutter Holder y Cutter por el conjunto Plug Holder y Plug.

CONSIDERACIONES PREVIAS

i. Verificación del funcionamiento adecuado de la "Válvula Check" que se encuentra al interior del plug o tapón, esta válvula permitirá el paso del fluido a través del tapón durante el descenso de este a su posición final.

Nota: Tomar en cuenta el desmontaje total de los componentes internos, limpiarlos y volver a montar. Así mismo, verificar que los componentes internos no presenten imperfecciones ya que estas pueden generar pérdidas de fluido durante los trabajos posteriores.

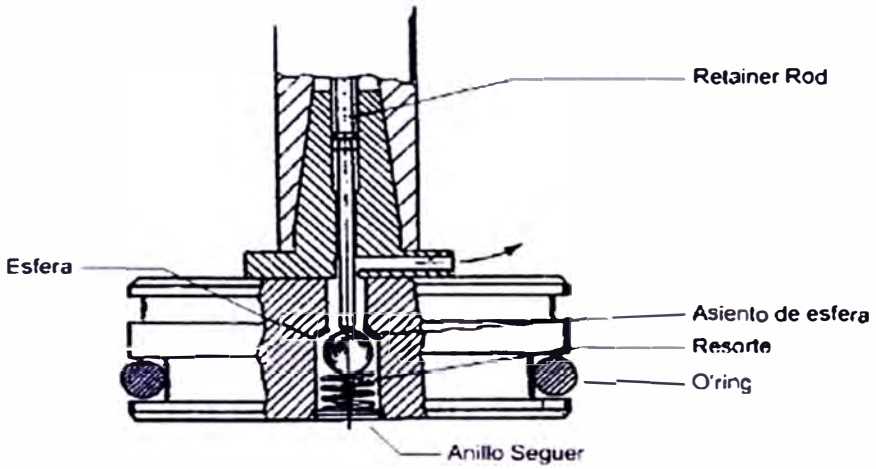


Figura 4.12. Componentes internos del Plug o Tapón (ver válvula check)

ii. Preparación del Coupon extraído durante el perforado, esto con el objetivo de poder soldarlo al niple del Tapón (Plug)

Figura 4.13. Marcado de Coupon

iii. Soldadura del Coupon extraído durante el perforado, verificar su dirección adecuada.

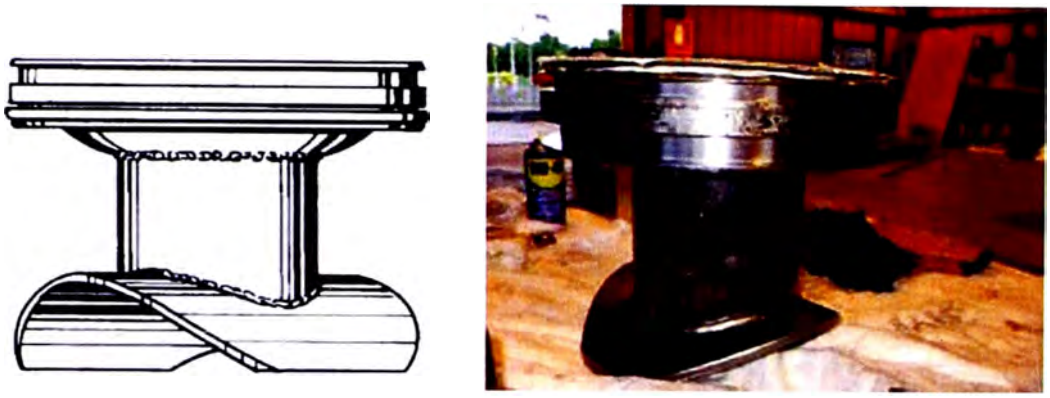


Figura 4.14. Coupon soldado en niple de Tapón (Plug)

TRABAJOS DE PLUG - IN (SELLADO)

i. Prueba de Estanqueidad del Sistema de Sellado (Máquina de perforar, Adaptador), esto aproximadamente a la presión de operación del ducto.

ii. Proceder al inicio de los trabajos de sellado, tomando como referencia la longitud calculada de los accesorios.

Nota: La ecualización de presiones en el sistema de obturado se realizará con agua o con gas inerte teniendo como opción Nitrógeno. Así mismo, las operaciones sobre el equipo dependerán de las características de cada uno de estos, estas operaciones solo podrán realizadas por personal calificado y/o entrenado.

TRABAJOS POST PLUG - IN (SELLADO)

i. Una vez posicionado el tapón en la Split Tee, se procederá a despresurizar el adaptador del equipo de perforar, una vez despresurizado y el LEL sea del 0.0 % se deberá iniciar los trabajos de desmontaje del equipo de perforar como de la válvula Sándwich.

ii. Concluido el paso anterior se procederá a sellar la Split Tee con un brida ciega con su respectiva válvula de purga si solo si aplica el uso de esta.

Figura 4.15. Desmontaje de la Válvula Sándwich y posicionado de brida ciega

4.4. Intervención en Ductos sin interrupción del Transporte

Para lograr la intervención de ductos sin interrupción del transporte y posterior habilitado para su operación normal es necesario combinar las tres operaciones descritas anteriormente, es decir:

- Perforación de Ductos
- Obturado de Ductos
- Sellado de Ductos

Se asumirá la necesidad de reemplazar un tramo del ducto principal, niple, que presenta anomalías que superan las recomendaciones mínimas especificadas en la normativa vigente.

a. Identificación del tramo a cambiar, ducto principal

Se debe ubicar el tramo de ducto, niple, a reemplazar y las secciones anterior/posterior al mismo para la habilitación del By Pass (para la no interrupción del trasporte). En caso de trabajar con ductos enterrados, se deberá habilitar zanjas de acuerdo a la ubicación geográfica de la instalación.

También debe habilitarse las áreas donde soldaran las monturas de derivación o Split Tees.

b. Perforado de ducto principal, 9 perforaciones

Con las monturas de derivación o Split Tees soldados y accesorios de 2" dispuestos sobre la línea principal se realizarán 4 perforaciones del tipo NxN, al menos 2 deben ser del tipo NxN y con sierra copa para Line Stop, donde 2 se utilizarán en habilitar el bypass y otras 2 para la obturación del ducto principal. Para la perforación, obturado y sellado serán necesarios bypass de ecualización en 2".

Es posible ejecutar las perforaciones con un solo equipo, si el rango de diámetros para el equipo lo permite.

La secuencia de perforación es indistinta ya que todas quedaran aisladas gracias a las válvulas de Hot Tap o Sandwichs que se instalan.

La novena perforación se realizará sobre la línea principal que se desea aislar.

c. Montaje de By Pass

En caso de reducción de diámetros para el bypass se debe asegurar las condiciones de operación segura como son vibración y caídas de presión.

Una vez montado el bypass se recomienda habilitarlo a la presión de línea para el transporte normal. El bypass será instalado en las perforaciones externas, es decir, la primera y cuarta perforación.

Es necesario acotar que el bypass debe contar con un punto de venteo y/o drenaje para despresurizar y deshabilitar una vez finalizado el operativo.

d. Obturado de ducto principal, 2 obturaciones

El obturado se ejecutará en el sentido de la presión, es decir, la presión contribuirá al buen sellado del ducto. Se obturan las perforaciones intermedias, es decir, aguas arriba y abajo del niple a reemplazar.

Una vez obturada la línea principal se debe despresurizar, ventear y/o descargar la sección aislada (novena perforación).

e. Reemplazo de niple, trabajos de corte en frío/caliente y soldadura

Una vez despresurizada la línea principal y con lecturas de 0% LEL se procede con el corte en caliente o frío, según evaluación en campo, sin embargo es recomendable mantener una inyección de N_2 constante para garantizar la inertización de la línea a cortar. De la misma forma se procederá con los trabajos de soldadura del niple.

f. Habilitación de la línea principal, post END

Concluidos los trabajos de soldadura en la línea principal y con el V°B° de los END se procede a habilitar la línea principal retirándolos elementos sellantes (obturadores), concluida las maniobras anteriores se debe cerrar todas las válvulas de Hot Tap y Sandwich previamente instaladas.

g. Desmontaje de bypass y equipos de obturado

El desmontaje del bypass y equipos de obturado se realiza una vez que hayan sido venteados, despresurizados y/o descargados. Quedan instaladas únicamente las válvulas de Hot Tap y Sandwich en posición cerrada.

Una práctica recomendada es realizar pruebas de hermeticidad a las válvulas previas a su montaje para evitar incidentes, para ambos lados en la válvula Sandwich, debiendo garantizarse la hermeticidad tanto en el cuerpo como en la compuerta/esfera de la válvula.

h. Sellado de línea principal, recuperación de válvulas

Concluido lo descrito anteriormente se procede con el sellado de la línea principal, tanto para las derivaciones de 2" como para los del bypass y obturado.

Se recuperan las válvulas con los tapones instalados y para finalizar se montan las tapas y bridas ciegas donde correspondan.

i. Post operativo

Es importante la reparación del revestimiento o recubrimiento en las secciones afectadas por el operativo, así mismo la recomposición geotécnica del terreno (donde sea aplicable).

4.5. Habilitación de la Cuarta Bomba en Estaciones de Bombeo

La instalación de la cuarta bomba implicó una ampliación en la infraestructura civil y estructural para cada estación de bombeo. Posterior a esta ampliación se implementó la instalación de la motobomba y piping sin intervenir en la operación continua de la estación, es decir ningún trabajo de vinculación.

Para la habilitación de la cuarta bomba en las estaciones de bombeo fue necesario habilitar:

- Líneas de succión y descarga de las bombas
- Línea de drenaje para la bomba
- Línea de fuel gas
- Derivaciones para los aeroenfriadores
- Línea colectora de drenajes
- Líneas colectoras en knock out drum, KOD (tanque separador líquido-vapor)
- Línea de quemadores

Pudiendo agruparlas en trabajos que afecta a la estación de bombeo y KOD, los primero cinco ítems están vinculados a la estación de bombeo y los restantes al sistema KOD. La habilitación de las tres últimas líneas mencionadas se realizaron conjuntamente con la instalación de los sistemas de control de las estaciones de bombeo por tanto de desestimó su habilitación mediante operaciones de tapping, a pesar que inicialmente formaba parte del proyecto.

En el siguiente esquema, figura 4.16, se muestra la distribución e identificación de líneas que se intervinieron para la habilitación de la cuarta bomba.

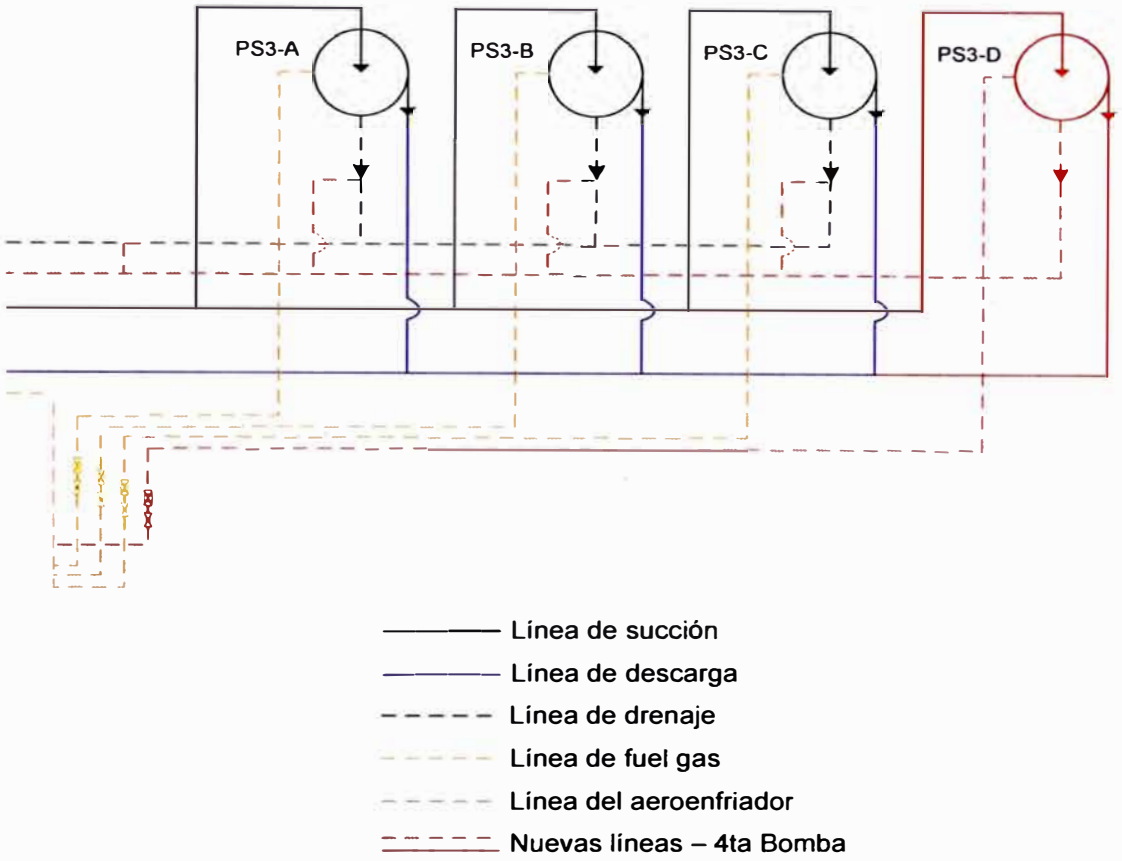


Figura 4.16. Habilitación de la 4ta Bomba – PS3

En el siguiente esquema, figura 4.17, se muestra la disposición e identificación de líneas que vinculan la estación de bombeo, la línea de entrada a la estación, la línea de reinyección de LGN y la salida de vapores hacia el flare o quemador.

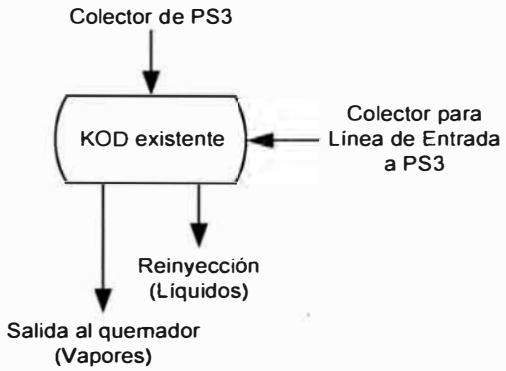


Figura 4.17. Habilitación de KOD – PS3

Las estaciones de bombeo son análogas en cuanto a su distribución de equipos, sistemas de monitoreo/control, instrumentación, etc. Con las consideraciones geográficas y distribución de áreas en cada una, por tal razón se desarrolla (como sustento del presente informe) la habilitación de líneas para la Estación de Bombeo #4, PS4.

Para la habilitación de todas las líneas y derivaciones fue necesaria la implementación de Tie-ins, como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 4.2. Tabla de Tie-ins a intervenir en PS4

Tie-in	Sistema	Instalación del proyecto		Instalación existente		Tipo de Tie-in	Presión de Operación (bar)	Temperatura de Operación (°C)	Servicio *
		Diámetro (pulgadas)	Sch / Rating	Diámetro (pulgadas)	Sch / Rating				
5414	Fuel Gas	3	STD	3	STD	Hot Tap	10.0	15	Fuel Gas
5417	Aeroenfriador	6	STD / 600#	12	STD / 600#	Hot Tap	11.5	20	LGN
5428A	Descarga	12	STD / 900#	12	STD / 600#	STOPPLE	69.5	20	LGN
5428B	Descarga	12	STD / 900#	12	STD / 600#	STOPPLE	69.5	20	LGN
5428C	Descarga	2	STD / 900#	12	STD / 600#	STOPPLE	69.5	20	LGN
5428D	Descarga	2	STD / 900#	12	STD / 600#	STOPPLE	69.5	20	LGN
5429A	Succión	12	STD / 900#	12	STD / 600#	STOPPLE	11.5	20	LGN
5429B	Succión	2	STD / 900#	12	STD / 600#	STOPPLE	11.5	20	LGN
5453	Aeroenfriador	6	STD / 600#	12	STD / 600#	Hot Tap	11.5	20	LGN
5454	Fuel Gas	2	S-XS	3	STD	Hot Tap	10.0	15	Fuel Gas
5459	Drenaje	3	STD	3	STD	Hot Tap	3.0	10	VAPOR - LGN

* FG: Fuel Gas, LGN: Liquidos de Gas Natural, VAPOR: Vapor de LGN

Los planos (esquemas) para los Tie-ins descritos se detallan en la sección final del presente informe.

Para el cálculo de la presión segura de soldadura recurrimos a las prácticas recomendadas de ingeniería para el área donde se suelda sobre el ducto en servicio, usando la siguiente fórmula (NAG-100 y ARAMCO), este se basa en calcular la presión reduciendo el espesor de pared en 0.1" por efectos de la soldadura:

$$P_S = \frac{2\ x\ SMYS\ x\ (t - 0.1) x\ F}{D}$$

Dónde:

Ps: Presión segura de soldadura (psi)

SMYS: Specified Minimum Yield Strength, Tensión de fluencia mínima especificada (psi)

t: Espesor de pared (pulgadas)

F: Factor de seguridad

D: Diámetro nominal del ducto a intervenir

Para los cálculos de considera el mínimo espesor real medido y 0.6 como factor de seguridad por tratarse de ductos dentro de instalaciones (se tomaría 0,72 si se tratase de líneas de transporte que no atraviesan instalaciones).

En caso de obtener una presión segura de soldadura menor que la de operación, se debe bajar la presión de operación por debajo de la calculada para garantizar la soldadura, se debe prever los efectos de enfriamiento rápido por la velocidad del flujo.

4.5.1. Habilitación de Líneas de Succión y Descarga

El objetivo es vincular la línea de succión a la entrada de la cuarta bomba en cada estación (bomba D) y la línea de descarga a la salida de la misma sin desafectar las instalaciones existentes.

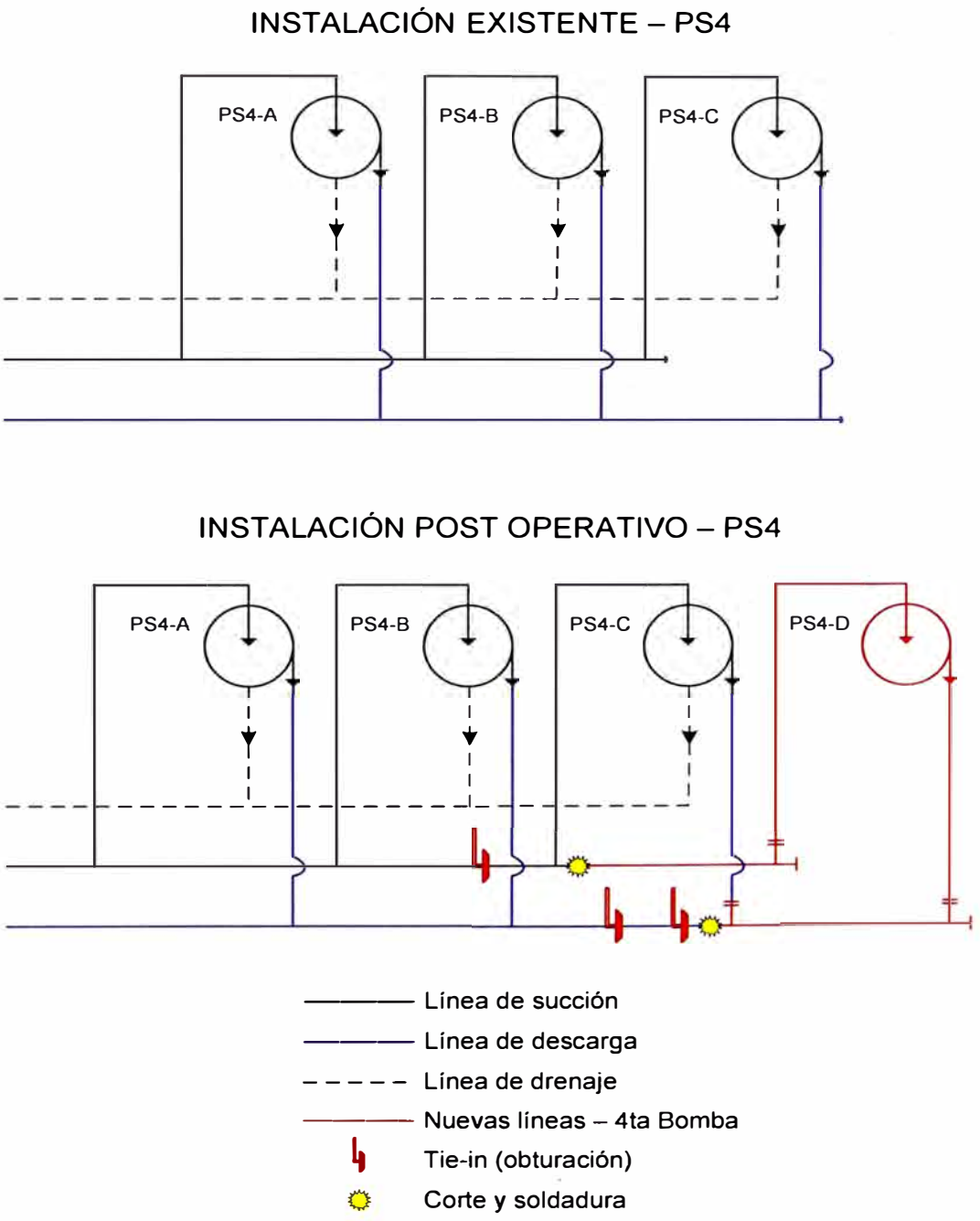


Figura 4.18. Habilitación de Líneas Succión y Descarga

La habilitación de ambas líneas para la cuarta bomba implicó 3 perforaciones de 12" (derivaciones con Split Tee de 12" 900#) y 3 perforaciones de 1 7/16" (thread-locks de 2"), para esta habilitación fue necesario 24h horas de parada programada para la tercera bomba (bomba C) en PS4, así como en todas las demás estaciones de bombeo.

Estos Tie-ins no constituyen nuevas derivaciones, sino, herramientas para habilitar las líneas indicadas sin la necesidad de interrumpir el transporte al 100%.

Tabla 4.3. Tie-ins en líneas de succión y descarga

Tie-in	Instalación existente		Tipo de Tie-in	Presión de Operación (bar)	Temperatura de Operación (°C)	Servicio *	Observaciones
	Diámetro (pulgadas)	Sch / Rating					
5428A	12	STD / 600#	STOPPLE	69.5	20	LGN	Split Tee 12" 900#
5428B	12	STD / 600#	STOPPLE	69.5	20	LGN	Split Tee 12" 900#
5428C	12	STD / 600#	STOPPLE	69.5	20	LGN	Thread Locks 2"
5428D	12	STD / 600#	STOPPLE	69.5	20	LGN	Thread Locks 2"
5429A	12	STD / 600#	STOPPLE	11.5	20	LGN	Split Tee 12" 900#
5429B	12	STD / 600#	STOPPLE	11.5	20	LGN	Thread Locks 2"

* FG: Fuel Gas, LGN: Liquidos de Gas Natural, VAPOR: Vapor de LGN

a. Soldadura de Accesorios sobre tubería

Previamente a la soldadura de los accesorios sobre la línea existente, se debe realizar la medición de espesores ya sea en una grilla circunferencial o cuadricular (depende del accesorio a ser soldado) para el cálculo de la presión segura de soldadura; ya que esta soldadura se ejecuta con el ducto en operación bajo las condiciones operativas descritas en la Tabla 4.3.

Los datos para la tubería de succión son:

- Material, API 5L Gr. X52 SMLS SCH STD
- Espesor mínimo medido, 9.42 mm
- Espesor máximo medido, 10.46 mm

Aplicando la metodología de cálculo para la presión segura de soldadura descrita en la sección 4.5 del presente informe.

$$P_S = \frac{2\ x\ SMYS\ x\ (t - 0.1) x\ F}{D}$$

Dónde:

SMYS: 52000 psi

t: 0,371"

F: 0,6

D: 12"

$$P_S = \frac{2\ x\ 52000\ x\ (0{,}371 - 0.1) x\ 0{,}6}{12}\ x\ \frac{1}{14{,}5} = 97{,}14\ bar$$

El valor obtenido, 97.14 bar, se compara con la presión de operación en la línea, 11.5 bar. Al ser mayor que esta, no se requiere reducir la presión de operación para la soldadura del accesorio.

Figura 4.19. Izq. Grilla para medición de espesores, Der. Soldadura de Tie-ins 5429

Los datos para la tubería de descarga son:

- Material, API 5L Gr. X52 SMLS SCH STD
- Espesor mínimo medido, 9.40 mm
- Espesor máximo medido, 10.51 mm

Aplicando la metodología de cálculo para la presión segura de soldadura descrita en la sección 4.5 del presente informe.

$$P_S = \frac{2\ x\ SMYS\ x\ (t - 0.1) x\ F}{D}$$

Dónde:

SMYS: 52000 psi

t: 0,370"

F: 0,6

D: 12"

$$P_S = \frac{2\ x\ 52000\ x\ (0{,}370 - 0.1) x\ 0{,}6}{12}\ x\ \frac{1}{14{,}5} = 96{,}86\ bar$$

El valor obtenido, 96.86 bar, se compara con la presión de operación en la línea, 69.5 bar. Al ser mayor que esta, no se requiere reducir la presión de operación para la soldadura del accesorio.

Figura 4.20. END en soldaduras de Tie-ins 5428

b. Perforación de Tie-ins, hot tapping

Previo al perforado se selecciona los accesorios adecuados para la operación, compatibles en rating, diámetros, espesores, tipos, etc. Así mismo, se toman las medidas de avance para el equipo de perforación.

Es importante determinar y controlar el máximo desplazamiento para el equipo de perforación, la distancia de recorrido para el primer contacto de la mecha guía y cutter; con esto se garantiza la integridad de la operación.

A pesar que la instalación es rating 600# se soldaron Split Tees rating 900# por la disponibilidad de equipos y accesorios para el hot tapping y line stop en este último rating, se trabaja con uniones bridadas RJ por el fácil alineamiento entre las caras bridadas.

Estas perforaciones se realizan con el equipo IP508, cuyas características son:

- Serie de operación, 600# de fábrica y 900# con adaptadores
- Carrera del equipo, 66"
- Housing de acople disponibles, 4" 600# RJ y 6" 900# RJ
- Diámetros de perforación, de 3" a 20"
- Usos, perforación y sellado

Por lo descrito, se debe emplear un adaptador que acople el equipo con la válvula sandwich 12" 900#. La configuración de accesorios a emplear para las perforaciones (hot tapping) y sellados (plug in) en 12" es como sigue (ver figura 4.2).

- Ducto a intervenir, 12" API 5L Gr. X52 SMLS SCH STD
- Split tee, 12" 900# RJ (TDW y Furmanite)
- Válvula sandwich, 12" 900# RJ (TDW y Furmanite)
- Adaptador, 4" 600# RJ - 12" 900# RJ
- Housing de acople, 4" 600# RJ
- Equipo, IP 508

Todas las uniones bridadas son RJ[32], para la selección del adecuado ring joint se utiliza la tabla del anexo 4.

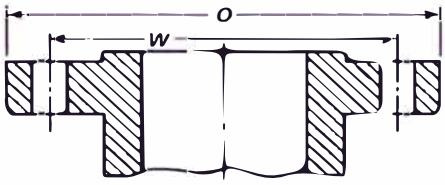
NOMINAL PIPE SIZE/ NOMINAL PRESSURE										
ASME-ANSI B16.5					ASME B16-47A		API 6B			Tollerances
150	300-600	900	1500	2500	300-600	900	2000	3000	5000	R
4										R36
	4	4					4	4	3 1/2	R37
				4						R38
			4						4	R39
12										R56
	12	12			12	12	12	12		R57
			12							R58
14										R59
				12						R60

- Ring joint 12" 900#, R57
- Ring joint 4" 600#, R37

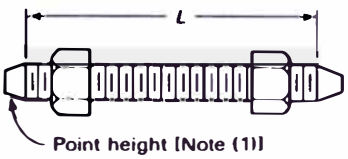
Los espárragos a emplear son de material ASTM A193 Gr. B7 y las tuercas son de material ASTM A194 Gr. 2H, en ambos casos galvanizados. Las dimensiones y cantidades de los mismos se extraen del ASME B16.5.

[32] RJ: Ring joint, también son conocidos como RTJ (ring type joint).

CLASS 900 PIPE FLANGES AND FLANGED FITTINGS



Flange



Stud Bolt With Nuts

Table 17 Templates for Drilling Class 900 Flanges

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Drilling [Notes (2), (3)]				Length of Bolts, *L* [Notes (1), (4)]		
Nominal Pipe Size NPS	Outside Diameter of Flange, *O*	Diameter of Bolt Circle, *W*	Diameter of Bolt Holes, in.	Number of Bolts	Diameter of Bolts, in.	7 mm Raised Face	Male and Female/ Tongue and Groove	Ring Joint
½ ¾ 1 1¼ 1½ 2 2½	Use Class 1500 dimensions in these sizes.							
3	240	190.5	1	8	⅞	145	140	145
4	290	235.0	1¼	8	1⅛	170	165	170
5	350	279.4	1⅜	8	1¼	190	185	190
6	380	317.5	1¼	12	1⅛	190	185	195
8	470	393.7	1½	12	1⅜	220	215	220
10	545	469.9	1¾	16	1⅜	235	230	235
12	610	533.4	1½	20	1⅜	255	250	255
14	640	558.8	1⅝	20	1½	275	265	280
16	705	616.0	1¾	20	1⅝	285	280	290
18	785	685.8	2	20	1⅞	325	320	335
20	855	749.3	2⅛	20	2	350	345	360
24	1,040	901.7	2⅝	20	2½	440	430	455

GENERAL NOTES:

(a) Dimensions of Table 17 are in millimeters, except for diameters of bolts and bolt holes, which are in inch units. For dimensions in inch units, refer to Annex F, Table F17.

(b) For other dimensions, see Tables 18 and 19.

NOTES:

(1) Length of stud bolt does not include the height of the points. See para 6.10.2.

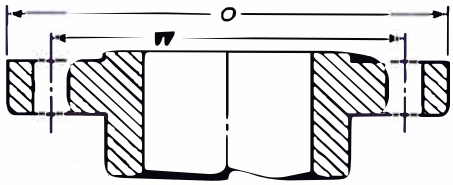
(2) For flange bolt holes, see para. 6.5.

(3) For spot facing, see para. 6.6.

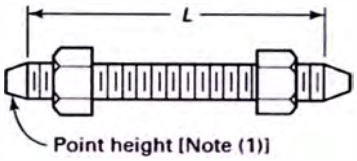
(4) Bolt lengths not shown in Table may be determined in accordance with Annex D. See para. 6.10.2.

- Para cada unión bridada 12" 900# RJ se necesitan: 20 espárragos 1 3/8" x 255mm c/2 tuercas c/u.

CLASS 600 PIPE FLANGES AND FLANGED FITTINGS



Flange



Stud Bolt With Nuts

Table 15 Templates for Drilling Class 600 Flanges

1	2	3	4	5	6	7	8	9
							Length of Bolts, *L* [Notes (1), (4)]	
		Drilling [Notes (2), (3)]						
Nominal Pipe Size NPS	Outside Diameter of Flange, *O*	Diameter of Bolt Circle, *W*	Diameter of Bolt Holes in.	Number of Bolts	Diameter of Bolts in.	7 mm Raised Face	Male and Female/ Tongue and Groove	Ring Joint
½	95	66.7	⅝	4	½	75	70	75
¾	115	82.6	¾	4	⅝	90	85	90
1	125	88.9	¾	4	⅝	90	85	90
1¼	135	98.4	¾	4	⅝	95	90	95
1½	155	114.3	⅞	4	¾	110	100	110
2	165	127.0	¾	8	⅝	110	100	110
2½	190	149.2	⅞	8	¾	120	115	120
3	210	168.3	⅞	8	¾	125	120	125
3½	230	184.2	1	8	⅞	140	135	140
4	275	215.9	1	8	⅞	145	140	145
5	330	266.7	1⅛	8	1	165	160	165
6	355	292.1	1⅛	12	1	170	165	170
8	420	349.2	1¼	12	1⅛	190	185	195
10	510	431.8	1⅜	16	1¼	215	210	215
12	560	489.0	1⅜	20	1¼	220	215	220
14	605	527.0	1½	20	1⅜	235	230	235
16	685	603.2	1⅝	20	1½	255	250	255
18	745	654.0	1¾	20	1⅝	275	265	275
20	815	723.9	1¾	24	1⅝	285	280	290
24	940	838.2	2	24	1⅞	330	325	335

GENERAL NOTES:

(a) Dimensions of Table 15 are in millimeters, except for diameters of bolts and bolt holes, which are expressed in inch units. For dimensions in inch units, refer to Annex F, Table F15.

(b) For other dimensions, see Table 16.

NOTES:

(1) Length of stud bolt does not include the height of the points. See para 6.10.2.

(2) For flange bolt holes, see para. 6.5.

(3) For spot facing, see para 6.6.

(4) Bolt lengths not shown in table may be in accordance with Annex D. See para. 6.10.2.

- Para cada unión bridada 4" 600# RJ se necesitan: 8 espárragos 7/8" x 145mm c/2 tuercas c/u.

Para el torquéo de las espárragos y tuercas se emplea la tabla 2.11

ASTM A193 B7

Bolt Size	TPI	Proof Load (lbs)	Clamp Load (lbs)	Tightening Torque (ft lbs)		
				Waxed	Galv	Plain
1/4"	20	3350	2513	5	13	10
5/16"	18	5500	4125	11	27	21
3/8"	16	8150	6113	19	48	38
7/16"	14	11150	8363	30	76	61
1/2"	13	14900	11175	47	116	93
9/16"	12	19100	14325	67	168	134
5/8"	11	23750	17813	93	232	186
3/4"	10	35050	26288	164	411	329
7/8"	9	48500	36375	265	663	530
1	8	63650	47738	398	995	796
1 1/8	7	80100	60075	563	1408	1126
1 1/4	7	101750	76313	795	1987	1590
1 3/8	6	121300	90975	1042	2606	2085
1 1/2	6	147550	110663	1383	3458	2767
1 3/4	5	199500	149625	2182	5455	4364
2	4 1/2	262500	196875	3281	8203	6563
2 1/4	4 1/2	341250	255938	4799	11997	9598
2 1/2	4	420000	315000	6563	16406	13125
2 3/4	4	468500	351263	8050	20124	16100
3	4	567150	425363	10634	26585	21268
3 1/4	4	674500	505875	13701	34252	27402
3 1/2	4	791350	593513	17311	43277	34622
3 3/4	4	917700	688275	21509	53771	43017
4	4	1052600	789450	26315	65788	52630

- 663 lb-pie / 92 kg-m para espárragos galvanizados 7/8".
- 2606 lb-pie / 360 kg-m para espárragos galvanizados 1 3/8".

La secuencia de torquéo cumple con lo recomendado en la figura 2.12.

El cutter o sierra copa a emplear para perforaciones de 12" que implican line stop es de 11.812" según la tabla 4.1.

El resumen de accesorios empleados para las perforaciones se visualizan en la sección de planos del presente informe.

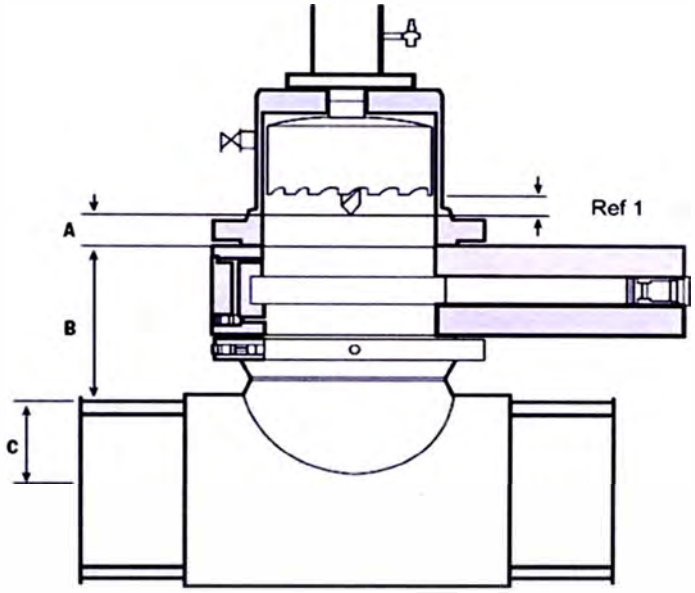


Figura 4.21. Medidas a considerar para el Hot Tap

Las medidas A, B, C y Ref 1 se describen en la tabla 4.4 y 4.5, donde se muestran las medidas tomadas en campo. Las medidas se toman en pulgadas como en milímetros.

Tabla 4.4. Medidas y Cálculos para la Línea de Succión

DATOS DE CORTE		mm	pulg
t	Espesor del Tubo	10.46	0.41
Ø t	Diámetro externo del Tubo	323.85	12.75
Ø c	Diámetro externo de la Copa Sierra (ver tabla 4.1)	300	11.81
	Diámetro Interno del ducto	302.93	11.93
DISTANCIAS A MEDIR			
REF 1	Distancia entre dientes de la Copa Sierra a punta de la Mecha Guía	25	0.98
A	Distancia entre la punta de la Mecha Guía a la cara del Adaptador	138	5.43
B	Distancia entre Cara de Valvula al Lomo del Ducto	673	26.50
C	Altura del Cupon a extraer	161.93	6.38
1	Numeros de Ring Joing (Valv - Adaptador) X 5mm c/u	5	0.20
a	**DISTANCIA QUE LA MECHA TOCA EL DUCTO**	**816**	**32.13**
b	**DISTANCIA QUE LA SIERRA COPA TOCA EL DUCTO**	**841**	**33.11**
c	**DISTANCIA QUE PASA POR EL PRIMER CLICK**	**867.46**	**34.15**

Datos de Campo

Presion Succion BOMBAS: 11.5 bar , se presurizó a 20 bar.

Luego de la cerrar la valvula Sandwinch, se despresurizó por la salida de 2" de Adaptador directamente al tanque de choque, posterior al flare.

Se utilizó niple guía, Split Tee 12"x12" 900# FURMANITE.

El adaptador que se utilizó es de 12" 900# con acople de 4" 600# para IP508.

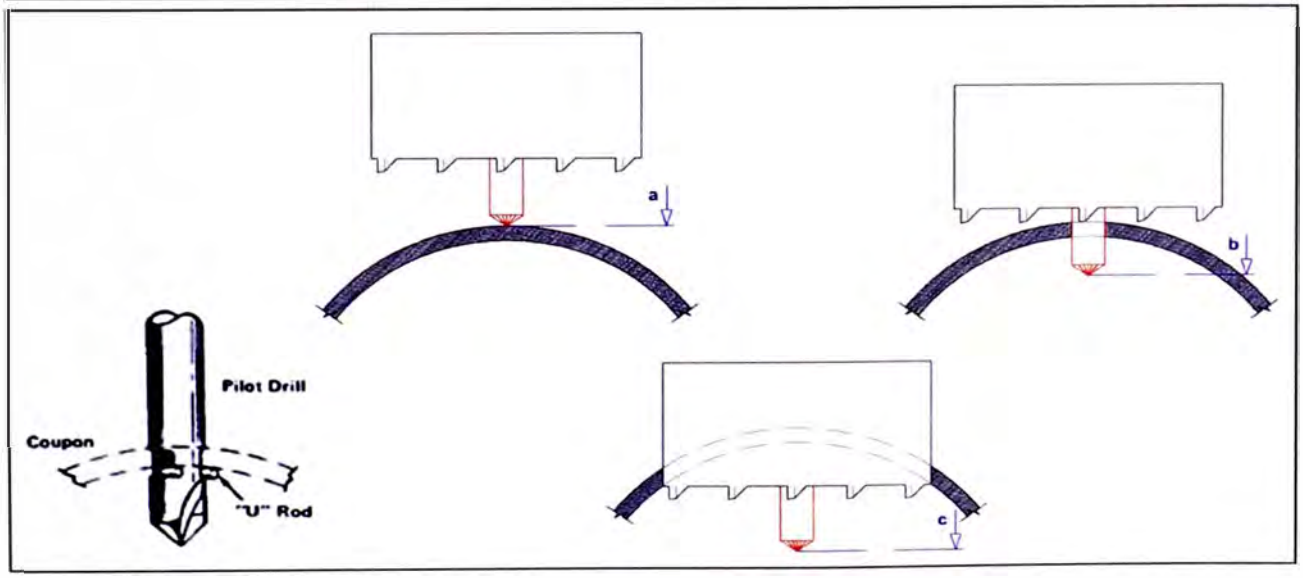


Tabla 4.5. Medidas y Cálculos para la Línea de Descarga

DATOS DE CORTE		mm	pulg
t	Espesor del Tubo	10.51	0.41
Ø t	Diámetro externo del Tubo	323.85	12.75
Ø c	Diámetro externo de la Copa Sierra	300	11.81
	Diámetro Interno del ducto	302.83	11.92
DISTANCIAS A MEDIR			
REF 1	Distancia entre dientes de la Copa Sierra a punta de la Mecha Guía	25	0.98
A	Distancia entre la punta de la Mecha Guía a la cara del Adaptador	138	5.43
B	Distancia entre Cara de Valvula al Lomo del Ducto	673	26.50
C	Altura del Cupon a extraer	161.93	6.38
1	Numeros de Ring Joing (Valv - Adaptador) X 5mm c/u	5	0.20
a	**DISTANCIA QUE LA MECHA TOCA EL DUCTO**	**816**	**32.13**
b	**DISTANCIA QUE LA SIERRA COPA TOCA EL DUCTO**	**841**	**33.11**
c	**DISTANCIA QUE PASA POR EL PRIMER CLICK**	**867.51**	**34.15**

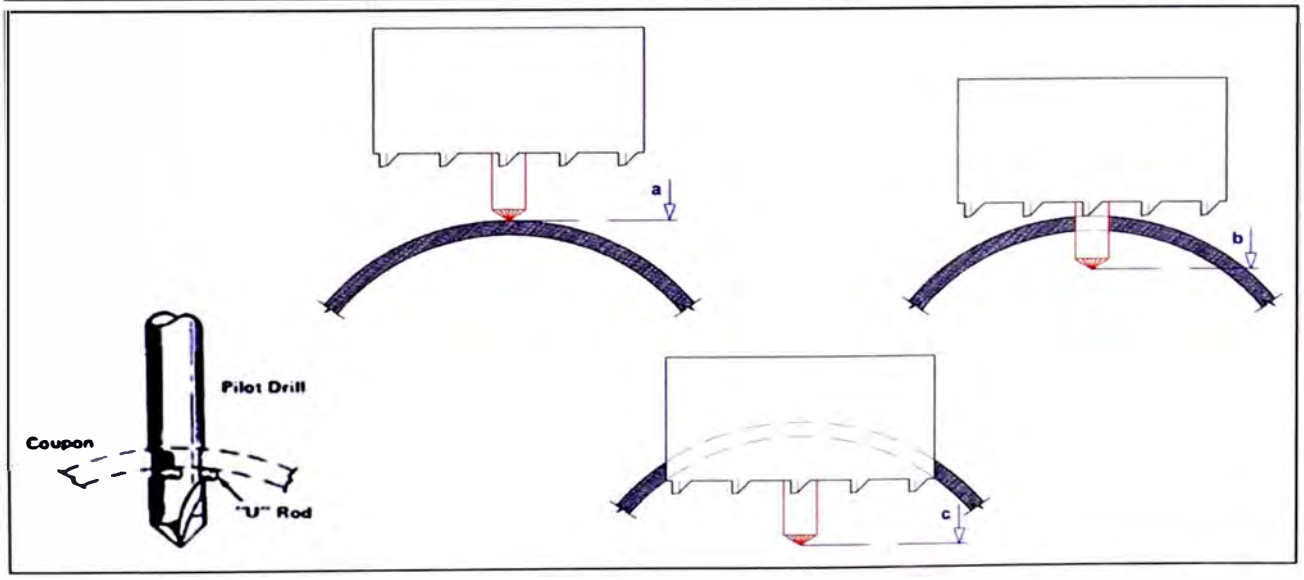
Datos de Campo

Presion Descarga BOMBAS: 69.5 bar , se presurizó a 80 bar.

Luego de la cerrar la valvula Sandwinch, se despresurizó por la salida de 2" de Adaptador directamente al tanque de choque, posterior al flare.

Se utilizó niple guía, Split Tee 12"x12" 900# TDWILLIAMSON.

El adaptador que se utilizó es de 12" 900# con acople de 4" 600# para IP508.



Una vez concluido el hot tapping se verifica el cupón extraído, producto de la perforación. Para este caso no será necesario soldar el cupón recuperado al tapón de la Split tee por tratarse de una instalación donde no se realiza inspección interna ni limpieza con el pig[33].

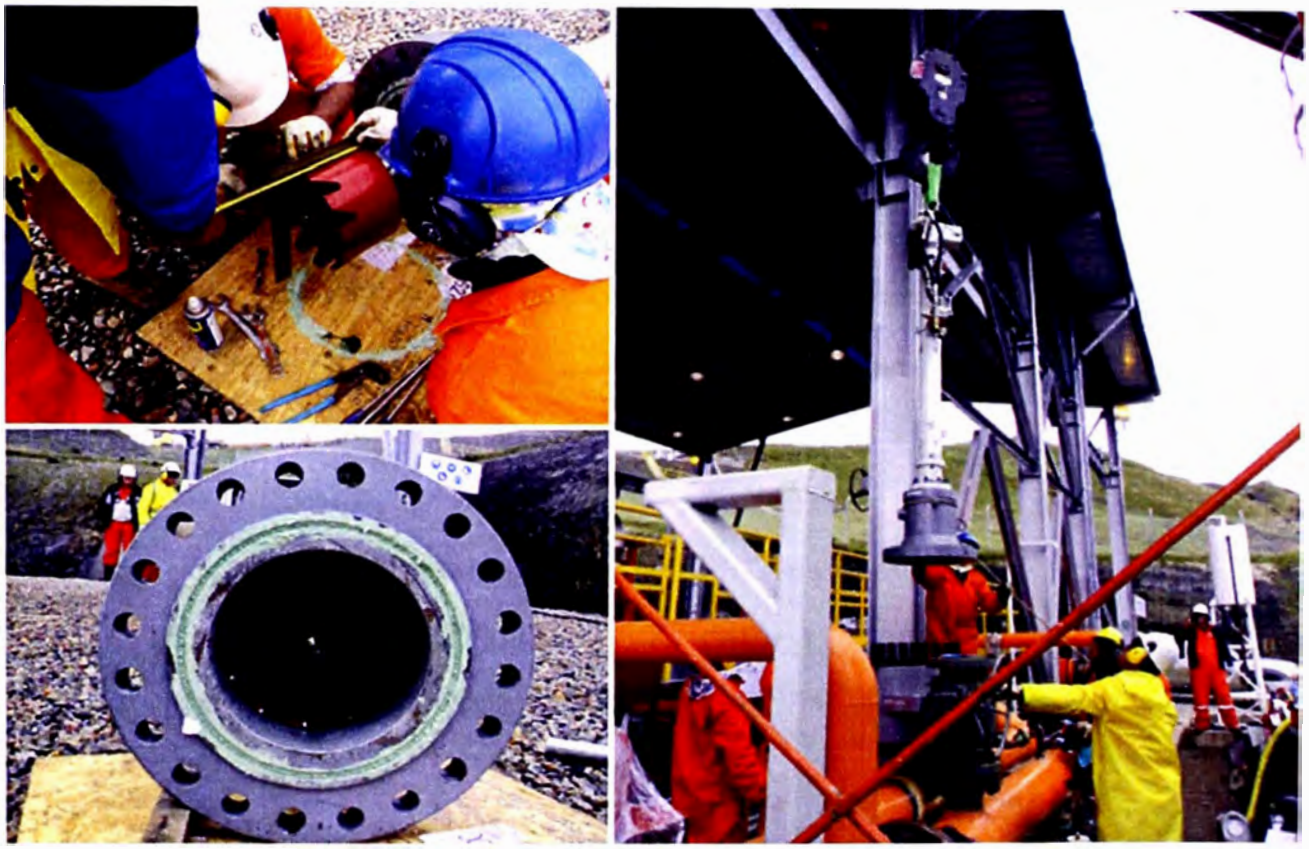


Figura 4.22. Sup. Izq. Toma de medidas a la mecha guía y copa sierra, Inf. Izq. Coupon extraído post tapping y Der. Montaje de equipo Hot Tap

c. Obturado de Tie-ins, line stop

De forma similar al hot tapping es necesario seleccionar los accesorios compatibles y la toma de medidas de avance para una obturación segura.

[33]Pig: Herramienta para limpieza interna de ductos.

El obturado se realiza con el equipo Line Stop TDW 900#, cuyas características son:

- Serie de operación, 900# de fábrica
- Housing disponibles, desde 8" 900# RJ y 18" 900# RJ
- Diámetros de perforación, de 4" a 36"
- Usos, obturado

Por lo descrito, se debe emplear un housing que acople el equipo con la válvula sandwich 12" 900#. La configuración de accesorios a emplear para las obturaciones (line stop) en 12" es como sigue (ver figura 4.9).

- Ducto a intervenir, 12" API 5L Gr. X52 SMLS SCH STD
- Split tee, 12" 900# RJ (TDW y Furmanite)
- Válvula sandwich, 12" 900# RJ (TDW y Furmanite)
- Housing, 12" 900# RJ
- Equipo, Line Stop TDW 900#

Las uniones bridadas son RJ y utilizan los espárragos de la válvula sandwich (12" 900#), el ring joint y torque a utilizar para esta operación es (ya identificados para el hot tapping):

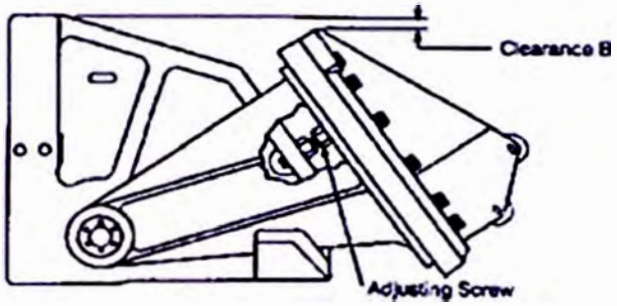
- Ring joint 12" 900#, R57
- Torque de 2606 lb-pie / 360 kg-m para espárragos galvanizados 1 3/8"

La secuencia de torquéo cumple con lo recomendado en la figura 2.12.

El elemento sellante seleccionado es de 304mm ya que el diámetro externo de ducto es 12.75" y el espesor de pared es ligeramente superior a los 10mm.

Para la toma de medidas y torquéo del elemento sellante en el cabezal de sellado se debe seguir las recomendaciones de las siguientes tablas:

Tabla 4.6. Recomendaciones para el ajuste del cabezal de sellado



A. Instale el tornillo de ajuste en el cabezal de la barra de control, como se indica en la Figura 30.

B. Instale el elemento de sellado y el protector de nariz, según sea necesario.

C. Ajuste el Espacio B a la dimensión indicada en la Tabla.

Tabla: Espacio del cabezal de obturación

Tipo de cabezal de obturación	Tamaño	Espacio
STOPPLE II	4-12"	¼"-1/2"
	14" y superior	3/8" - 9/16"

Tabla 4.7. Recomendaciones para el ajuste del elemento sellante

Colocación del elemento de sellado

Seleccione el protector de nariz de tamaño adecuado para la tubería y el grosor de pared que hay que obturar. Coloque el protector de nariz en el elemento. Empiece a colocar todos los pernos manualmente y enrósquelos hasta que queden ajustados al protector de nariz.

Consulte la Tabla 5, Tabla de torsión, y busque los rangos de torsión recomendada para el tamaño del cabezal de obturación que esté utilizando. Debe aplicarse siempre la torsión mínima. La necesidad de aplicar más torsión depende de varios factores variables, como la condición de los roscados, la compresibilidad del elemento de sellado y la fricción de las superficies de desgaste de los pernos.

Tabla de torsión para la instalación de los pernos de la nariz

Tamaño del cabezal de obturación (pulg.)	Torsión mínima (pies, lbs.)	Torsión máxima (pies, lbs.)
4	18	30
6	25	50
8	35	65
10	50	80
12	65	100
14	80	140

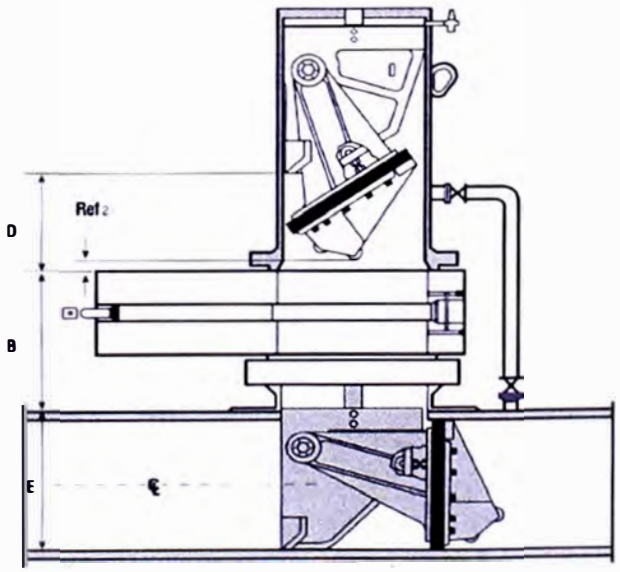


Figura 4.23. Medidas a considerar para el Line Stop

Las medidas B, D, E y Ref 2 se describen en la tabla 4.6, donde se muestran las medidas tomadas en campo. Las medidas se toman en pulgadas como en milímetros.

Tabla 4.8. Medidas y Cálculos para el Line Stop

	DATOS DE CORTE	mm	pulg
t	Espesor del Tubo	10.46	0.41
Ø t	Diámetro externo del Tubo	323.85	12.75
Ø c	Diámetro externo de la Copa Sierra	300	11.81
	Diámetro Interno del ducto	302.93	11.93
	DISTANCIAS A MEDIR		
REF	Distancia entre punta de rueda de cabezal a la cara del Housing	0	0.00
D	Distancia entre Pie de Apoyo del cabezal a la cara del Housing	204	8.03
B	Distancia entre Cara de Valvula Sandwich al Lomo del Ducto	647	25.47
E	Diametro Externo - 01 espesor	313.39	12.34
1	Numeros de Ring Joing (Valv - Adaptador) X 5mm c/u	5	0.20
	DISTANCIA QUE LA RUEDA TOCA EL DUCTO	**965.39**	**38.01**
	DISTANCIA BARRIDO CON SELLO	**1067.39**	**42.02**
	MAXIMA FINAL DE SELLO	**1169.4**	**46.04**

Previo al obturado de la línea se debe ecualizar los accesorios propios del equipo, para esto se emplean los by pass de 2" ya habilitados.

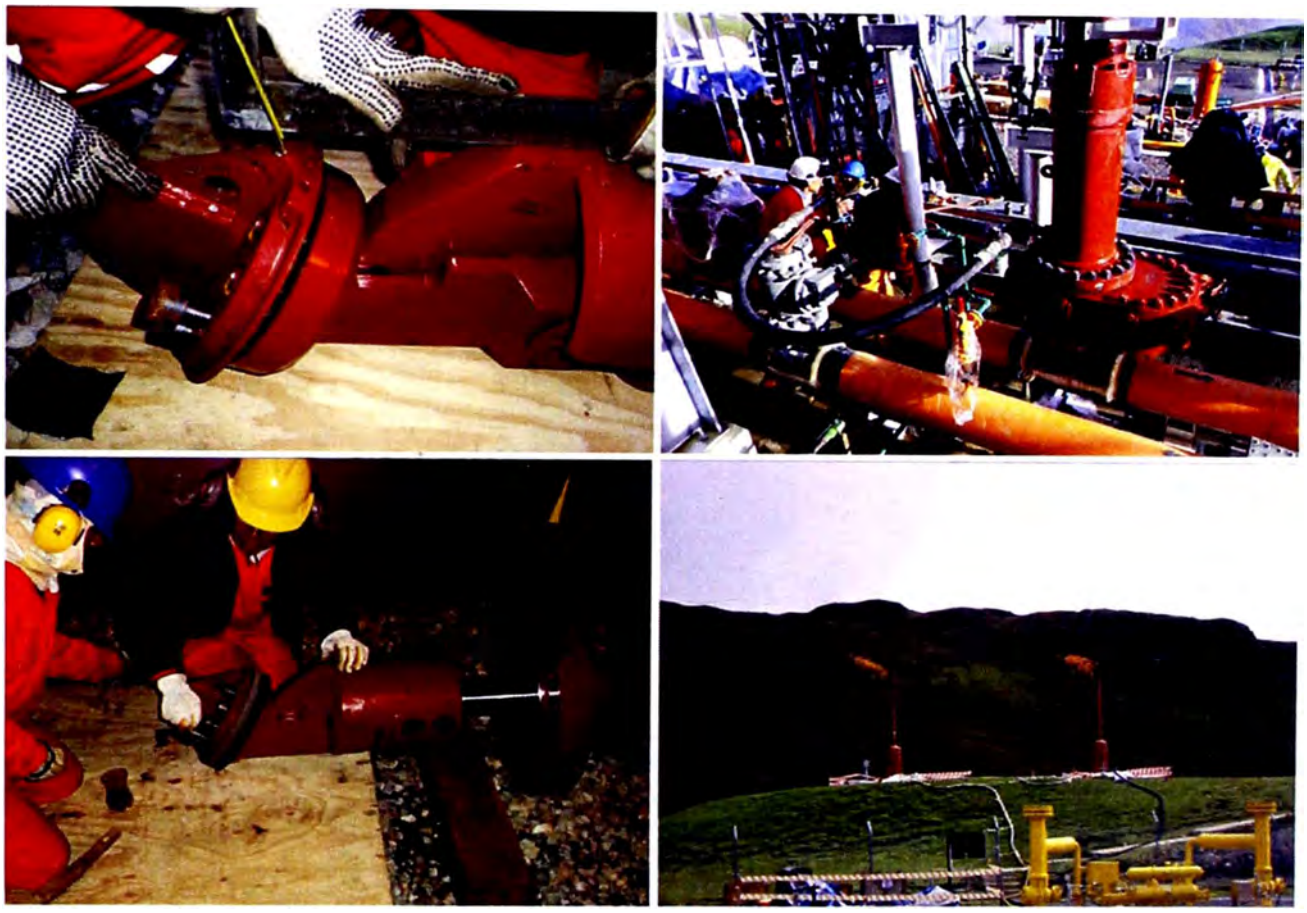


Figura 4.24. Sup. Izq. Toma de medidas al cabezal de sellado, Inf. Izq. Montaje de Elemento sellante, Sup. Der. Ecualización por By Pass de 2" y Obturado y Der. Inf. Quemado de vapores LGN (flares)

d. Habilitación de las líneas de succión y descarga

Con la verificación de mezcla explosiva, 0% LEL, se garantiza la seguridad para trabajos en caliente.

Se realizan cortes en frío y soldaduras para completar la vinculación de las instalaciones existentes con las nuevas del proyecto Cuarta Bomba. Esta habilitación culmina con los resultados satisfactorios de los END.

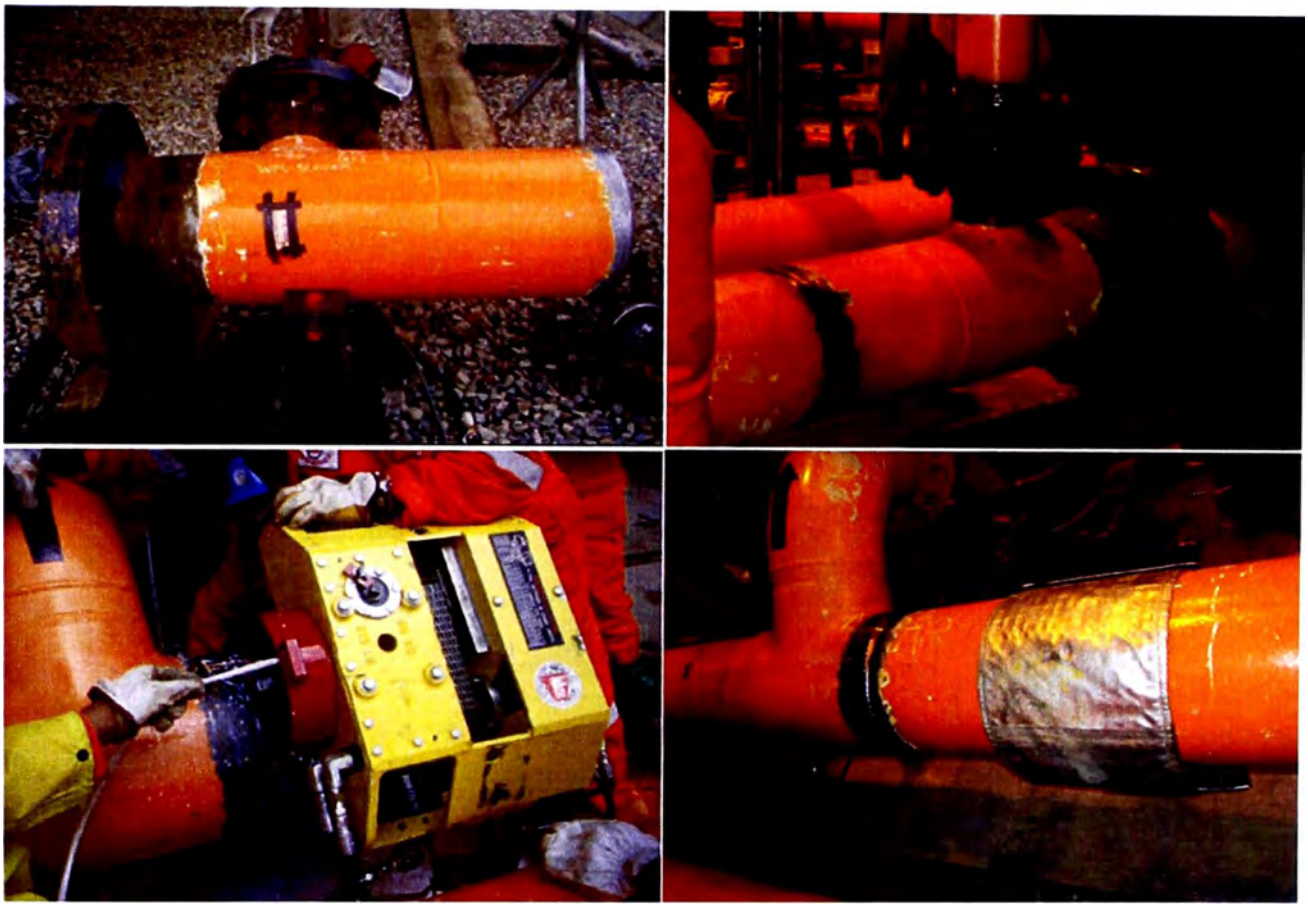


Figura 4.25. Sup. Izq. Spool a ser reemplazado en línea de descarga, Inf. Izq. Corte en frio de ducto, Sup. Der. Spool reemplazado en línea de descarga y Der. Inf. Soldadura de niple en lía de succión (post corte en frío)

e. Sellado de Tie-ins, plug-ins

Una vez concluida la vinculación de las líneas, succión y descarga, se presuriza la línea habilitada para levantar los elementos sellantes. La disposición del tapón en la Split Tee requiere la selección de los accesorios adecuados, la mayor parte de veces son los mismos que se emplearon en el hot tapping, y la toma de medidas para garantizar la correcta disposición del tapón.

Para el sellado es importante garantizar el buen estado del o-ring en el tapón y la funcionalidad de la válvula de ecualización en el mismo.

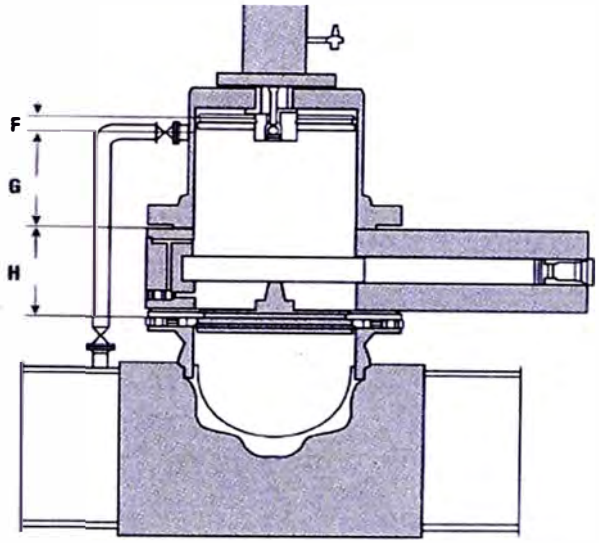


Figura 4.26. Medidas a considerar para el Sellado

Las medidas F, G y H se describen en la tabla 4.7, donde se muestran las medidas tomadas en campo. Las medidas se toman en pulgadas como en milímetros.

Tabla 4.9. Medidas y Cálculos para el Sellado en Succión y Descarga

	DATOS DE CORTE	mm	pulg
t	Espesor del Tubo	10.46	0.41
Ø t	Diámetro externo del Tubo	323.85	12.75
Ø c	Diámetro externo de la Copa Sierra	300	11.81
	Diámetro Interno del ducto	302.93	11.93
	DISTANCIAS A MEDIR		
F	Distancia de la hendidura superior del tapón a la cara inferior	68	2.68
G	Cara inferior de Tapón a borde de adaptador	288	11.34
H	Distancia: borde superior de V. Sánd. a la cara superior de segmentos	471	18.54
1	Numeros de Ring Joing (Valv - Adaptador) X 5mm c/u	5	0.20

Nota: colocar todos los datos en casillas color verde

DISTANCIA QUE EL TAPON CHOCA CON LOS SEGMENTOS	**764**	**30.08**
DISTANCIA QUE DEBO BAJAR	**68**	**2.68**
DISTANCIA FINAL DE PLUG (TAPON)	**832**	**32.76**

Es importante conseguir los recorridos calculados para garantizar un adecuado sellado, así mismo no descartar una revisión al o-ring del tapón y de ser necesario realizar pruebas de dureza al mismo.

Figura 4.27. Sup. Izq. Tapones en 12", Inf. Izq. Disposición de tapón en Split Tee, Sup. Der. Toma de medidas en tapones, Equipo IP 508 y Der. Inf. Brida ciega en Split Tee

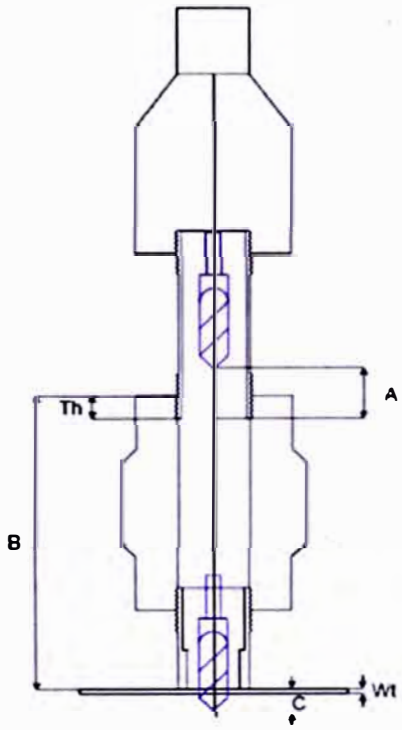
f. Bypass 2"

El bypass de 2" empleado para la presurización, ecualización y purga de LGN es habilitado mediante hot tapping de 1 7/16", es posible realizar esta operación gracias a la válvula esférica de paso total montada sobre el thread lock fitting, accesorio soldado en la línea principal que cumple con las mismas exigencias de las Split tees. Todos los accesorios de 2" para el bypass tienen uniones roscadas

NPT lo que facilita la versatilidad de configuraciones según se requiera en el operativo.

Para el hot tapping y plug in de esta derivación es necesario tomar las medidas adecuadas para minimizar los riesgos en la operación.

Tabla 4.10. Medidas y Cálculos para el Hot Tap 2" en líneas de succión y descarga



Equipo a usar	IP 100			
Diámetro del ducto a intervenir	12.0	pulgadas		
Espesor de pared en ducto	10.5	mm		
Presión de Operación	69.5	bar		
Diámetro de mecha guia/broca	1.44	pulgadas		
Distancia de la mecha guia/broca al extremo de la niple	A	=	75	mm
Distancia de la cara superior de la válvula HT a la superficie del ducto	B	=	351	mm
Profundidad de avance niple - válvula HT	Th	=	42	mm
Máximo avance de perforación	C*	=	29	mm
Mecha guia/broca toca ducto	[(A+B)-Th]	=	384	mm
Final de perforación	[(A+B)-Th]+C	=	413	mm

** C = espesor de ducto + tolerancia de perforación (radio de mecha guia/broca)*

De la tabla 4.8 se tiene que: debe recorrer 384 mm para que la broca toque la superficie del tubo a perforar y se necesitan 413 mm para garantizar un perforado pasante, sin conicidad. Se realizaron 3 perforaciones de estas características en las líneas de succión y descarga.

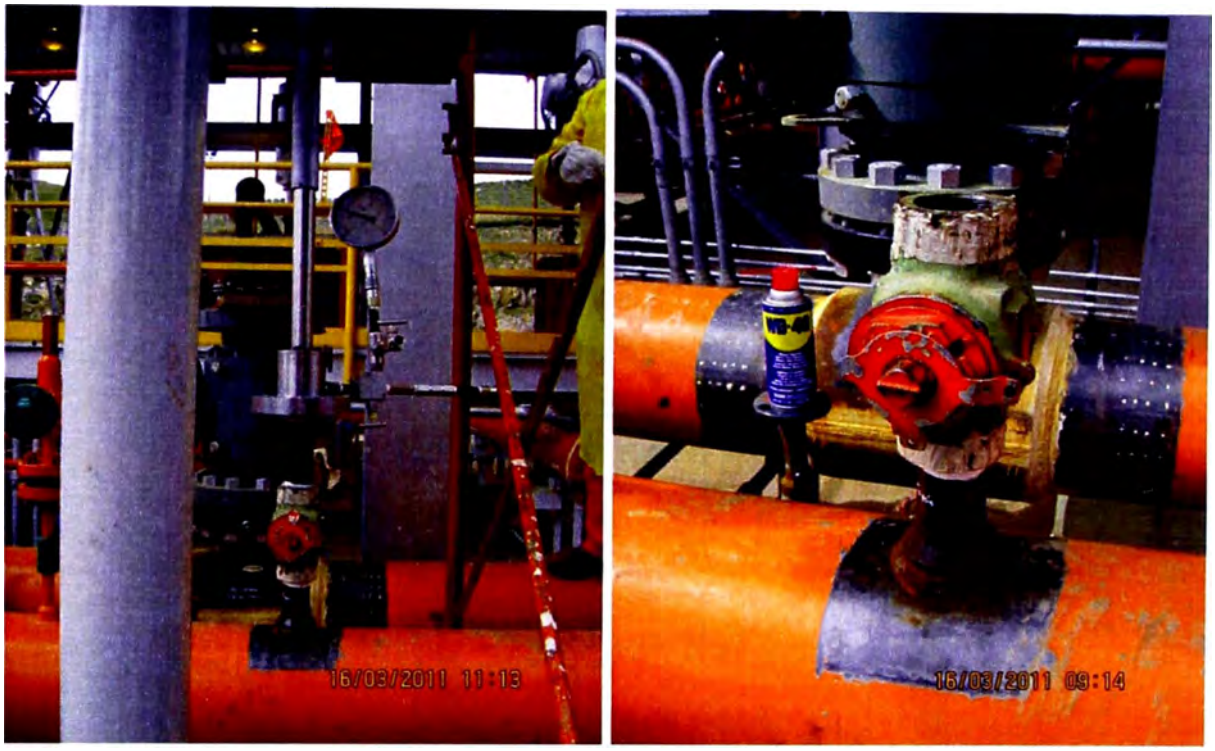


Figura 4.28. Perforación en 2"

Una vez concluida la habilitación de las líneas, en cada una de las perforaciones realizadas, se dispone la instalación de los tapones. Todos los thread lock fittings y tapones tienen las mismas características (la ficha técnica del accesorio se visualiza en el anexo).

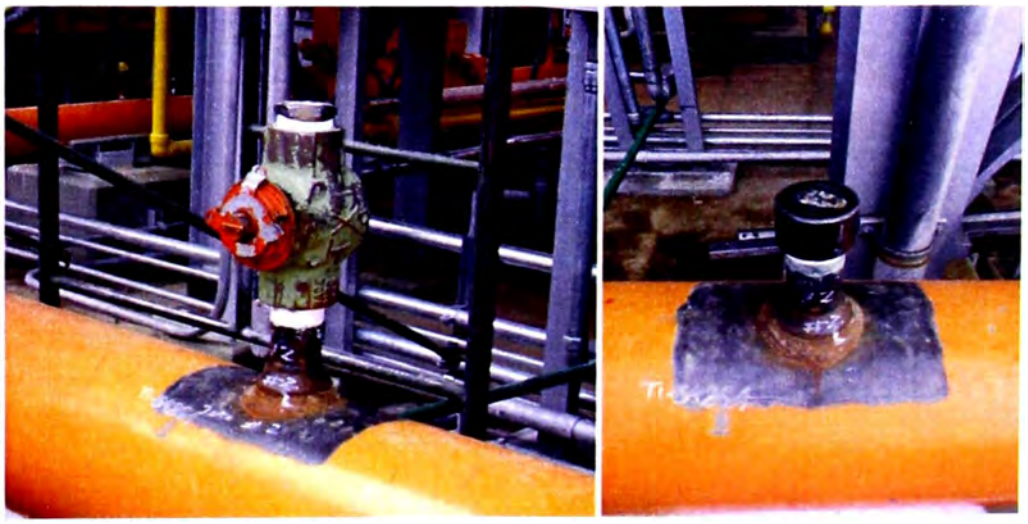


Figura 4.29. Disposición de tapón en Thread-lock-fitting (thread-o-ring)

4.5.2. Habilitación de Línea de Drenaje

El objetivo de esta línea es vincular el nuevo colector de drenaje, que uniría los nuevos drenajes aéreos de todas las bombas, al colector existente.

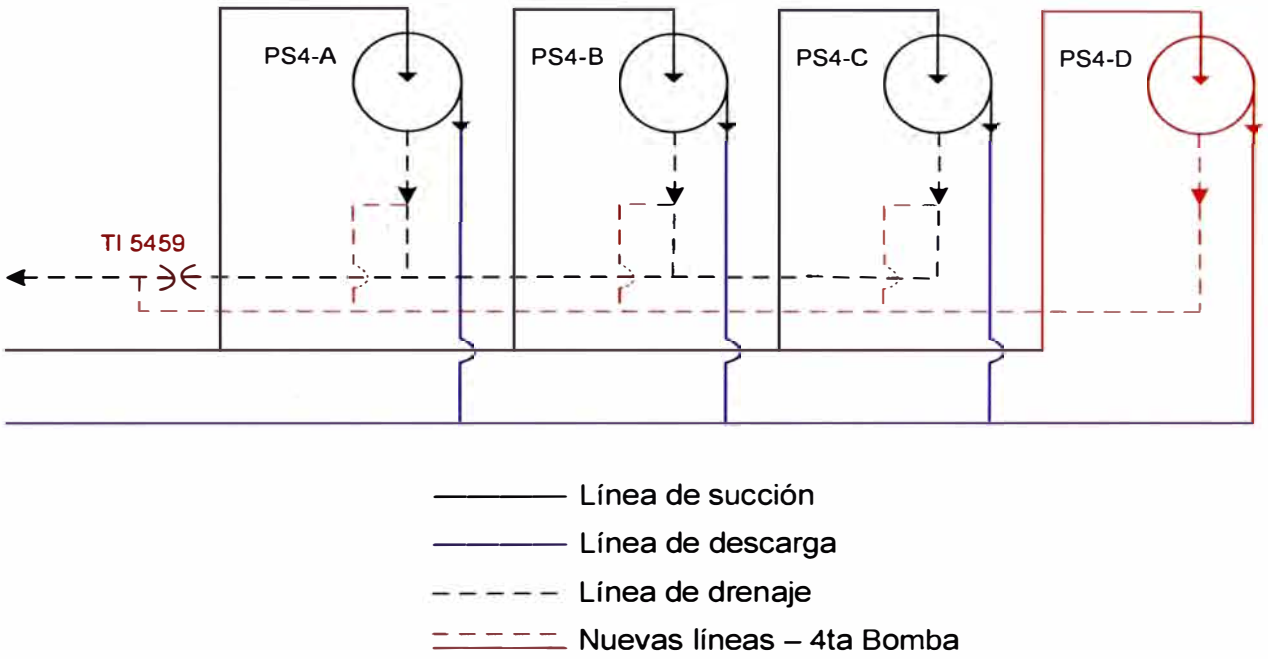


Figura 4.30. Habilitación de Línea de Drenaje

Para esta vinculación fue necesario la soldadura de un three way tee[34] y una perforación de 1 7/16".

Tabla 4.11. Tie-in en línea de drenaje

Tie-in	Instalación existente		Tipo de Tie-in	Presión de Operación (bar)	Temperatura de Operación (°C)	Servicio *	Observaciones
	Diámetro	Sch / Rating					
5459	3	STD	Hot Tap	3.0	10	VAPOR - LGN	3-way Tee

[34]Three way tee, accesorio que permite habilitar una derivación paralela a la existente.

a. Soldadura de Accesorios sobre tubería

Previamente a la soldadura del accesorio sobre la línea existente, se debe realizar la medición de espesores con una grilla circunferencial, para el cálculo de la presión segura de soldadura; si bien esta soldadura se ejecuta con la línea descargada se prevé el alivio de cualquier válvula que la presurice en instantes; por esta razón es necesario el cálculo de la presión segura de trabajo bajo las condiciones operativas descritas en la Tabla 4.9.

Los datos para la tubería son:

- Material, ASTM A106 Gr.B SCH STD
- Espesor mínimo medido, 5.19 mm
- Espesor máximo medido, 5.69 mm

Aplicando la metodología de cálculo para la presión segura de soldadura descrita en la sección 4.5 del presente informe.

$$P_S = \frac{2\ x\ SMYS\ x\ (t - 0.1) x\ F}{D}$$

Dónde:

SMYS: 35000 psi

t: 0,204"

F: 0,6

D: 3"

$$P_S = \frac{2\ x\ 35000\ x\ (0{,}204 - 0.1) x\ 0{,}6}{3}\ x\ \frac{1}{14{,}5} = 100{,}73\ bar$$

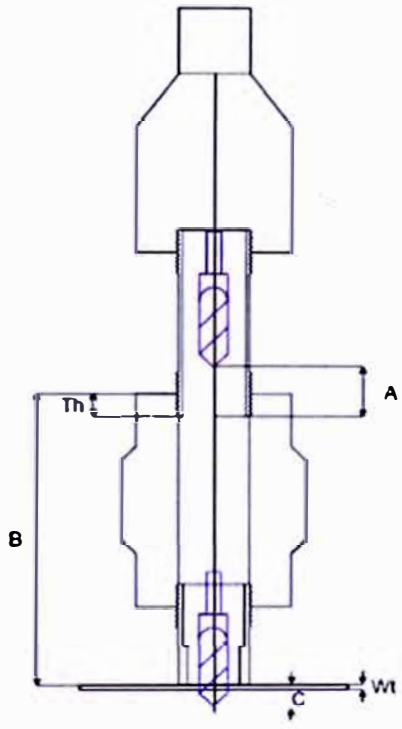
El valor obtenido, 100.73 bar, se compara con la presión de operación en la línea, 3.0 bar. Al ser mayor que esta, no se requiere reducir la presión de operación para la soldadura del accesorio.

Sólo con resultados satisfactorios en los END se procede con la ejecución del hot tapping.

b. Perforación de Tie-ins, hot tapping

La habilitación del drenaje se realizó con el colector descargado, presión atmosférica, sin embargo se consideró la presurización en el equipo y la ecualización a la presión de operación. Durante esta operación la estación de bombeo operaba con su carga nominal y en caso de purga o activación para una válvula de alivio la línea intervenida se presurizaría.

Tabla 4.12. Medidas y Cálculos para el Hot Tap 2" en línea de drenaje



Equipo a usar			IP 100	
Diámetro del ducto a intervenir			3.0	pulgadas
Espesor de pared en ducto			5.7	mm
Presión de Operación			75.0	bar
Diámetro de mecha guía/broca			1.44	pulgadas
Distancia de la mecha guía/broca al extremo de la niple	A	=	75.0	mm
Distancia de la cara superior de la válvula HT a la superficie del ducto	B	=	351.0	mm
Profundidad de avance niple - válvula HT	Th	=	42.0	mm
Máximo avance de perforación	C*	=	23.9	mm
Mecha guía/broca toca ducto	[(A+B)-Th]	=	384.0	mm
Final de perforación	[(A+B)-Th]+C	=	407.9	mm

** C = espesor de ducto + tolerancia de perforación (radio de mecha guía/broca)*

Se realiza un tapping de 1 7/16", es posible realizar esta operación gracias a la válvula esférica de paso total montada sobre el three way tee, accesorio soldado en la línea principal que cumple con las mismas exigencias del piping.

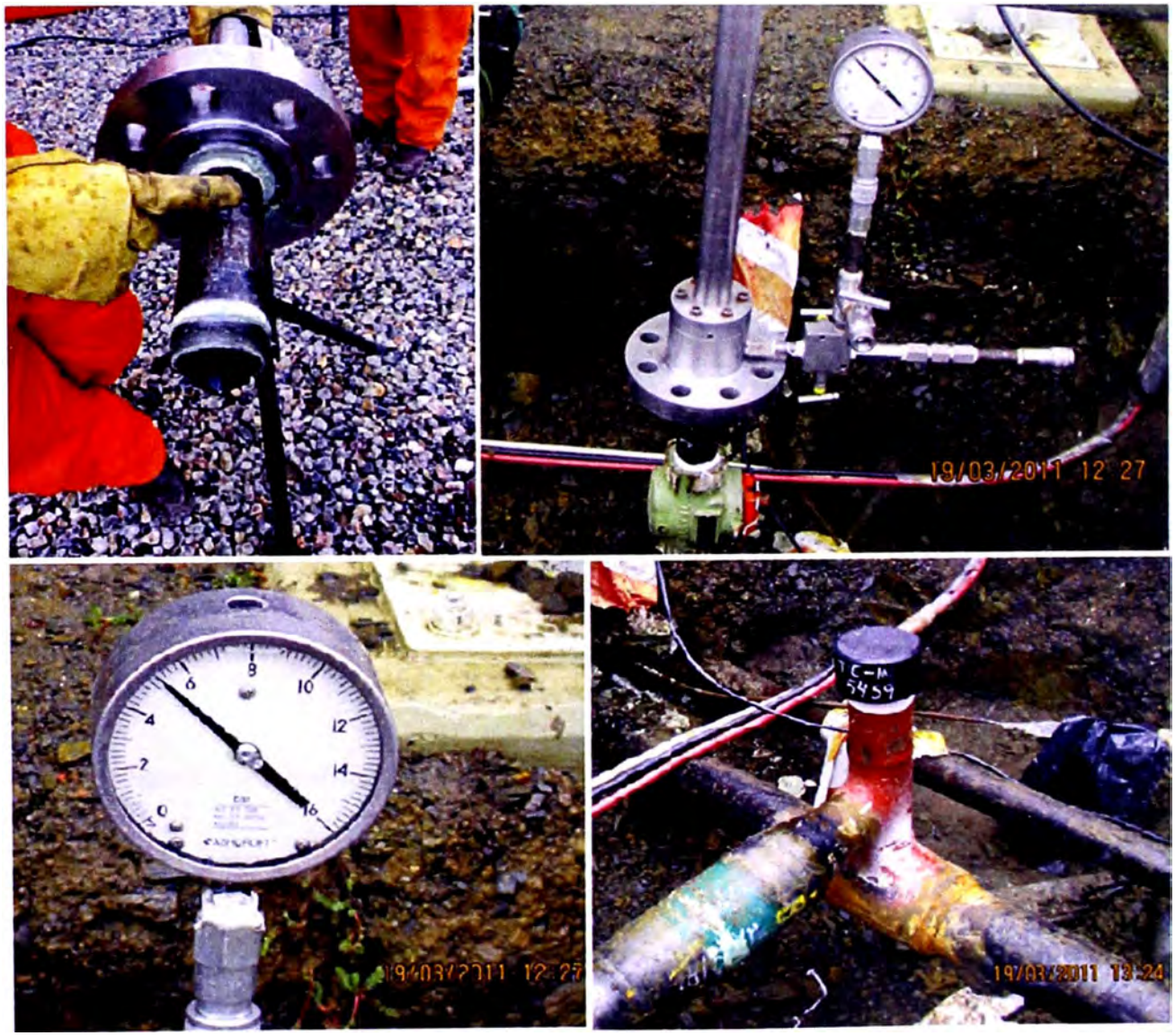


Figura 4.31. Sup. Izq. Disposición de broca y niple en equipo IP 100, Sup. Der. Montaje de equipo tapping, Inf. Izq. Presurización de la cámara superior de e Inf. Der. Habilitación de la línea de drenaje

4.5.3. Habilitación de Línea de Fuel Gas

El objetivo es habilitar la línea de fuel gas, combustible usado para el arranque de las bombas para la operación regular y el reciclo.

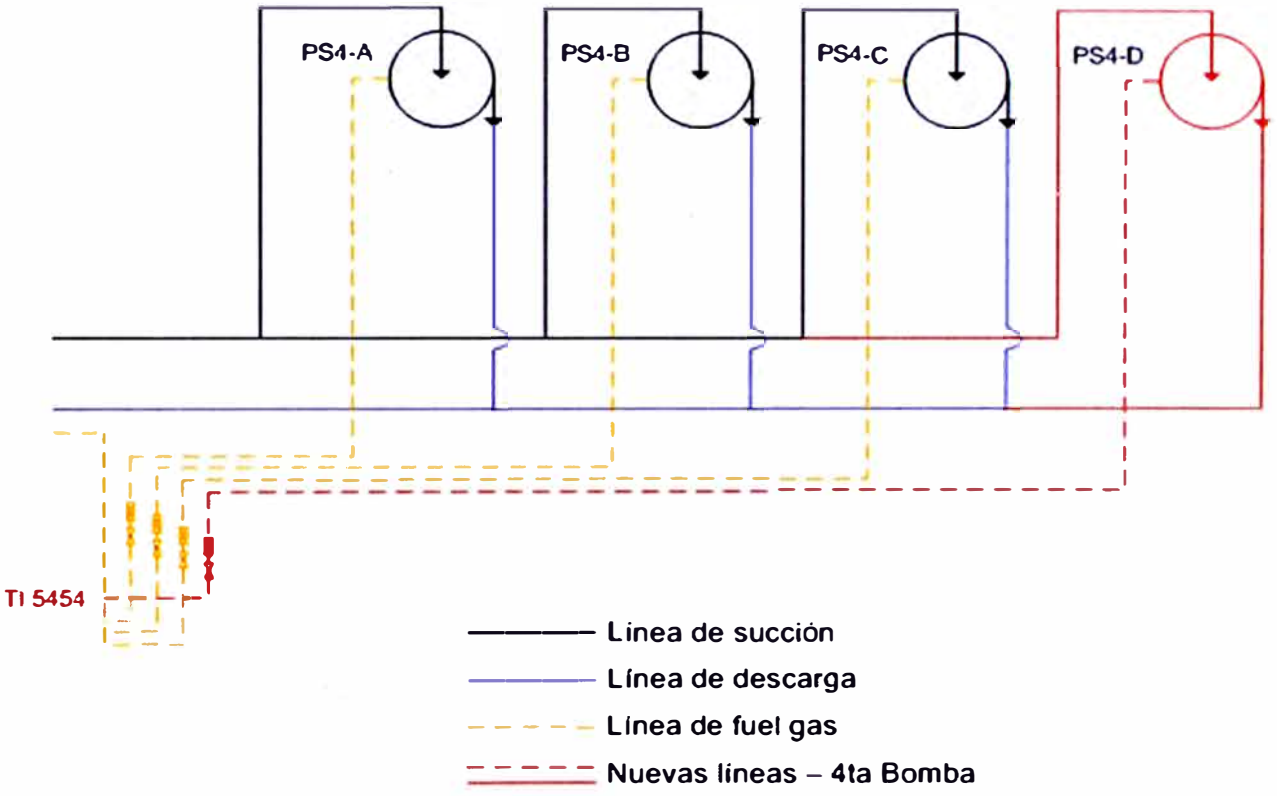


Figura 4.32. Habilitación de Derivaciones para el Fuel Gas de la bomba D

Para esta habilitación fueron necesarias dos perforaciones de 1 7/16" sin interrumpir la línea de fuel gas, implicó una perforación horizontal por la disposición de la infraestructura.

Tabla 4.13. Tie-ins en línea del Fuel Gas

Tie-in	Instalación existente		Tipo de Tie-in	Presión de Operación (bar)	Temperatura de Operación (°C)	Servicio *	Observaciones
	Diámetro	Sch / Rating					
5414	3	STD	Hot Tap	10.0	15	Fuel Gas	3-way Tee
5454	3	STD	Hot Tap	10.0	15	Fuel Gas	3-way Tee

c. Soldadura de Accesorios sobre tubería

Previamente a la soldadura del accesorio sobre la línea existente, se debe realizar la medición de espesores con una grilla circunferencial, para el cálculo de la presión segura de soldadura es necesario el cálculo de la presión segura de trabajo con las condiciones operativas descritas en la Tabla 4.11.

Los datos para la tubería son:

- Material, ASTM A106 Gr.B SCH STD
- Espesor mínimo medido, 5.15 mm
- Espesor máximo medido, 5.68 mm

Aplicando la metodología de cálculo para la presión segura de soldadura descrita en la sección 4.5 del presente informe.

$$P_S = \frac{2\ x\ SMYS\ x\ (t - 0.1) x\ F}{D}$$

Dónde:

SMYS: 35000 psi

t: 0,203"

F: 0,6

D: 3"

$$P_S = \frac{2\ x\ 35000\ x\ (0{,}203 - 0.1) x\ 0{,}6}{3}\ x\ \frac{1}{14{,}5} = 99{,}21\ bar$$

El valor obtenido, 99.21 bar, se compara con la presión de operación en la línea, 10.0 bar. Al ser mayor que esta, no se requiere reducir la presión de operación para la soldadura del accesorio.

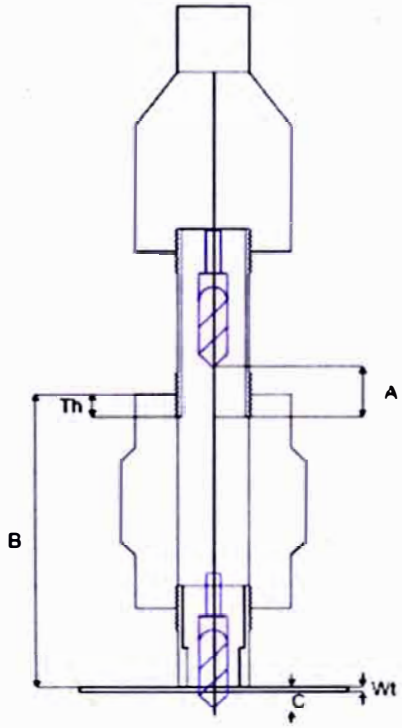
Sólo con resultados satisfactorios en los END se procede con la ejecución del hot tapping.

Figura 4.34. Tie ins 5414 y 5454 en la habilitación del Fuel Gas

d. Perforación de Tie-ins, hot tapping

Previo al perforado se selecciona los accesorios adecuados para la operación, compatibles en rating, diámetros, espesores, tipos, etc. Así mismo, se toman las medidas de avance para el equipo de perforación.

Tabla 4.14. Medidas y Cálculos para los Hot Tap 2" en línea de Fuel Gas



Equipo a usar			IP 100	
Diámetro del ducto a intervenir			12.0	pulgadas
Espesor de pared en ducto			10.5	mm
Presión de Operación			75.0	bar
Diámetro de mecha guía/broca			1.44	pulgadas
Distancia de la mecha guía/broca al extremo de la niple	A	=	75.0	mm
Distancia de la cara superior de la válvula HT a la superficie del ducto	B	=	351.0	mm
Profundidad de avance niple - válvula HT	Th	=	42.0	mm
Máximo avance de perforación	C*	=	28.8	mm
Mecha guía/broca toca ducto	[(A+B)-Th]	=	384.0	mm
Final de perforación	[(A+B)-Th]+C	=	412.8	mm

** C = espesor de ducto + tolerancia de perforación (radio de mecha guía/broca)*

Una vez concluido el hot tapping se verifica el cupón extraído, producto de la perforación.

4.5.4. Habilitación de Derivaciones para los Aeroenfriadores

El objetivo es desafectar el sistema antiguo con un punto de succión y uno de descarga en 6". El nuevo sistema de implica dos puntos de succión en 6" y uno de descarga en 6".

El ingreso al sistema de aeroenfriadores se hace en la descarga de la bomba, una vez enfriado se devuelve al sistema de bombeo en la línea de succión de las bombas. El sistema de aeroenfriadores se usa para el arranque y reciclo de la estación de bombeo, cubre el mínimo caudal necesario para la operatividad dela estación.

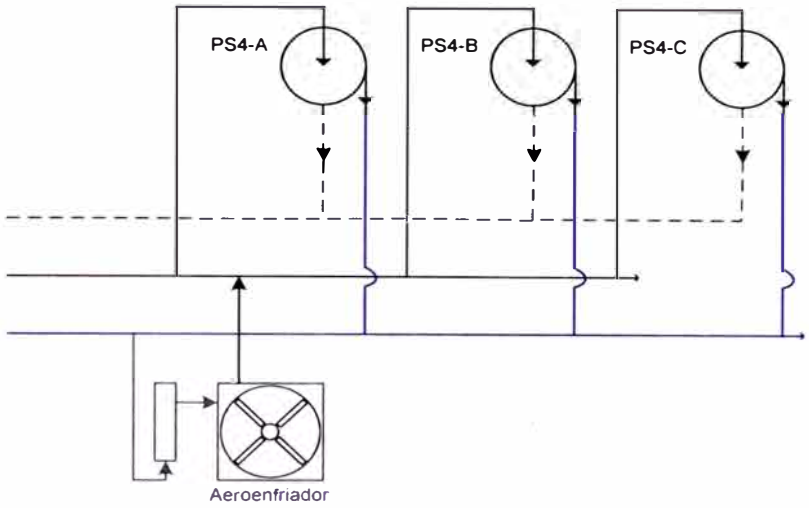
La habilitación de las derivaciones para los aeroenfriadores implicó 2 perforaciones de 6" (derivaciones con Split Tee de 12" x 6" #900), esta operación se realizó sin interrumpir el transporte de LGN.

Estos Tie-ins constituyen nuevas derivaciones por donde se retroalimentarán las líneas de succión para las bombas.

Tabla 4.15. Tie-ins en línea del aeroenfriador

Tie-in	Instalación existente		Tipo de Tie-in	Presión de Operación (bar)	Temperatura de Operación (°C)	Servicio *	Observaciones
	Diámetro	Sch / Rating					
5417	12	STD / 600#	Hot Tap	11.5	20	LGN	Split Tee 12"x6" 900#
5453	12	STD / 600#	Hot Tap	11.5	20	LGN	Split Tee 12"x6" 900#

AEROENFRIADOR EXISTENTE – PS4



INSTALACIÓN POST HABILITACION – PS4

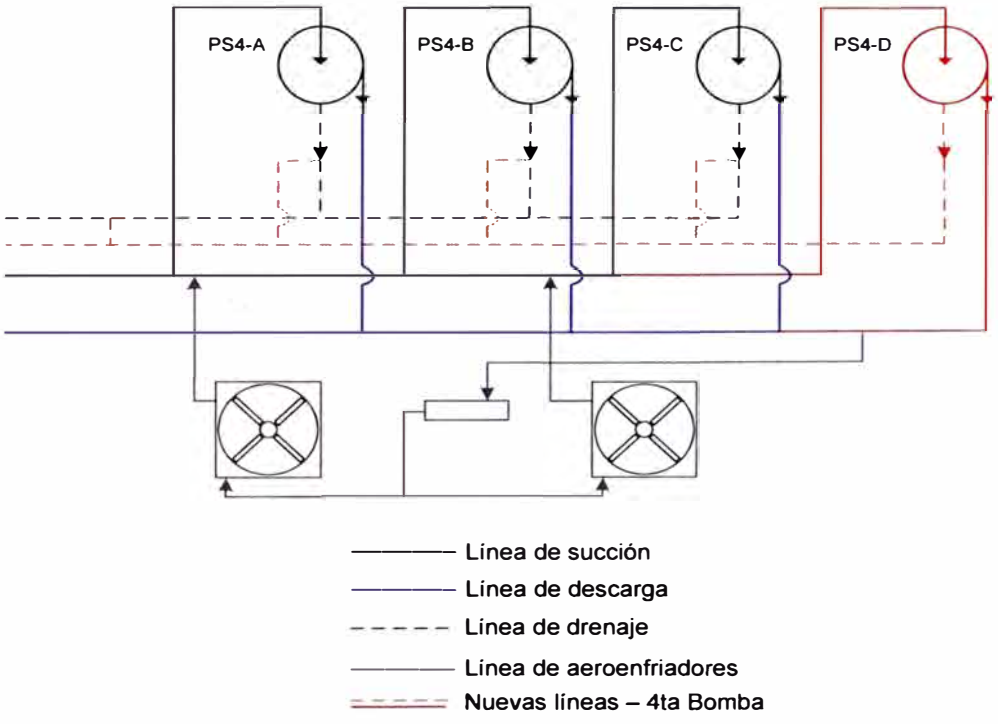


Figura 4.34. Habilitación de Derivaciones para los Aeroenfriadores

e. Soldadura de Accesorios sobre tubería

Previamente a la soldadura de los accesorios sobre la línea existente, se debe realizar la medición de espesores con una grilla circunferencial, para el cálculo de la presión segura de soldadura; ya que esta soldadura se ejecuta con el ducto en operación bajo las condiciones operativas descritas en la Tabla 4.13.

Los datos para la tubería son:

- Material, API 5L Gr. X52 SMLS SCH STD
- Espesor mínimo medido, 9.29 mm
- Espesor máximo medido, 10.23 mm

Aplicando la metodología de cálculo para la presión segura de soldadura descrita en la sección 4.5 del presente informe.

$$P_S = \frac{2\ x\ SMYS\ x\ (t - 0.1) x\ F}{D}$$

Dónde:

SMYS: 52000 psi

t: 0,366"

F: 0,6

D: 12"

$$P_S = \frac{2\ x\ 52000\ x\ (0{,}366 - 0.1) x\ 0{,}6}{12}\ x\ \frac{1}{14{,}5} = 95{,}30\ bar$$

El valor obtenido, 95.30 bar, se compara con la presión de operación en la línea, 11.5 bar. Al ser mayor que esta, no se requiere reducir la presión de operación para la soldadura del accesorio.

Sólo con resultados satisfactorios en los END se procede con la ejecución del hot tapping.

Figura 4.35. Sup. Izq. Soldadura de Split Tee, Sup. Der. Medición de espesores en ducto, Inf. Izq. Split Tee soldado e Inf. Der. Monitoreo de mezcla explosiva

f. Perforación de Tie-ins, hot tapping

Previo al perforado se selecciona los accesorios adecuados para la operación, compatibles en rating, diámetros, espesores, tipos, etc. Así mismo, se toman las medidas de avance para el equipo de perforación.

Estas perforaciones se realizan con el equipo IP508, cuyas características son:

- Serie de operación, 600# de fábrica y 900# con adaptadores
- Carrera del equipo, 66"
- Housing de acople disponibles, 4" 600# RJ y 6" 900# RJ

- Diámetros de perforación, de 3" a 20"
- Usos, perforación y sellado

Por lo descrito, se debe emplear un adaptador que acople el equipo con la válvula esférica 6" 900#. La configuración de accesorios a emplear para las perforaciones (hot tapping) en 6" es como sigue (ver figura 4.2).

- Ducto a intervenir, 12" API 5L Gr. X52 SMLS SCH STD
- Split tee, 12"x6" 900# RJ, TDW
- Válvula esférica, 6" 900# RJ
- Adaptador, 4" 600# RJ - 4" 900# RJ y 4" 900# RJ - 6" 900# RJ
- Housing de acople, 4" 600# RJ
- Equipo, IP 508

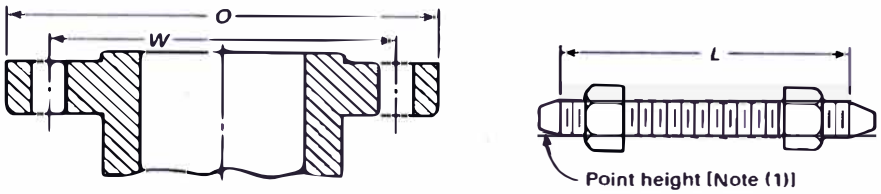
Todas las uniones bridadas son RJ, para la selección del adecuado ring joint se utiliza la tabla del anexo 4.

NOMINAL PIPE SIZE/ NOMINAL PRESSURE										
ASME-ANSI B16.5					ASME B16-47A		API 6B			Tollerances
150	300-600	900	1500	2500	300-600	900	2000	3000	5000	R
4										R36
	4	4					4	4	3 1/2	R37
				4						R38
			4						4	R39
6										R43
			5						5	R44
	6	6					6	6		R45
			6						6	R46
				6						R47

- Ring joint 6" 900#, R45
- Ring joint 4" 900#, R37
- Ring joint 4" 600#, R37

Los espárragos a emplear son de material ASTM A193 Gr. B7 y las tuercas son de material ASTM A194 Gr. 2H, en ambos casos galvanizados. Las dimensiones y cantidades de los mismos se extraen del ASME B16.5.

CLASS 900 PIPE FLANGES AND FLANGED FITTINGS



Flange Stud Bolt With Nuts

Table 17 Templates for Drilling Class 900 Flanges

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Drilling [Notes (2), (3)]				Length of Bolts, *L* [Notes (1), (4)]		
Nominal Pipe Size NPS	Outside Diameter of Flange, *O*	Diameter of Bolt Circle, *W*	Diameter of Bolt Holes, in.	Number of Bolts	Diameter of Bolts, in.	7 mm Raised Face	Male and Female/ Tongue and Groove	Ring Joint
½ ¾ 1 1¼ 1½ 2 2½	Use Class 1500 dimensions in these sizes.							
3	340	190.5	1	8	⅞	145	140	145
4	290	235.0	1¼	8	1⅛	170	165	170
5	350	279.4	1⅜	8	1¼	190	185	190
6	380	317.5	1¼	12	1⅛	190	185	195
8	470	393.7	1½	12	1⅜	220	215	220
10	545	469.9	1½	16	1⅜	235	230	235
12	610	533.4	1½	20	1⅜	255	250	255
14	640	558.8	1⅝	20	1½	275	265	280
16	705	616.0	1¾	20	1⅝	285	280	290
18	785	685.8	2	20	1⅞	325	320	335
20	855	749.3	2⅛	20	2	350	345	360
24	1,040	901.7	2⅝	20	2½	440	430	455

GENERAL NOTES:

(a) Dimensions of Table 17 are in millimeters, except for diameters of bolts and bolt holes, which are in inch units. For dimensions in inch units, refer to Annex F, Table F17.

(b) For other dimensions, see Tables 18 and 19.

NOTES:

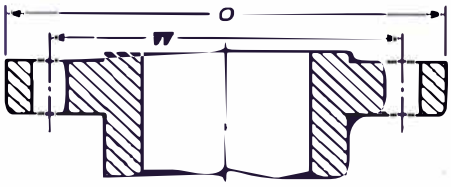
(1) Length of stud bolt does not include the height of the points. See para 6.10.2.

(2) For flange bolt holes, see para. 6.5.

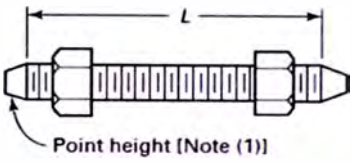
(3) For spot facing, see para. 6.6.

(4) Bolt lengths not shown in Table may be determined in accordance with Annex D. See para. 6.10.2.

CLASS 600 PIPE FLANGES AND FLANGED FITTINGS



Flange



Stud Bolt With Nuts

Table 15 Templates for Drilling Class 600 Flanges

1	2	3	4	5	6	7	8	9
							Length of Bolts, *L* [Notes (1), (4)]	
		Drilling [Notes (2), (3)]						
Nominal Pipe Size NPS	Outside Diameter of Flange, *O*	Diameter of Bolt Circle, *W*	Diameter of Bolt Holes in.	Number of Bolts	Diameter of Bolts in.	7 mm Raised Face	Male and Female/ Tongue and Groove	Ring Joint
½	95	66.7	⅝	4	½	75	70	75
¾	115	82.6	¾	4	⅝	90	85	90
1	125	88.9	¾	4	⅝	90	85	90
1¼	135	98.4	¾	4	⅝	95	90	95
1½	155	114.3	⅞	4	¾	110	100	110
2	165	127.0	¾	8	⅝	110	100	110
2½	190	149.2	⅞	8	¾	120	115	120
3	210	168.3	⅞	8	¾	125	120	125
3½	230	184.2	1	8	⅞	140	135	140
4	275	215.9	1	8	⅞	145	140	145
5	330	266.7	1⅛	8	1	165	160	165
6	355	292.1	1⅛	12	1	170	165	170
8	420	349.2	1¼	12	1⅛	190	185	195
10	510	431.8	1⅜	16	1¼	215	210	215
12	560	489.0	1⅜	20	1¼	220	215	220
14	605	527.0	1½	20	1⅜	235	230	235
16	685	603.2	1⅝	20	1½	255	250	255
18	745	654.0	1¾	20	1⅝	275	265	275
20	815	723.9	1¾	24	1⅝	285	280	290
24	940	838.2	2	24	1⅞	330	325	335

GENERAL NOTES:

(a) Dimensions of Table 15 are in millimeters, except for diameters of bolts and bolt holes, which are expressed in inch units. For dimensions in inch units, refer to Annex F, Table F15.

(b) For other dimensions, see Table 16.

NOTES:

(1) Length of stud bolt does not include the height of the points. See para 6.10.2.

(2) For flange bolt holes, see para. 6.5.

(3) For spot facing, see para 6.6.

(4) Bolt lengths not shown in table may be in accordance with Annex D. See para. 6.10.2.

- Para cada unión bridada 6" 900# RJ se necesitan: 12 espárragos 1 1/8" x 195mm c/2 tuercas c/u.

- Para cada unión bridada 4" 900# RJ se necesitan: 8 espárragos 1 1/8" x 170mm c/2 tuercas c/u.
- Para cada unión bridada 4" 600# RJ se necesitan: 8 espárragos 7/8" x 145mm c/2 tuercas c/u.

Para el torquéo de los espárragos y tuercas se emplea la tabla 2.11.

ASTM A193 B7

Bolt Size	TPI	Proof Load (lbs)	Clamp Load (lbs)	Tightening Torque (ft lbs)		
				Waxed	Galv	Plain
1/4"	20	3350	2513	5	13	10
5/16"	18	5500	4125	11	27	21
3/8"	16	8150	6113	19	48	38
7/16"	14	11150	8363	30	76	61
1/2"	13	14900	11175	47	116	93
9/16"	12	19100	14325	67	168	134
5/8"	11	23750	17813	93	232	186
~~3/4"~~	~~10~~	~~35050~~	~~26288~~	~~164~~	~~411~~	~~329~~
7/8"	9	48500	36375	265	663	530
~~1~~	~~8~~	~~63650~~	~~47738~~	~~398~~	~~995~~	~~796~~
1 1/8	7	80100	60075	563	1408	1126
~~1 1/4~~	~~7~~	~~101750~~	~~76313~~	~~795~~	~~1987~~	~~1590~~
1 3/8	6	121300	90975	1042	2606	2085
1 1/2	6	147550	110663	1383	3458	2767
1 3/4	5	199500	149625	2182	5455	4364
2	4 1/2	262500	196875	3281	8203	6563
2 1/4	4 1/2	341250	255938	4799	11997	9598
2 1/2	4	420000	315000	6563	16406	13125
2 3/4	4	468500	351263	8050	20124	16100
3	4	567150	425363	10634	26585	21268
3 1/4	4	674500	505875	13701	34252	27402
3 1/2	4	791350	593513	17311	43277	34622
3 3/4	4	917700	688275	21509	53771	43017
4	4	1052600	789450	26315	65788	52630

- 1408 lb-pie / 195 kg-m para espárragos galvanizados 1 1/8".
- 663 lb-pie / 92 kg-m para espárragos galvanizados 7/8".

La secuencia de torquéo cumple con lo recomendado en la figura 2.12.

El cutter o sierra copa a emplear para perforaciones de 6" que no implican line stop es de 5.469" según la tabla 4.1.

El resumen de accesorios empleados para las perforaciones se visualiza en la sección de planos del presente informe.

Tabla 4.16. Medidas y Cálculos para el Perforado - Aeroenfriador

DATOS DE CORTE		mm	pulg
t	Espesor del Tubo	10.51	0.41
Ø t	Diámetro externo del Tubo	219.075	8.625
Ø c	Diámetro externo de la Copa Sierra	200	7.87
	Diámetro Interno del ducto	198.055	7.80
DISTANCIAS A MEDIR			
REF 1	Distancia entre dientes de la Copa Sierra a punta de la Mecha Guía	20	0.79
A	Distancia entre la punta de la Mecha Guía a la cara del Adaptador	126	4.96
B	Distancia entre Cara de Valvula al Lomo del Ducto	1180	46.46
C	Altura del Cupon a extraer	109.54	4.31
1	Numeros de Ring Joing (Valv - Adaptador) X 5mm c/u	5	0.20
a	**DISTANCIA QUE LA MECHA TOCA EL DUCTO**	**1311**	**51.61**
b	**DISTANCIA QUE LA SIERRA COPA TOCA EL DUCTO**	**1331**	**52.40**
c	**DISTANCIA QUE PASA POR EL PRIMER CLICK**	**1363**	**53.64**

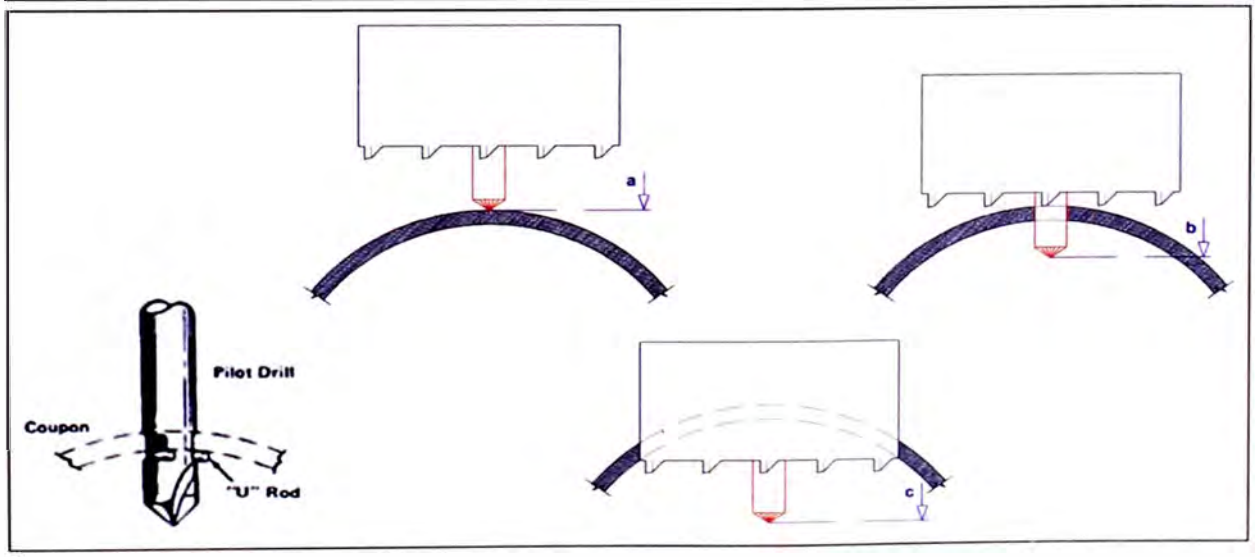
Datos de Campo

Presion Descarga BOMBAS: 69.5 bar , se presurizó a 80 bar, para el lado succión se presurizó a 20 bar.

Luego de la cerrar la valvula Sandwinch, se despresurizó por la salida de 2" de Adaptador directamente al tanque de choque, posterior al flare.

Se utilizó niple guia, Split Tee 12"x6" 900# TDWILLIAMSON.

El adaptador que se utilizó es de 6" 900# - 4" 900# y 4" 900# - 4" 600# con acople de 4" 600# para IP508.



A pesar que la instalación es rating 600# se soldaron Split tees rating 900# por la disponibilidad de equipos y accesorios para el hot tapping en este último rating, se trabajó con uniones bridadas RJ por el fácil alineamiento entre las caras bridadas. Una vez concluido el hot tapping se verifica el cupón extraído, producto de la perforación.

Figura 4.36. Sup. Izq. Engrase de brida para montar equipo HT, Sup. Der. Montaje de equipo HT, Inf. Izq. Brida ciega instalada (post perforación) e Inf. Der. Copa sierra empleada en perforación (cutter)

CAPITULO 5

EVALUACIÓN ECONÓMICA

La habilitación de la Cuarta Bomba mediante operativos de Hot Tap y Line Stop en las cuatro estaciones de bombeo del STD fue implementada y ejecutada en 60 días calendarios. Siendo las intervenciones sobre el STD en operación, para cada estación de bombeo, en aproximadamente 5 días calendarios.

Durante los operativos de Hot Tap no se afectó el transporte de LGN.

Tabla 5.1. Intervenciones Hot Tap en Estaciones de Bombeo (2011)

Operativos Hot Tap				
Estación	PS4	PS3	PS2	PS1
Fecha	15 – 19 Mar	22 - 25 Mar	12 – 14 Abr	25 – 27 Abr
Parada de Bombeo	No	No	No	No

Para los operativos de Line Stop que afectaron las líneas de succión y descarga se programó la parada de la tercera bomba en la estación intervenida por 24 horas continuas, esto representa una disminución de la capacidad de transporte durante la parada efectiva de dicha bomba.

Tabla 5.2. Intervenciones Line Stop en Estaciones de Bombeo (2011)

		Operativos Line Stop (Solicitud de 24h de parada en Bomba C para su ejecución)				
		PS4	PS3	PS2	PS1	
Fecha		17-mar	29-mar	15-abr	27-abr	
Volumen Nominado (Bbl)		72000	70000	68000	66000	
Volumen Transportado (Bbl)		71606	74884	78219	56667	
Fecha		18-mar		16-abr		28-abr
Volumen Nominado (Bbl)		88000		85000		72500
Volumen Transportado (Bbl)		83329		77398		72335
Parada de Bombeo	Inicio	17-Mar (8:46 am)	29-Mar (6:18 am)	15-Abr (6:29 am)	27-Abr (8:03 am)	28-Abr (7:51 am)
	Final	18-Mar (6:17 am)	29-Mar (10:40 pm)	16-Abr (1:35 am)	27-Abr (8:25 pm)	28-Abr (11:16 am)*
	Total de Horas	21h 31'	16h 22'	19h 6'	12h 22'	3h 25' *

** Esta parada se solicitó para recuperar el tapón en PS1 (incidente).*

Sustentación de la tabla 5.1:

- No se afectó el transporte durante la ejecución de perforaciones en ninguna estación, es decir, no se tuvo problemas con los filtros conos de brujas[35], virutas, caídas de presión o calidad del fluido que sean significativos para activar la instrumentación de la estación y alterar la operación regular.

Sustentación de la tabla 5.2:

- Se planificó transportar 521500 Bbl y se transportó 514438 Bbl.
- Se interrumpió la operación de las bombas C en las estaciones de bombeo, restricción del caudal, durante 72 horas 46 minutos. El promedio de interrupción por estación es 18 horas 12 minutos.
- La parada de 3h 25' solicitada para recuperación del tapón, incidente en PS1, se debió al desgaste de la rosca en el boring bar (eje de encastre del equipo IP

[35] El filtro cono de bruja es un filtro con forma de embudo que se instala, generalmente, entre bridas y al ingreso de equipos o válvulas sensibles a la impureza de los fluidos con los que opera.

508). El tapón se desprendió de la unión roscada cayendo al interior del ducto en operación, debido al peso del mismo no fue arrastrado por el flujo y se drenó el sistema de descarga para recuperar el tapón. Esto influye en el total de horas sin operación.

De no aplicarse la técnica hot tapping y line stop habría sido necesario una parada de 48 horas por estación para conseguir los mismos resultados de habilitación que se tuvieron, considerando, 20 horas en drenaje y quemado de vapores, 12 horas de corte, soldadura y END, 16 horas de llenado, reciclo y prueba de instrumentos. Es decir 192 horas de parada total del STD para LGN.

Tabla 5.3. Implementación de Hot Tap y Line Stop

	Con implementación de HOT TAP y LINE STOP	Sin implementación de HOT TAP y LINE STOP
Interrupción del Transporte	Parcial	Total
Tiempo de Interrupción	76 h 46'	192 h
Volumen Planificado (Bbl)	521500	0
Volumen Transportado (Bbl)	514438	0
Cumplimiento (%)	98.65%	N/A
Volumen sin transportar (Bbl)	7062	640000
Inversión en la implementación	Adquisición de equipos, mantenimiento de equipos y capacitación de personal	Ninguna

La volumen transportado (514438 Bbl) representa el 80.38% del volumen que se dejaría de transportar (640000 Bbl). El precio del barril transportado se maneja de manera interna entre la empresa transportadora y el cliente; sin embargo los resultados mostrados sugieren la factibilidad de implementar intervenciones hot tapping y line stop.

Se debe tener en cuenta que el precio de transporte para el GN se conoce y se detalla en la tabla 2.1, considerar que el LGN en fase gaseosa es aproximadamente 600 veces en volumen a su fase líquida y comprender que la rentabilidad del servicio de transporte es por la operación de ambos sistemas (LGN y GN); ya que de otro modo sería necesaria la reinyección del LGN en la planta de explotación mientras el STD LGN se encuentre fuera de servicio.

Para el caso de GN, también se debe considerar que, el cumplimiento con los clientes, volumen transportado, garantiza la continuidad operativa del sector industrial y de generación eléctrica en el país, no sólo se obtiene un beneficio por el lado de la empresa encargada del transporte de GN y LGN de Camisea. Por otro lado, el incumplimiento de estos volúmenes transportados implica el pago de multas y paralización de un sector directamente involucrado e interesado en la continuidad de las operaciones.

Se conoce que el line pack del STD Camisea podría abastecer hasta 5 horas continuas sin fluctuaciones, una vez que se paraliza la operación completamente.

CONCLUSIONES

- Se habilitó el proyecto Cuarta Bomba sin interrumpir el servicio regular de LGN. Este proyecto ha permitido ampliar la capacidad instalada desde 88000 BPD a 100000 BPD.
- La ejecución de los trabajos: hot tapping, line stop y plug in, tienen sustento en la normativa vigente, recomendaciones de los fabricantes de equipos y accesorios, prácticas recomendadas estandarizadas y lecciones aprendidas en trabajos similares que hemos desarrollado.
- La implementación de operativos Hot Tap – Line Stop permitió cumplir con el 98.65% del transporte nominal planificado para los días con interrupción parcial del transporte.
- Se interrumpió la operación de las bombas C en todas las estaciones por un total de 76 h 46', tiempo por debajo del previsto (96 h).
- Se consiguió un sellado hermético al 100% en las líneas de succión y descarga; ya que no se detectó mezcla explosiva en las distintas mediciones realizadas.
- El trabajo en equipo minimizó el tiempo de intervención en todas las estaciones de bombeo, así mismo, no se tuvieron accidentes con tiempos perdidos.
- La adecuada selección de accesorios y sus montajes para los sistemas de drenaje de LGN y quemado de vapores permitió completar las intervenciones sin incidentes ambientales.

- La continuidad del servicio de transporte para LGN y GN es indispensable; ya que el 42% de energía eléctrica generada en el país usa GN (al 2011), así mismo, la operación regular de un importante sector industrial y comercial se sustentan en la continuidad del sistema de trasporte por ductos.

RECOMENDACIONES

- Es necesario contar con stock de equipos y accesorios para disponer de los mismos en caso de contingencia. Es una práctica recomendada, contar con un plan de contingencia para todo trabajo que implique riesgo para el personal involucrado en los trabajos, personas ajenas a la intervención y propiedades ya sean propias o ajenas.
- Se debe realizar la inspección y mantenimiento de los equipos post intervenciones para eliminar incidentes como el sucedido en PS1.
- Implementar un Check list para inspección de equipos y accesorios.
- Se recomienda realizar pruebas de hermeticidad y pérdida a toda válvula que será utilizada en los operativos Hot Tap – Line Stop. Es importante garantizar el cierre al 100% de las mismas. Estas pruebas deben superar al menos en 10% a la presión de operación donde se intervendrá pero nunca por encima del especificado por el fabricante.
- Se recomienda instalar un punto de monitoreo permanente de mezcla explosiva o al menos tomar lecturas de % LEL cada cierto tiempo. Este tiempo será mínimo cuando se desarrollen trabajos en caliente.
- Todos los instrumentos de medición a emplear deberán contar con certificados de calibración vigentes.

- Se recomienda conservar el historial de intervenciones e identificar las oportunidades de mejora en cada caso.
- Es importante mantener el orden y la limpieza antes, durante y después de haber realizado la intervención.
- Se recomienda realizar una reunión previa al inicio de labores donde participen todos los involucrados directos e indirectos a la intervención, así mismo, se aprovechará para designar responsabilidades y funciones.

BIBLIOGRAFIA

TESIS, INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL E INFORME DE SUFICIENCIA

1. MANRIQUE REBAZA, Jim Anthony. *Diseño de un recipiente a presión con un sistema de agitación para el procesamiento de biodiesel de 3m^3 de capacidad*, Tesis, BIGUFIM Universidad Nacional de Ingeniería, Lima - Perú 2011.

2. SIERRA ACOSTA, Julio Cesar, *Consideraciones técnicas y de ingeniería en el desarrollo de un proyecto de central térmica de 199 MW a gas natural,* Informe de competencia profesional, BIGUFIM Universidad Nacional de Ingeniería, Lima - Perú 2011.

3. GOMEZ ESPINOZA, Oscar José, *Control de calidad en juntas soldadas del gasoducto del proyecto Camisea expansión Malvinas – Cashiriari 1*, Informe de suficiencia, BIGUFIM Universidad Nacional de Ingeniería, Lima - Perú 2009.

NORMATIVA CONSULTADA

4. ASME B16.5 - 2003 (Revision of ASME B16.5 1996), *Pipe Flanges and Flanged Fittings* - NPS 1/2 through NPS 24 Metric/Inch Standard.

5. ASME B16.9 - 1993, *Factory Made Wrought Steel Buttwelding Fitting.*

6. ASME B16.11 - 1996, *Forged Fittings, Socket-welding and Threaded.*

7. ASME B16.20 - 1993 (Revision of ANSI B16.20 1973), *Metallic Gaskets for Pipe Flanges – Ring-Joint, Spiral-Wound and Jacketed.*

8. ASME B16.20a – adenda del ASME B16.20.

9. ASME B16.20b – adenda del ASME B16.20.

10. ASME B16.34 – 2004, *Valves Flanged, Threaded and Welding End.*

11. ASME B16.47 - 1996 (Revision of ASME B16.47 1990), *Large diameters Steel Flanges* - NPS 26 through NPS 60.

12. ANSI/ASME B31.4 - 2009, *Liquid Transportation Systems for Hydrocarbons, Liquified Petroleum Gas, Anhydrous Ammonia and Alcohol.*

13. ANSI/ASME B31.8 - 2007, *Gas Transmission and Distribution Piping Systems.*

14. ASME B31.8S - 2004, *Managing System Integrity of Gas Pipelines.*

15. ASTM A194 / A194M - 11 *Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts for Bolts for High Pressure or High Temperature Service, or Both.*

16. ASTM A193 / A193M - 11a *Standard Specification for Alloy Steel and Stainless Steel Bolting for High Temperature or High Pressure Service and Other Special Purpose Applications.*

17. API 1160 - 2001, *Managing System Integrity for Hazardous Liquid Pipelines.*

18. API RP 2201 - 2003, *Safe Hot Tapping Practices in the Petroleum & Petrochemical Industries.*

19. D.S. 016-2004-EM, *Condiciones Generales para la asignación de Capacidad de Transporte de Gas Natural por Ductos.*

20. D.S. 081-2007-EM, *Nuevo reglamento de Transporte de Hidrocarburos por Ductos.*

21. D.S. 043-2007-EM, *Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos.*

22. NAG 100, *Normas Argentinas mínimas de Seguridad para el Transporte y Distribución de Gas Natural y otros gases por Cañerías.*

LIBROS, MANUALES Y EXPOSICIONES CONSULTADAS

23. DÁVILA ORDOÑEZ, Jimpson y GAMBOA BALBÍN, César L. *Análisis Legal de los Contratos de Transporte del Proyecto Camisea*, Sonimágenes del Perú SCRL, Lima- Perú 2010.

24. HERRERA DESCALZI, Carlos, NOVOA PEÑA, Alfredo y HORN MUTSCHLER, Manfred. *Matriz Energética en el Perú y Contribución de las Energías Renovables*, Friedrich Ebert.

25. NAVARRO VALDIVIA, Gustavo, Director General de Hidrocarburos del Perú. *La Matriz Energética Peruana y las Oportunidades de Negocios en el Sub Sector Hidrocarburos*, exposición, Ministerio de Energía y Minas, Julio 2007.

26. GAMIO AITA, Pedro, Viceministro de Energía. *Situación Actual del Sector Energético en el Perú*, exposición, Ministerio de Energía y Minas, Noviembre 2008.

27. FERREIRO Ricardo, *Incremento de Capacidad de Transporte de Hidrocarburos por red de Ductos*, exposición, COMEX, Marzo 2011.

28. BRUCE Bárbara, *Perú: Destino de Inversiones en Hidrocarburos*, exposición, COMEX, Marzo 2011.

29. MARTÍNEZ STOLZEMBACH, Enrique, Gerencia Comercial PLUSPETROL. *Gas Natural de Camisea – Aplicaciones y Usos,* exposición, SNI.

30. ELLMANN Enrique. CONFIABILIDAD Una estrategia de negocios diferente, Ellmann-Sueiro & Asociados, 2008.

31. Operations & Maintenance Manual – IP 508 e IP 100, IPSCO

32. Operations & Maintenance Manual – 916 TM y 936 TM, TDWILLIAMSOM

33. Operations & Maintenance Manual – Sandwich Valves, FURMANITE

34. Operations & Maintenance Manual – Sandwich Valves, TDWILLIAMSOM

35. Manual M-28 PB Tapping Machine

RECURSOS WEB CONSULTADOS Y RECOMENDADOS

36. http://www.doxsteel.com/algoSobreTorque.pdf - visitado el 30 de marzo del 2011.

37. http://www.rae.es/ - visitado el 29 de mayo del 2011.

38. http://es.wikipedia.org/wiki/Gas_de_Camisea - visitado el 17 de abril del 2011.

39. http://gestion.pe/noticia/334359/mem-acuerdo-camisea-mantendra-bajas-tarifas-electricas (Fuente de noticia)

40. http://www.mantenimientoplanificado.com/ - visitado el 29 de mayo del 2011.

41. www.tgp.com.pe

42. www.tdwilliamson.com

43. www.furmanite.com

44. www.fmctechnologies.com

ANEXOS

1. Schedule según ASME B36.10
2. Brochure fittings
3. Detalles de ampliación del STD
4. Ring Joint
5. Part list - IP 508

ANEXO 01 - Carbon, Alloy and Stainless Steel Pipes - ASME/ANSI B36.10/19

Pipe sizes, inside and outside diameters, wall thickness, schedules, moment of inertia, transverse area, weight and weight of pipe filled with water - U.S. Customary Units

The steel pipe data chart below can be used to find pipe sizes, diameters, wall thickness, working pressures and more The chart is based on ASME/ANSI B 36.10 Welded and Seamless Wrought Steel Pipe and ASME/ANSI B36.19 Stainless Steel Pipe.

Pipe Size (inches)	Outside Diameter (inches)	Identification			Wall Thickness *t* - *(inches)*	Inside Diameter *d* - *(inches)*	Area of Metal (square inches)	Transverse Internal Area		Moment of Inertia *(pound-inches)*	Weight Pipe (pounds per foot)	Weight Water (pounds per foot)	External Surface (square feet per foot of pipe)	Elastic Section Modulus (in^3)
		Steel		Stainless Steel Schedule No.				*- a -* (square inches)	*- A -* (square feet)					
		Iron Pipe Size	Shedule											
		-	-	10S	0.049	0.307	0.0548	0.074	0.00051	0.00088	0.19	0.032	0.106	0.00437
1/8	0.405	STD	40	40S	0.068	0.269	0.072	0.0568	0.0004	0.00106	0.24	0.025	0.106	0.00523
		XS	80	80S	0.095	0.215	0.0925	0.0364	0.00025	0.00122	0.31	0.016	0.106	0.00602
		-	-	10S	0.065	0.410	0.097	0.132	0.00091	0.00279	0.33	0.057	0.141	0.01032
1/4	0.54	STD	40	40S	0.088	0.364	0.125	0.1041	0.00072	0.00331	0.42	0.045	0.141	0.01227
		XS	80	80S	0.119	0.302	0.1574	0.0716	0.0005	0.00377	0.54	0.031	0.141	0.01395
		-	-	10S	0.065	0.545	0.1246	0.2333	0.00162	0.00586	0.42	0.101	0.178	0.01736
3/8	0.675	STD	40	40S	0.091	0.493	0.167	0.191	0.00133	0.00729	0.57	0.083	0.178	0.0216
		XS	80	80S	0.126	0.423	0.2173	0.1405	0.00098	0.00862	0.74	0.061	0.178	0.02554
		-	-	5S	0.065	0.710	0.1583	0.3959	0.00275	0.01197	0.54	0.172	0.22	0.02849
		-	-	10S	0.083	0.674	0.1974	0.3568	0.00248	0.01431	0.67	0.155	0.22	0.03407
1/2	0.84	STD	40	40S	0.109	0.622	0.2503	0.304	0.00211	0.01709	0.85	0.132	220	0.04069
		XS	80	80S	0.147	0.546	0.32	0.234	0.00163	0.02008	1.09	0.102	0.22	0.0478
		-	160	-	0.187	0.466	0.3836	0.1706	0.00118	0.02212	1.31	0.074	220	0.05267
		XXS	-	-	0.294	0.252	0.5043	0.05	0.00035	0.02424	1.71	0.022	0.22	0.05772
		-	-	5S	0.065	0.920	0.2011	0.6648	0.00462	0.0245	0.69	0.288	0.275	0.04667
		-	-	10S	0.083	0.884	0.2521	0.6138	0.00426	0.02969	0.86	0.266	0.275	0.05655
3/4	1.05	STD	40	40S	0.113	0.824	0.3326	0.533	0.00371	0.03704	1.13	0.231	0.275	0.07055
		XS	80	80S	0.154	0.742	0.4335	0.433	0.003	0.04479	1.47	0.188	0.275	0.08531
		-	160	-	0.219	0.612	0.5698	0.2961	0.00206	0.05269	1.94	0.128	0.275	0.10036
		XXS	-	-	0.308	0.434	0.718	0.148	0.00103	0.05792	2.44	0.064	0.275	0.11032
		-	-	5S	0.065	1.185	0.2553	1.1029	0.00766	0.04999	0.87	0.478	0.344	0.07603
		-	-	10S	0.109	1.097	0.413	0.9452	0.00656	0.07569	1.4	0.409	0.344	0.11512
1	1.315	STD	40	40S	0.133	1.049	0.4939	0.864	0.006	0.08734	1.68	0.375	0.344	0.1328
		XS	80	80S	0.179	0.957	0.6388	0.719	0.00499	0.1056	2.17	0.312	0.344	0.1606
		-	160	-	0.250	0.815	0.8365	0.5217	0.00362	0.1251	2.84	0.23	0.344	0.1903
		XXS	-	-	0.358	0.599	1.076	0.282	0.00196	0.1405	3.66	0.122	0.344	0.2136
		-	-	5S	0.065	1.530	0.3257	1.839	0.01277	0.1038	1.11	0.797	0.435	0.125
		-	-	10S	0.109	1.442	0.4717	1.633	0.01134	0.1605	1.81	0.708	0.435	0.1934
1 1/4	1.66	STD	40	40S	0.140	1.380	0.6685	1.495	0.0104	0.1947	2.27	0.649	0.435	0.2346
		XS	80	80S	0.191	1.278	0.8815	1.283	0.00891	0.2418	3	0.555	0.435	0.2913
		-	160	-	0.250	1.160	1.107	1.057	0.00734	0.2839	3.76	0.458	0.435	0.3421
		XXS	-	-	0.382	0.896	1.534	0.63	0.00438	0.3411	5.21	0.273	0.435	0.411
		-	-	5S	0.065	1.770	0.3747	2.461	0.01709	0.1579	1.28	1.066	0.497	0.1662
		-	-	10S	0.109	1.682	0.6133	2.222	0.01543	0.2468	2.09	0.963	0.497	0.2598
1 1/2	1.9	STD	40	40S	0.145	1.610	0.7995	2.036	0.01414	0.3099	2.72	0.882	0.497	0.3262
		XS	80	80S	0.200	1.500	1.068	1.767	0.01225	0.3912	3.63	0.765	0.497	0.4118
		-	160	-	0.281	1.338	1.429	1.406	0.00976	0.4824	4.86	0.608	0.497	0.5078
		XXS	-	-	0.400	1.100	1.885	0.95	0.0066	0.5678	6.41	0.42	0.497	0.5977
		-	-	5S	0.065	2.245	0.4717	3.958	0.02749	0.3149	1.61	1.72	0.622	0.2652
		-	-	10S	0.109	2.157	0.776	3.654	0.02538	0.4992	2.64	1.58	0.622	0.4204
2	2.375	STD	40	40S	0.154	2.067	1.075	3.355	0.0233	0.6657	3.65	1.45	0.622	0.5606
		XS	80	80S	0.218	1.939	1.477	2.953	0.0205	0.8679	5.02	1.28	0.622	0.7309
		-	160	-	0.344	1.687	2.19	2.241	0.01556	1.162	7.46	0.97	0.622	0.979
		XXS	-	-	0.436	1.503	2.656	1.774	0.01232	1.311	9.03	0.77	0.622	1.104
		-	-	5S	0.083	2.709	0.728	5.764	0.04002	0.71	2.48	2.5	0.753	0.4939
		-	-	10S	0.120	2.635	1.039	5.453	0.03787	0.9873	3.53	2.36	0.753	0.6868
2 1/2	2.875	STD	40	40S	0.203	2.469	1.704	4.788	0.03322	1.53	5.79	2.07	0.753	1.064
		XS	80	80S	0.276	2.323	2.254	4.238	0.02942	1.924	7.66	1.87	0.753	1.339
		-	160	-	0.375	2.125	2.945	3.546	0.02463	2.353	10.01	1.54	0.753	1.638
		XXS	-	-	0.552	1.771	4.028	2.464	0.0171	2.871	13.69	1.07	0.753	1.997
		-	-	5S	0.083	3.334	0.891	8.73	0.06063	1.301	3.03	3.78	0.916	0.7435
		-	-	10S	0.120	3.260	1.274	8.347	0.05796	1.822	4.33	3.62	0.916	1.041
3	3.5	STD	40	40S	0.216	3.068	2.228	7.393	0.0513	3.017	7.58	3.2	0.916	1.724
		XS	80	80S	0.300	2.900	3.016	6.605	0.04587	3.894	10.25	2.6	0.916	2.225
		-	160	-	0.438	2.624	4.205	5.408	0.03755	5.032	14.32	2.35	0.916	2.876
		XXS	-	-	0.600	2.300	5.466	4.155	0.02885	5.993	18.58	1.8	0.916	3.424
		-	-	5S	0.083	3.834	1.021	11.545	0.08017	1.96	3.48	5	1.047	0.9799
3 1/2	4	-	-	10S	0.120	3.760	1.463	11.104	0.07711	2.755	4.97	4.81	1.047	1.378
		STD	40	40S	0.226	3.548	2.68	9.886	0.0687	4.788	9.11	4.29	1.047	2.394
		XS	80	80S	0.318	3.364	3.678	8.888	0.0617	6.28	12.5	3.84	1.047	3.14
		-	-	5S	0.083	4.334	1.152	14.75	0.10245	2.81	3.92	6.39	1.178	1.249
		-	-	10S	0.120	4.260	1.651	14.25	0.09898	3.963	5.61	6.18	1.178	1.761
4	4.5	STD	40	40S	0.237	4.026	3.174	12.73	0.0884	7.233	10.79	5.5	1.178	3.214
		XS	80	80S	0.337	3.826	4.407	11.5	0.07986	9.61	14.98	4.98	1.178	4.271
		-	120	-	0.438	3.624	5.595	10.31	0.0716	11.65	19	4.47	1.178	5.178
		-	160	-	0.531	3.438	6.621	9.28	0.0645	13.27	22.51	4.02	1.178	5.898
		XXS	-	-	0.674	3.152	8.101	7.8	0.0542	15.28	27.54	3.38	1.178	6.791
		-	-	5S	0.109	5.345	1.868	22.44	0.1558	6.947	6.36	9.72	1.456	2.498
		-	-	10S	0.134	5.295	2.285	22.02	0.1529	8.425	7.77	9.54	1.456	3.029
5	5.563	STD	40	40S	0.258	5.047	4.3	20.01	0.139	15.16	14.62	8.67	1.456	5.451
		XS	80	80S	0.375	4.813	6.112	18.19	0.1263	20.67	20.78	7.88	1.456	7.431
		-	120	-	0.500	4.563	7.953	16.35	0.1136	25.73	27.04	7.09	1.456	9.25
		-	160	-	0.625	4.313	9.696	14.61	0.1015	30.03	32.96	6.33	1.456	10.796
		XXS	-	-	0.750	4.063	11.34	12.97	0.0901	33.63	38.55	5.61	1.456	12.09
		-	-	5S	0.109	6.407	2.231	32.24	0.2239	11.85	7.6	13.97	1.734	3.576
		-	-	10S	0.134	6.357	2.733	31.74	0.2204	14.4	9.29	13.75	1.734	4.346
6	6.625	STD	40	40S	0.280	6.065	5.581	28.89	0.2006	28.14	18.97	12.51	1.734	8.496
		XS	80	80S	0.432	5.761	8.405	26.07	0.181	40.49	28.57	11.29	1.734	12.22
		-	120	-	0.562	5.501	10.7	23.77	0.165	49.61	36.39	10.3	1.734	14.98
		-	160	-	0.718	5.187	13.32	21.15	0.1469	58.97	45.35	9.16	1.734	17.81
		XXS	-	-	0.864	4.897	15.64	18.84	0.1308	66.33	53.16	8.16	1.734	20.02
		-	-	5S	0.109	8.407	2.916	55.51	0.3855	26.44	9.93	24.06	2.258	6.131
		-	-	10S	0.148	8.329	3.941	54.48	0.3784	35.41	13.4	23.61	2.258	8.212
		-	20	-	0.250	8.125	6.57	51.85	0.3601	57.72	22.36	22.47	2.258	13.39
		-	30	-	0.277	8.071	7.26	51.16	0.3553	63.35	24.7	22.17	2.258	14.69
		STD	40	40S	0.322	7.981	8.4	50.03	0.3474	72.49	28.55	21.7	2.258	16.81
		-	60	-	0.406	7.813	10.48	47.94	0.3329	88.73	35.64	20.77	2.258	20.58
8	8.625	XS	80	80S	0.500	7.625	12.76	45.66	0.3171	105.7	43.39	19.78	2.258	24.51
		-	100	-	0.594	7.437	14.96	43.46	0.3018	121.3	50.95	18.83	2.258	28.14
		-	120	-	0.719	7.187	17.84	40.59	0.2819	140.5	60.71	17.59	2.258	32.58
		-	140	-	0.812	7.001	19.93	38.5	0.2673	153.7	67.76	16.68	2.258	35.65
		XXS	-	-	0.875	6.875	21.3	37.12	0.2578	162	72.42	16.1	2.258	37.56
		-	160	-	0.906	6.813	21.97	36.46	0.2532	165.9	74.69	15.8	2.258	38.48
		-	-	5S	0.134	10.482	4.36	86.29	0.5992	63	15.19	37.39	2.814	11.71
		-	-	10S	0.165	10.420	5.49	85.28	0.5922	76.9	18.65	36.95	2.814	14.3
		-	20	-	0.250	10.250	8.24	82.52	0.5731	113.7	28.04	35.76	2.814	21.15
		-	30	-	0.307	10.136	10.07	80.69	0.5603	137.4	34.24	34.96	2.814	25.57
		STD	40	40S	0.365	10.020	11.9	78.86	0.5475	160.7	40.48	34.2	2.814	29.9
10	10.75	XS	60	80S	0.500	9.750	16.1	74.66	0.5185	212	54.74	32.35	2.814	39.43
		-	80	-	0.594	9.562	18.92	71.84	0.4989	244.8	64.43	31.13	2.814	45.54
		-	100	-	0.719	9.312	22.63	68.13	0.4732	286.1	77.03	29.53	2.814	53.22
		-	120	-	0.844	9.062	26.24	64.53	0.4481	324.2	89.29	27.96	2.814	60.32
		-	140	-	1.000	8.750	30.63	60.13	0.4176	367.8	104.13	26.06	2.814	68.43
		-	160	-	1.125	8.500	34.02	56.75	0.3941	399.3	115.64	24.59	2.814	74.29

12	12.75			5S	0.156	12.438	6.17	121.5	0.8438	122.4	20.98	52.65	3.338	19.2
				10S	0.180	12.390	7.11	120.57	0.8373	140.4	24.17	52.25	3.338	22
			20		0.250	12.250	9.82	117.86	0.8185	191.8	33.38	51.07	3.338	30.2
			30		0.330	12.090	12.87	114.8	0.7972	248.4	43.77	49.74	3.338	39
		STD		40S	0.375	12.000	14.58	113.1	0.7854	279.3	49.56	49	3.338	43.8
			40		0.406	11.938	15.77	111.93	0.7773	300.3	53.52	48.5	3.338	47.1
		XS		80S	0.500	11.750	19.24	108.43	0.7528	361.5	65.42	46.92	3.338	56.7
			60		0.562	11.626	21.52	106.16	0.7372	400.4	73.15	46	3.338	62.8
			80		0.688	11.374	26.03	101.64	0.7058	475.1	88.63	44.04	3.338	74.6
			100		0.844	11.062	31.53	96.14	0.6677	561.6	107.32	41.66	3.338	88.1
			120		1.000	10.750	36.91	90.76	0.6303	641.6	125.49	39.33	3.338	100.7
			140		1.125	10.500	41.08	86.59	0.6013	700.5	139.67	37.52	3.338	109.9
			160		1.312	10.126	47.14	80.53	0.5592	781.1	160.27	34.89	3.338	122.6
14	14			5S	156.000	13.688	6.78	147.15	1.0219	162.6	23.07	63.77	3.665	23.2
				10S	0.188	13.624	8.16	145.78	1.0124	194.6	27.73	63.17	3.665	27.8
			10		0.250	13.500	10.8	143.14	0.994	255.3	36.71	62.03	3.665	36.6
			20		0.312	13.376	13.42	140.52	0.9758	314.4	45.61	60.89	3.665	45
		STD	30		0.375	13.250	16.05	137.88	0.9575	372.8	54.57	59.75	3.665	53.2
			40		0.438	13.124	18.66	135.28	0.9394	429.1	63.44	58.64	3.665	61.3
		XS			0.500	13.000	21.21	132.73	0.9217	483.8	72.09	57.46	3.665	69.1
			60		0.594	12.812	24.98	128.96	0.8956	562.3	85.05	55.86	3.665	80.3
			80		0.750	12.500	31.22	122.72	0.8522	678.3	106.13	53.18	3.665	98.2
			100		0.938	12.124	38.45	115.49	0.802	824.4	130.85	50.04	3.665	117.8
			120		1.094	11.812	44.32	109.62	0.7612	929.6	150.79	47.45	3.665	132.8
			140		1.250	11.500	50.07	103.87	0.7213	1027	170.28	45.01	3.665	146.8
			160		1.406	11.188	55.63	98.31	0.6827	1117	189.11	42.6	3.665	159.6
16	16			5S	0.165	15.670	8.21	192.85	1.3393	257.3	27.9	83.57	4.189	32.2
				10S	0.188	15.624	9.34	191.72	1.3314	291.9	31.75	83.08	4.189	36.5
			10		0.250	15.500	12.37	188.69	1.3103	383.7	42.05	81.74	4.189	48
			20		0.312	15.376	15.38	185.69	1.2895	473.2	52.27	80.5	4.189	59.2
		STD	30		0.375	15.250	18.41	182.65	1.2684	562.1	62.58	79.12	4.189	70.3
		XS	40		0.500	15.000	24.35	176.72	1.2272	731.9	82.77	76.58	4.189	91.5
			60		0.656	14.688	31.62	169.44	1.1766	932.4	107.5	73.42	4.189	116.6
			80		0.844	14.312	40.14	160.92	1.175	1155.8	136.61	69.73	4.189	144.5
			100		1.031	13.938	48.48	152.58	1.0596	1364.5	164.82	66.12	4.189	170.5
			120		1.219	13.562	56.56	144.5	1.0035	1555.8	192.43	62.62	4.189	194.5
			140		1.438	13.124	65.78	135.28	0.9394	1760.3	223.64	58.64	4.189	220
			160		1.594	12.812	72.1	128.96	0.8956	1893.5	245.25	55.83	4.189	236.7
18	18			5S	0.165	17.670	9.25	245.22	1.7029	367.6	31.43	106.26	4.712	40.8
				10S	0.188	17.624	10.52	243.95	1.6941	417.3	35.76	105.71	4.712	46.4
			10		0.250	17.500	13.94	240.53	1.6703	549.1	47.39	104.21	4.712	61.1
			20		0.312	17.376	17.34	237.13	1.6467	678.2	58.94	102.77	4.712	75.5
		STD			0.375	17.250	20.76	233.71	1.623	806.7	70.59	101.18	4.712	89.6
			30		0.438	17.124	24.17	230.3	1.599	930.3	82.15	99.84	4.712	103.4
		XS			0.500	17.000	27.49	226.98	1.5763	1053.2	93.45	98.27	4.712	117
			40		0.562	16.876	30.79	223.68	1.5533	1171.5	104.67	96.93	4.712	130.1
			60		0.750	16.500	40.64	213.83	1.4849	1514.7	138.17	92.57	4.712	168.3
			80		0.938	16.124	50.23	204.24	1.4183	1833	170.92	88.5	4.712	203.8
			100		1.156	15.688	61.17	193.3	1.3423	2180	207.96	83.76	4.712	242.3
			120		1.375	15.250	71.81	182.66	1.2684	2498.1	244.14	79.07	4.712	277.6
			140		1.562	14.876	80.66	173.8	1.207	2749	274.22	75.32	4.712	305.5
			160		1.781	14.438	90.75	163.72	1.1369	3020	308.5	70.88	4.712	335.6
20	20			5S	0.188	19.624	11.7	302.46	2.1004	574.2	39.78	131.06	5.236	57.4
				10S	0.218	19.564	13.55	300.61	2.0876	662.8	46.06	130.27	5.236	66.3
			10		0.250	19.500	15.51	298.65	2.074	765.4	52.73	129.42	5.236	75.6
		STD	20		0.375	19.250	23.12	290.04	2.0142	1113	78.6	125.67	5.236	111.3
		XS	30		0.500	19.000	30.63	283.53	1.969	1457	104.13	122.87	5.236	145.7
			40		0.594	18.812	36.15	278	1.9305	1703	123.11	120.46	5.236	170.4
			60		0.812	18.376	48.95	265.21	1.8417	2257	166.4	114.92	5.236	225.7
			80		1.031	17.938	61.44	252.72	1.755	2772	208.87	109.51	5.236	277.1
			100		1.281	17.438	75.33	238.83	1.6585	3315.2	256.1	103.39	5.236	331.5
			120		1.500	17.000	87.18	226.98	1.5762	3754	296.37	98.35	5.236	375.5
			140		1.750	16.500	100.33	213.82	1.4849	4216	341.09	92.66	5.236	421.7
			160		1.969	16.062	111.49	202.67	1.4074	4585.5	379.17	87.74	5.236	458.5
22	22			5S	0.188	21.624	12.88	367.25	2.5503	766.2	43.8	159.14	5.76	69.7
				10S	0.218	21.564	14.92	365.21	2.5362	884.8	50.71	158.26	5.76	80.4
			10		0.250	21.500	17.08	363.05	2.5212	1010.3	58.07	157.32	5.76	91.8
		STD	20		0.375	21.250	25.48	354.66	2.4629	1489.7	86.61	153.68	5.76	135.4
		XS	30		0.500	21.000	33.77	346.36	2.4053	1952.5	114.81	150.09	5.76	117.5
			60		0.875	20.250	58.07	322.06	2.2365	3244.9	197.41	139.56	5.76	295
			80		1.125	19.750	73.78	306.35	2.1275	4030.4	250.81	132.76	5.76	366.4
			100		1.375	19.250	89.09	291.04	2.0211	4758.5	302.88	126.12	5.76	432.6
			120		1.625	18.750	104.02	276.12	1.9175	5432	353.61	119.65	5.76	493.8
			140		1.875	18.250	118.55	261.59	1.8166	6053.7	403	113.36	5.76	550.3
			160		2.125	17.750	132.68	247.45	1.7184	6626.4	451.06	107.23	5.76	602.4
24	24			5S	0.218	23.564	16.29	436.1	3.0285	1151.6	55.37	188.98	6.283	96
			10	10S	0.250	23.500	18.65	433.74	3.0121	1315.4	63.41	187.95	6.283	109.6
		STD	20		0.375	23.250	27.83	424.56	2.9483	1942	94.62	183.95	6.283	161.9
		XS			0.500	23.000	36.91	415.48	2.8853	2549.5	125.49	179.87	6.283	212.5
			30		0.562	22.876	41.39	411	2.8542	2843	140.68	178.09	6.283	237
			40		0.688	22.624	50.31	402.07	2.7921	3421.3	171.29	174.23	6.283	285.1
			60		0.969	22.062	70.04	382.35	2.6552	4652.8	238.35	165.52	6.283	387.7
			80		1.219	21.562	87.17	365.22	2.5362	5672	296.58	158.26	6.283	472.8
			100		1.531	20.938	108.07	344.32	2.3911	6849.9	367.39	149.06	6.283	570.8
			120		1.812	20.376	126.31	326.08	2.2645	7825	429.39	141.17	6.283	652.1
			140		2.062	19.876	142.11	310.28	2.1547	8625	483.12	134.45	6.283	718.9
			160		2.344	19.312	159.41	292.98	2.0346	9455.9	542.13	126.84	6.283	787.9
26	26		10		0.312	25.376	25.18	505.75	3.5122	2077.2	85.6	219.16	6.806	159.8
		STD			0.375	25.250	30.19	500.74	3.4774	2478.4	102.63	216.99	6.806	190.6
		XS	20		0.500	25.000	40.06	490.87	3.4088	3257	136.17	212.71	6.806	250.5
28	28		10		0.312	27.376	27.14	588.61	4.0876	2601	92.26	255.07	7.33	185.8
		STD			0.375	27.250	32.54	583.21	4.0501	3105.1	110.64	252.73	7.33	221.8
		XS	20		0.500	27.000	43.2	572.56	3.9761	4084.8	146.85	248.11	7.33	291.8
			30		0.625	26.750	53.75	562	3.9028	5037.7	182.73	243.53	7.33	359.8
30	30			5S	0.250	29.500	23.37	683.49	4.7465	2585.2	79.43	296.18	7.854	172.3
			10	10S	0.312	29.376	29.1	677.76	4.7067	3206.3	98.93	293.7	7.854	213.8
		STD			0.375	29.250	34.9	671.96	4.6664	3829.4	118.65	291.18	7.854	255.3
		XS	20		0.500	29.000	46.34	660.52	4.5869	5042.2	157.53	286.22	7.854	336.1
			30		0.625	28.750	57.68	649.18	4.5082	6224	196.08	281.31	7.854	414.9
32	32		10		0.312	31.376	31.06	773.19	5.3694	3898.9	105.59	335.05	8.378	243.7
		STD			0.375	31.250	37.26	766.99	5.3263	4658.5	126.66	332.36	8.378	291.2
		XS	20		0.500	31.000	49.48	754.77	5.2414	6138.6	168.21	327.06	8.378	383.7
			30		0.625	30.750	61.6	742.64	5.1572	7583.4	209.43	321.81	8.378	474
			40		0.688	30.624	67.68	736.57	5.1151	8298.3	230.08	319.18	8.378	518.6
34	34		10		0.344	33.312	36.37	871.55	6.0524	5150.5	123.65	377.67	8.901	303
		STD			0.375	33.250	39.61	868.31	6.0299	5599.3	134.67	376.27	8.901	329.4
		XS	20		0.500	33.000	52.62	855.3	5.9396	7383.5	178.89	370.63	8.901	434.3
			30		0.625	32.750	65.53	842.39	5.8499	9127.6	222.78	365.03	8.901	536.9
			40		0.688	32.624	72	835.92	5.805	9991.6	244.77	362.23	8.901	587.7
36	36		10		0.312	35.376	34.98	982.9	6.8257	5569.5	118.92	425.92	9.425	309.4
		STD			0.375	35.250	41.97	975.91	6.7771	6658.9	142.68	422.89	9.425	369.9
		XS	20		0.500	35.000	55.76	962.11	6.6813	8786.2	189.57	416.91	9.425	488.1
			30		0.625	34.750	69.46	948.42	6.5862	10868.4	236.13	417.22	9.425	603.8
			40		0.750	34.500	83.06	934.82	6.4918	12906.1	282.35	405.09	9.425	717
42	42	STD			0.375	41.250	49.08	1336.3		10627	167	579.3	10.99	506.1
		XS	20		0.500	41.000	65.18	1320.2		14037	222	572.3	10.99	668.4
			30		0.625	40.720	81.28	1304.1		17373	276	565.4	10.99	827.3
			40		0.750	40.500	97.23	1288.2		20689	330	558.4	10.99	985.2

1 in (inch) = 25.4 mm

STD, XS and XXS

To distinguish different weights of pipe, three long standing traditional designations are used: standard wall (Std.), extra strong wall (XS), and double extra strong wall (XXS).

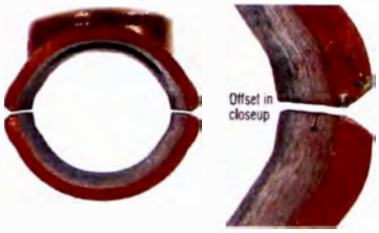
TDW Tapping Fittings

ASME B31.4 - Sizes: 4- through 12- and 16-inch

T.D. Williamson, Inc.

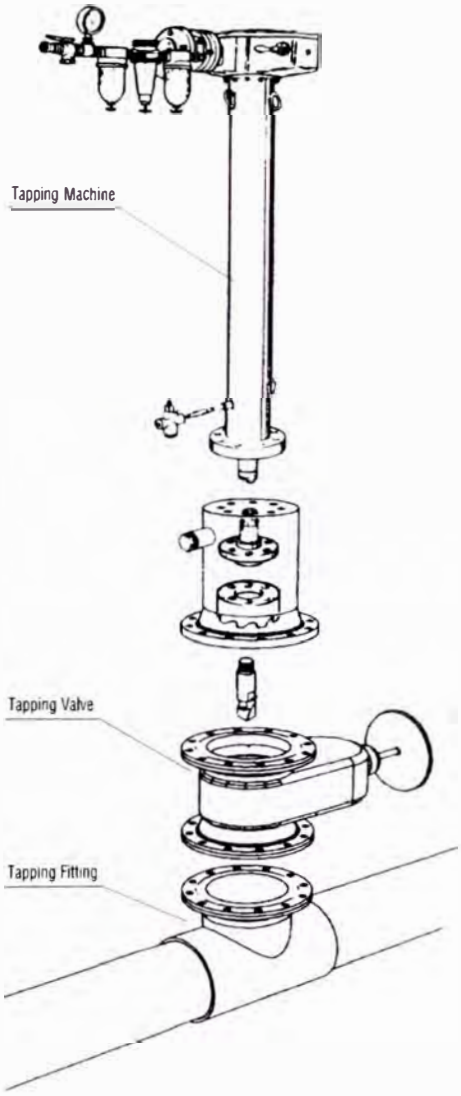
Bulletin No. 1110.005.01
Date: November 2008
Cross Indexing No. n/a
Supersedes: October 2007

■ **Tapping Fitting**
Blind flange, studs, nuts and gasket sold separately



New fittings incorporate a designed and manufactured offset allowing the placement of back-up strips

■ **Typical Tapping Setup**



Description

Tapping fittings are full-branch split tees designed for use when connecting branch lines. They are offered in sizes 4- through 12- and 16-inch and meet B31.4 specifications for use in pipeline transportation systems for liquid hydrocarbons and other liquids. Fittings are equipped with RF or RTJ flanges.

Features

Flange-to-sleeve weld joints and sleeves are designed to meet pressure and reinforcement requirements of ASME codes, and are available in Class 150, 300 and 600. Other ASME Class ratings available upon request.

Fittings are manufactured with a controlled carbon equivalent to make welding easier in harsh environments. Back-up strips are provided with all fittings.

All pressure-containing welds on the fittings have undergone X-ray inspection per ASME requirements.

Fitting sleeves are an extruded type design. They are manufactured from a pressure-vessel quality, normalized, killed carbon steel plate with hardness below Rc22.

The Charpy impact value of the sleeves at -50°F is 15 ft-lbs average with 12 ft-lbs minimum.

Options

- Rapid delivery. If the desired fitting meets standard specifications, it can be shipped from stock within two weeks in most cases.
- Choice of flanges.
- Available also to ASME B31.3 and B31.8 specifications
- For B31.1, consult factory.

Use the grid inside to develop the part number for the tapping fitting of your choice*

Contact the factory for information concerning ordering of split sleeves (tees).
*Please confirm your choice with a Factory Representative

ISO 9001 Certified

Toll Free
1-888-TDWmSon (839-6766)

T.D. Williamson, Inc. ■ P.O. Box 3409 ■ Tulsa, Oklahoma 74101-3409 ■ 918-447-5100 ■ Fax: 918-446-6327 ■ www.tdwilliamson.com

Data subject to change without notice | Dimensions not for construction unless certified | ® Registered trademark of T.D. Williamson, Inc. in the United States and foreign countries | ™ Trademark of T.D. Williamson, Inc. in the United States and foreign countries | © Copyright 2008 | All rights reserved T.D. Williamson, Inc. | Printed in USA

Order Information

TDW Tapping Fittings - ASME B31.4

T.D. Williamson, Inc.

1110.005 01- p2

Example

36-1103-0606-11 is a Tapping Fitting 6" (run) x 6" (branch), with an RTJ standard weight, A105 material flange, class 150, and A 537 CL. 1 TDW Std. sleeve material with back-up strips.

3 6 - X X X X - S I Z E - X X

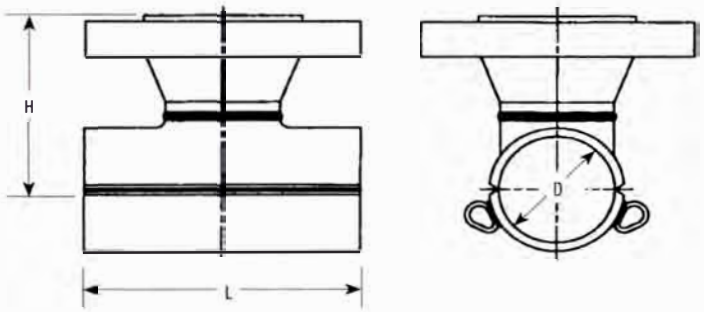
Flange Type & Sleeve Material

Part Number	Option
36-1103-XXXX-XX	150 LB
36-1104-XXXX-XX	300 LB
36-1105-XXXX-XX	600 LB

Run / Branch	
Inches (Nom.)	
04	04
06	06
08	08
10	10
12	12
16	16

Flange Type & Sleeve Material

Option	Size	Flange Material	Flange Type	Sleeve Material
01	4 - 12 & 16-Inch	A105N	RF	A537 CL 1
03	4 - 12 & 16-Inch	A105N	RF	A516 GR 70N
11	4 - 12 & 16-Inch	A105N	RTJ	A537 CL 1
13	4 - 12 & 16-Inch	A105N	RTJ	A516 GR 70N



Fitting Dimensions

Size	Dim. H (in.) RF			Dim. H (in.) RTJ			Dim. D	Dim L
Inches (Nom.)	Class 150	Class 300	Class 600	Class 150	Class 300	Class 600	Inches	Inches
04	6.188	6.516	7.718	6.438	6.766	7.500	4.656	10.75
06	7.750	8.156	9.125	8.000	8.406	9.188	6.781	14.00
08	9.438	9.781	10.906	9.688	10.031	10.968	8.812	16.50
10	10.718	11.344	12.968	10.968	11.656	13.031	10.938	20.00
12	12.422	13.046	14.296	12.672	13.359	14.359	12.968	22.00
16	13.546	14.546	16.046	13.796	14.796	16.046	16.218	30.00

Fitting Weights and Pressure Ratings

Size	Weight (lbs.)	Weight (lbs)	Weight (lbs.)	Maximum Allowable Operating Pressure (in psi) @ -20 to 250°F with .72 design factor		
Inches (Nom.)	Class 150	Class 300	Class 600	Class 150	Class 300	Class 600
04	40	45	60	285	740	1480
06	60	80	115	285	740	1480
08	90	120	165	285	740	1480
10	160	200	290	285	740	965
12	250	300	390	285	740	930
16	460	570	690	285	740	965

Consult factory for other pressure and temperature requirements

Data subject to change without notice / Dimensions not for construction unless certified / ® Registered trademark of T.D. Williamson, Inc. in the United States and foreign countries / ™ Trademark of T.D. Williamson, Inc. in the United States and foreign countries / © Copyright 2008 All rights reserved T.D. Williamson, Inc. Printed in USA

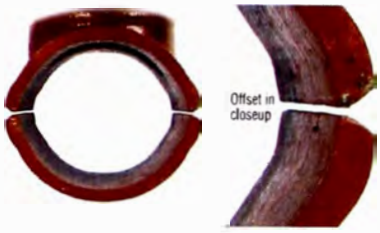
STOPPLE® Fittings

ASME B31.4 - Sizes 4- through 12- & 16-inch

T.D. Williamson, Inc.

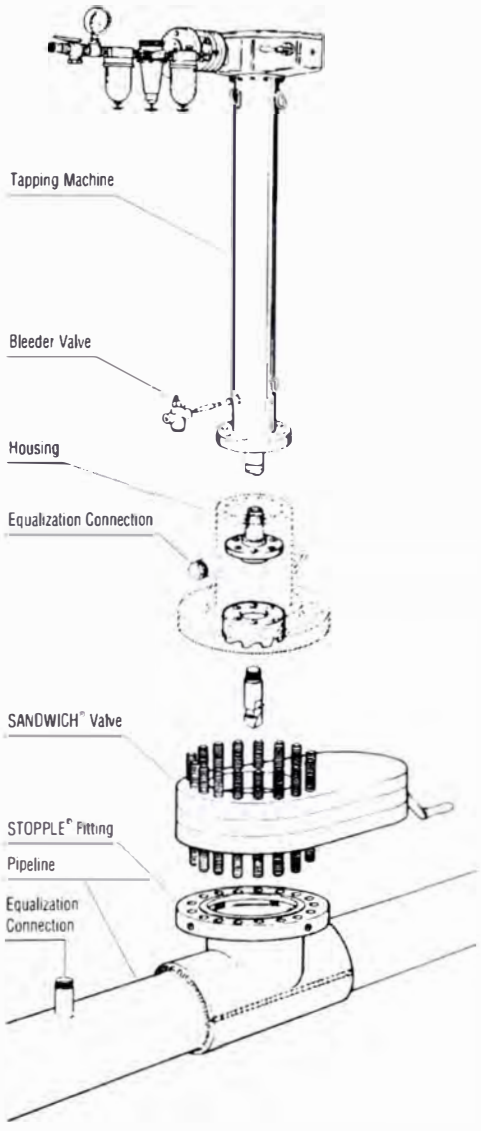
Bulletin No. 1100.005.01
Date: November 2008
Cross Indexing No: n/a
Supersedes: October 2007

■ **STOPPLE® Fitting**
LOCK-O-RING® Plug, Blind flange, studs, nuts and gasket sold separately



New fittings incorporate a designed and manufactured offset allowing the placement of back-up strips

■ **Typical Tapping Setup For Plugging Operation**



Description

STOPPLE® Fittings are 4- through 12-inch & 16-inch full-branch split tees designed for use with the TDW STOPPLE plugging system. They meet B31.4 specifications for use in pipeline transportation systems for liquid hydrocarbons and other liquids. STOPPLE Fittings are furnished with LOCK-O-RING® Flanges to accept a LOCK-O-RING Completion Plug, permitting removal of the tapping valve after work is completed.

Features

Flange-to-sleeve weld joints and sleeves are designed to meet pressure and reinforcement requirements of ASME codes, and are available in Class 150, 300 and 600. Other ASME Class ratings available upon request.

Fittings are manufactured with a controlled carbon equivalent to make welding easier in harsh environments. Back-up strips are provided for all fittings.

All pressure-containing welds on the fittings have undergone X-ray inspection per ASME requirements.

Fitting sleeves are an extruded type design. They are manufactured from a pressure-vessel quality, normalized, killed carbon steel plate with hardness below Rc22.

The Charpy impact value of the sleeves at -50°F is 15 ft-lbs average with 12 ft-lbs minimum.

Options

- Rapid delivery: If the desired fitting meets standard specifications, it can be shipped from stock or within two weeks in most cases.
- Choice of flanges.
- Available also to ASME B31.3 and B31.8 specifications

Use the grid inside to develop the part number for the STOPPLE fitting of your choice*

Contact the factory for information concerning ordering of split sleeves (tees)
*Please confirm your choice with a Factory Representative

ISO 9001 Certified

Toll Free
1-888-TDWmSon (839-6766)

T.D. Williamson, Inc. ■ P.O. Box 3409 ■ Tulsa, Oklahoma 74101-3409 ■ 918-447-5100 ■ Fax: 918-446-6327 ■ www.tdwilliamson.com

Data subject to change without notice | Dimensions not for construction unless certified | ® Registered trademark of T.D. Williamson, Inc. in the United States and foreign countries | ™ Trademark of T.D. Williamson, Inc. in the United States and foreign countries | © Copyright 2008 All rights reserved T.D. Williamson, Inc. Printed in USA

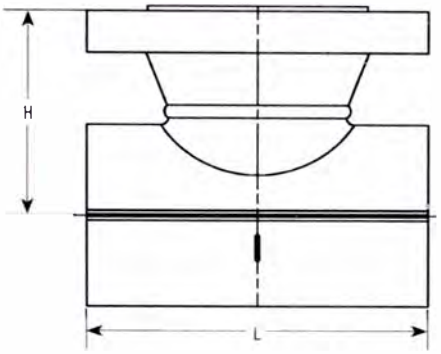
T.D. Williamson, Inc.

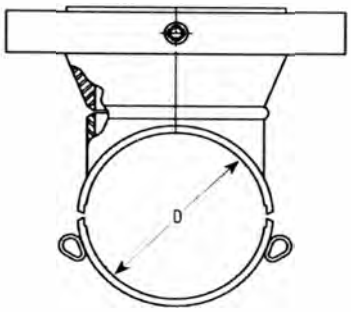
STOPPLE® Fittings - ASME B31.4

Example

36-1043-0430-11 is a STOPPLE® Fitting with 4" (run) x 4" (branch), with an RF standard weight, standard material flange, BUNA-N o-ring, class 300, and A 537 CL. 1 TDW Std. sleeve material with back-up strips.

36 - 1043 - X X X X - X X





STOPPLE® Fitting Size

Inches	Dim. H (Inches)			Dim. L	Dim D
(Nom.)	Class 150	Class 300	Class 600	Inches	Inches
04	7.015	7.015	7.266	10.75	4.656
06	8.828	8.828	9.078	14.00	6.781
08	10.156	10.156	10.406	16.50	8.812
10	10.218	11.218	12.844	20.00	10.938
12	12.406	12.906	13.922	22.00	12.938
16	16.172	16.172	16.546	30.00	16.218

STOPPLE® Fitting Design Code

Part Number	Option
15	150 LB
30	300 LB
60	600 LB

Flange and O-Ring Material

Option	Flange/O-Ring Material	O-Ring Temp. Ratings
1X	A105 w/ Buna-N O-Rings	212° F
3X	A105 w/ NEOPRENE O-Rings	225° F
5X	A105 w/ VITON O-Rings	400° F
7X	A105 w/ EPDM O-Rings	250° F / 500° F Steam

Viton® is a registered trademarks of DuPont Performance Elastomers LLC Ltd

Sleeve Material

Option	Sleeve Material
X1	A537 CL1
X2	A516 GR 70

Fitting Weights and Pressure Ratings

Size	Weight (lbs.)	Weight (lbs.)	Weight (lbs.)	MAOP (in psi) @ -20 to 100°F with .72 Design Factor		
Inches (Nom.)	Class 150	Class 300	Class 600	Class 150	Class 300	Class 600
04	55	60	65	285	740	1480
06	90	100	105	285	740	See Note 1
08	135	140	160	285	740	See Note 2
10	190	190	280	285	740	See Note 3
12	300	300	380	285	740	See Note 4
16	580	600	700	285	740	See Note 5

1.) P-T rating for A537 CL1 is 1480 PSI. - P-T rating for A516 GR 70 is 1420
2.) P-T rating for A537 CL1 is 1480 PSI. - P-T rating for A516 GR 70 is 1130
3.) P-T rating for A537 CL1 is 1480 PSI. - P-T rating for A516 GR 70 is 1190
4.) P-T rating for A537 CL1 is 1480 PSI. - P-T rating for A516 GR 70 is 1150
5.) P-T rating for A537 CL1 is 1480 PSI. - P-T rating for A516 GR 70 is 1170

Consult factory for other pressure and temperature requirements

Data subject to change without notice. / Dimensions not for construction unless certified. / ® registered trademark of T.D. Williamson, Inc. in the United States and foreign countries. / ™ trademark of T.D. Williamson, Inc. in the United States and foreign countries. / © Copyright 2008 All rights reserved T.D. Williamson, Inc. / Printed in USA

THREAD-O-RING™ Fittings

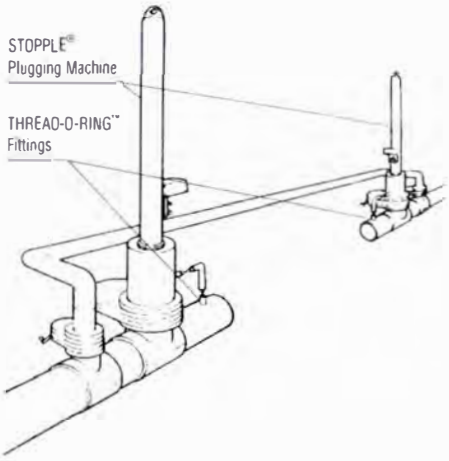
For Sizes: 2- and 3-inch

T.D. Williamson, Inc.

Bulletin No: 2100.001.01
Date: April 2006
Cross Indexing No: n/a
Supersedes: 2100.001.00 (2/99)

■ THREAD-O-RING™ Fittings

■ Typical Setup Using THREAD-O-RING™ Fittings



TDW THREAD-O-RING™ Fittings are used for blowdown of the isolated pipe section following a double STOPPLE® operation.

Description

THREAD-O-RING™ Fittings (T-O-R) are used with TDW STOPPLE® Plugging Machines as purge and equalization fittings. They can also be installed during new construction and used for blowdown connections on either side of a block valve. T-O-R Fittings are available in two sizes: 2" and 3" (DN 50 and DN 80).

The 2" T-O-R Fitting will accept the corrosion test coupons, thermometer wells, gauge adapters and other instrument probes.

The 2" T-O-R Fitting has a maximum operating pressure of 3600 psi (248 bar). The 3" fitting has a maximum operating pressure of 1500 psi (103 bar). Both sizes have a maximum operating temperature of 180°F (82°C).

Features

The complete THREAD-O-RING Fitting consists of: cap, plug, O-ring, and nipple.

THREAD-O-RING Fitting taps can be made without shutdown using the TDW T-101 Drilling Machine or the 360 Tapping Machine.

Two-inch T-O-R Plugs are set using either the T-101 Drilling Machine or the 360 Tapping Machine. Three-inch T-O-R Plugs can be set with the 360 Tapping Machine only.

One of the many uses of the THREAD-O-RING Fitting is as a purge and equalization fitting during plugging operations on pipelines and plant piping.

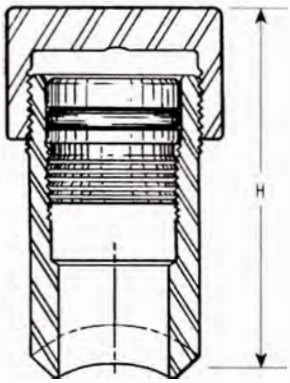
ISO 9001 Certified

Toll Free
1-888-TDWmSon (839-6766)

Data subject to change without notice. Dimensions not for construction unless certified. ® Registered trademark of T.D. Williamson, Inc. in the United States and foreign countries. ™ Trademark of T.D. Williamson, Inc. in the United States and foreign countries. © Copyright 2006. All rights reserved T.D. Williamson, Inc. Printed in USA.

THREAD-O-RING™ Fittings

T.D. Williamson, Inc.



Dimensions

Size		'H' for pipe smaller than 6"		'H' for 6" and larger pipe		Min. Valve I.D.		Weight		
Inches	mm	Inches	mm	Inches	mm	Inches	mm	Lb.	Kg.	Part Number
2	50	5-5/16	135	5-3/16	132	2-1/16	52.4	6-1/2	2.9	See Chart
3	80	4-3/4	121	4-3/4	121	3-1/16	77.8	12-3/8	5.6	06-1387-0000

T R - N N B B - P M R R - C C

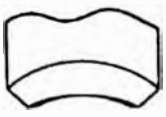
2" (DN 50) TDW THREAD-O-RING™ Fitting

Nipple Material

"NN"	Nipple Material	Part Number
00	Steel, Carbon ASTM A-333 GR 6	00-7148-00xx
01	Steel, Stainless 304L ASTM A-312	00-7148-01xx
02	Steel, Stainless 316L ASTM A-312	00-7148-02xx
03	Aluminum, 6061-T6	00-7148-03xx

Weld Bevel

"BB"	Pipe Size	Detail
00	6.000 and larger	B
01	5.000 Nom. or 5.562 OD	A
02	4.000 Nom. or 4.500 OD	A
03	3.500 Nom. or 4.000 OD	A
04	3.000 Nom. or 3.500 OD	A
05	2.500 Nom. or 2.875 OD	A
06	2.000 Nom. or 2.375 OD	A



Detail A

Detail B

Threaded Cap

"CC"	Cap Material	Part Number
00	ASTM A105	00-0200-0001
02	ASTM A-312 304L SST	00-0200-0015
03	ASTM A-312 316L SST	00-0200-0021
04	Aluminum 6061-T6	00-0200-0022
06	ASTM A350 LF2	00-0200-0019

O-Ring Material

"RR"	O-Ring Material	Part Number
00	No O-Ring	N/A
01	Buna-N (Standard) N674-70	00-0118-0006
02	Viton V747-75	00-1248-0002
03	Neoprene C873-70 (Std)	00-1947-0006
04	Ethylene Propylene E540-80 (EPDM)	00-2977-0001
05	Buna-N (Low-Temp) N103-70	00-3079-0001
06	Teflon	00-1327-0001

Plug Material

"PM"	Plug Material	Part Number
00	ASTM B-16 Yellow Brass (Std. Mat'l)	00-7147-0000
01	ASTM C1213/1215 CF Stl.	00-7147-0001
02	ASTM 304 CF SST	00-7147-0002
03	ASTM 316 CF SST	00-7147-0003
04	Aluminum, 6061-T6	00-7147-0004
05	ASME SA350 LF2	00-7147-0005
12	ASTM A105 Normalized	00-7147-0012
13	ASTM B148 C95400 Al Bronze	00-7147-0013
14	ASTM B21 C46400 Naval Brass	00-7147-0014
15	ASTM 304L SST	00-7147-0015
16	ASTM A350 LF2 CL1 Normalized Per NACE MR0175	00-7147-0016

Data subject to change without notice / Dimensions not for construction unless certified / ® Registered trademark of T.D. Williamson, Inc. in the United States and foreign countries / ™ Trademark of T.D. Williamson, Inc. in the United States and foreign countries / © Copyright 2006 T.D. Williamson, Inc. All rights reserved. / Printed in USA

SHORTSTOPP® 3-WAY™ Tee

Sizes: 1-1/4- through 12-inch

T. D. Williamson, Inc.

Bulletin No. 2100.002.03
Date December 2004
Cross Indexing No. n/a
Supersedes 2100.002.02 (10/02)

■ **Flanged 3-WAY Tee Fitting**
Sizes: 4" through 12"

■ **Threaded 3-WAY Tee Fitting**
Sizes: 1-1/4" through 3"

Description

TDW's 3-WAY™ Tee is designed for use with the TDW SHORTSTOPP® Plugging Machine Systems. It is used for main relocations, equipment tie-ins, lateral connections, line extensions and for making crossovers, all without shutdown.

The design of the 4" (DN 100) through 12" (DN 300) Type IIA 3-WAY Tee requires a reusable bolt-on flange adapter which adapts the tee to TDW SHORTCUTT® and SHORTSTOPP Valves.

When used with SHORTSTOPP Plugging Machines, the maximum recommended working pressure and temperature should be limited to that of the plugging equipment, but not exceeding that of the fitting itself.

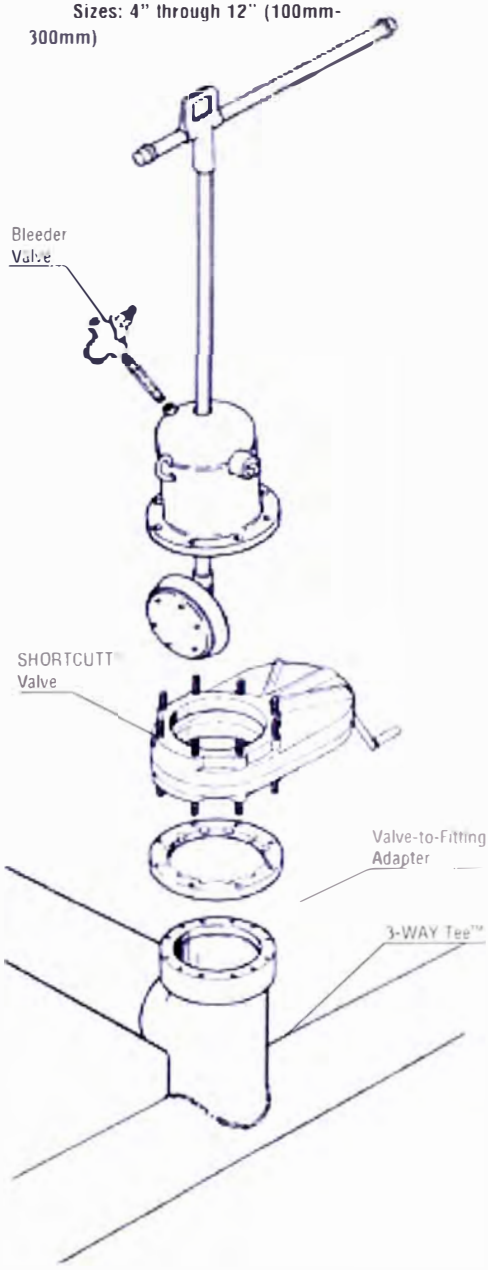
Features

All fittings are compatible with most ASME Class 150 applications. With the plugging equipment removed, the maximum working pressure is 285 psi (20 bar) at 100°F (38°C) or 245 psi (17 bar) at 180°F (82°C) per ASME B31.4. See chart on page 2 for MAOP per ASME B31.8.

Sizes 1-1/4" (DN 32) and 2" (DN 50) tees are forged ASTM A-105. Size 3" (DN 80) tees are ASTM A-234 Grade WPB steel. Sizes 4" through 12" (DN 100 - 300) tees are either fabricated from ASTM A-106 Grade B or ASTM A-234 Grade WPB steel.

ISO 9001 Certified

■ **Typical Setup**
Sizes: 4" through 12" (100mm-300mm)



Toll Free
1-888-TDWmSon (839-6766)

Data subject to change without notice. Illustrations not for construction unless certified. ® Registered trademark of T.D. Williamson, Inc. in the United States and many other countries. ™ Trademark of T.D. Williamson, Inc. in the United States and many other countries.

SHORTSTOPP® 3-Way™ Tee

3-WAY™ Tee for SHORTSTOPP® 60 and SHORTSTOPP® 275

The 3-WAY Tee 1-1/4" through 3" includes: cap, completion plug, O-ring and tee.

The 3-WAY Tee 4" through 12" includes: cover flange with gasket, bolts and plastic caplugs, completion plug, O-Ring and tee.

Size		Weight		Maximum allowable operating pressure (in psi) per ASME B31.8 at -20 to +100° F Design Factor				
Inches	DN	Lbs.	Kg.	0.72	0.60	0.50	0.40	Part Number
1-1/4	32	4	2	285	285	285	285	06-6741-0000-00
1-1/2	38	4.5	2	285	285	285	285	26-0216-0000-00
2	50	5.5	2.5	285	285	285	285	26-0217-0000-00
3	80	11	5	285	285	285	285	26-0218-0000-00
4	100	36	16	285	285	285	285	06-7218-0000-00
6	150	51	23	285	285	285	285	06-7219-0000-00
8	200	92	42	285	285	285	285	06-7220-0000-00
10	250	162	74	285	285	285	225	06-7221-0000-00
12	300	240	109	285	265	220	175	06-7222-0000-00
3 x 4	80 x 100	11	5	285	285	285	285	26-0325-0304-01
4 x 6	100 x 150	35	16	285	285	285	285	06-7239-0406-01
6 x 8	150 x 200	50	23	285	285	285	285	06-7240-0608-01
8 x 10	200 x 250	125	57	285	285	285	285	06-7241-0810-01
8 x 12	200 x 300	125	57	285	285	285	285	06-7241-0812-01

Minimum Pipe Wall Thickness (Inches)

Size	Header	Design Factor Min. Pipe Wall Thickness			
Inches	Pipe OD	.0.72	0.60	0.50	0.40
1-1/4	1.660	0.019	0.023	0.027	0.034
1-1/2	1.900	0.021	0.026	0.031	0.039
2	2.375	0.027	0.032	0.039	0.048
3	3.500	0.040	0.048	0.057	0.071
4	4.500	0.051	0.061	0.073	0.092
6	6.625	0.075	0.090	0.108	0.135
8	8.625	0.098	0.177	0.140	0.176
10	10.750	0.122	0.146	0.175	0.219
12	12.750	0.144	0.173	0.208	0.260
3 x 4	4.500	0.051	0.061	0.073	0.092
4 x 6	6.625	0.075	0.090	0.108	0.135
6 x 8	8.625	0.098	0.117	0.140	0.176
8 x 10	10.750	0.122	0.146	0.175	0.219
8 x 12	12.750	0.144	0.173	0.208	0.260

Note: The TDW fitting provices sufficient material thickness for self and in many cases reinforcement for the branch opening in the pipe. However, the chart above specifies minimum wall thickness of the pipe for self reinforcement. (Based on 35000 PSI SMYS)

Spare O-Rings & Gaskets

Size		Spare O-Rings	Spare Gaskets
Inches	DN	Part Number	Part Number
1-1/4	32	00-0117-0014	--
1-1/2	38	00-0117-0010	--
2	50	00-0117-0010	--
3	80	00-0017-0013	--
4	100	00-1250-0001	00-5238-0004
6	150	00-1250-0002	00-5238-0006
8	200	00-1250-0003	00-5238-0008
10	250	00-1250-0004	00-5238-0010
12	300	00-1250-0005	00-5238-0012
3 x 4	80 x 100	00-0017-0013	--
4 x 6	100 x 150	00-1250-0001	00-5235-0004
6 x 8	150 x 200	00-1250-0002	00-5238-0006
8 x 10	200 x 250	00-1250-0003	00-5238-0008
8 x 12	200 x 300	00-1250-0003	00-5238-0008

Data subject to change without notice / Dimensions not for construction unless confirmed / ® Registered trademark of T.D. Williamson Inc. in the United States and many countries / ™ Trademarks of T.D. Williamson Inc. in the United States and many countries / © Copyright 2012 T.D. Williamson Inc. All rights reserved

SHORTSTOPP® 3-Way™ Tee

Valve-to-Fitting Adapters for 4" through 12"

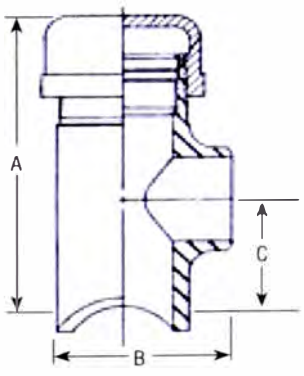
The 4" x 6", 6" x 8" and 10" x 12" adapters are used to adapt the valve to the next si zesmaller fittings.

Inches	DN	Lbs.	Kg.	Part Number
4	100	10	5	06-5724-0001
6	150	13	6	06-5724-0002
8	200	25	11	06-5724-0003
10	250	40	18	06-5724-0010
12	300	55	25	06-5724-0011
4 x 6	100 x 150	18	8	06-5724-0007
6 x 8	150 x 200	28.5	13	06-5724-0004
10 x 12	250 x 300	70	32	06-5724-0012

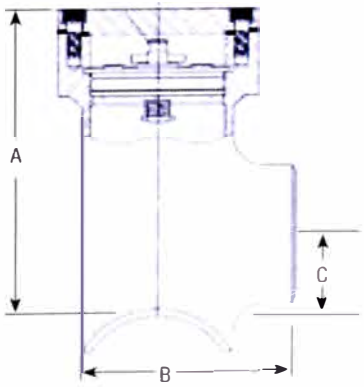
Dimensions

Size		A		B		C	
Inches	DN	Inches	mm	Inches	mm	Inches	mm
1-1/4	32	4-3/4	121	2-5/8	67	1-3/4	45
1-1/2	38	6-5/16	160	2-9/16	65	2-9/32	58
2	50	5-1/4	133	3-1/4	83	1-15/16	49
3	80	7-3/16	183	4-3/4	121	2-3/4	70
4	100	9-13/16	249	6-3/4	171	2-9/16	65
6	150	13-5/16	338	8-13/16	224	3-9/16	91
8	200	14-13/16	376	10-3/4	273	3-7/8	98
10	250	19	483	14-7/8	378	6-3/8	162
12	300	21-1/2	546	17-3/8	441	7-3/8	187
3 x 4	80 x 100	7-3/16	183	4-3/4	121	3-1/32	77
4 x 6	100 x 150	9-13/16	249	6-3/4	171	3-5/64	78
6 x 8	150 x 200	13-5/16	338	8-13/16	224	3-15/16	100
8 x 10	200 x 250	14-13/16	376	10-3/4	273	4-7/16	113
8 x 12	200 x 300	19	483	14-7/8	378	4-13/16	122

■ Valve-to-Fitting Adapter



■ Sizes: 1-1/4" through 3"



■ Sizes: 4" through 12"

SHORTSTOPP® Welding Fittings

Sizes: 1-1/4" through 12"

T. D. Williamson, Inc.

Bulletin No. 2100.003.02
Date: October 2002
Cross Indexing No: n/a
Supersedes: 2100.003.01 (9/00)

■ **SHORTSTOPP® Welding Fitting**
Sizes 4" through 12"

■ **SHORTSTOPP® Welding Fitting**
Sizes 1-1/4", 1-1/2", 2" and 3"

■ **SHORTSTOPP® 285 Purge & Equalization Fitting**
Size 2"

Description

SHORTSTOPP® Welding Fittings are designed for use with TDW SHORTSTOPP Plugging Machine systems. They are used for main relocations, equipment tie-ins, lateral connections, line extensions, crossovers, and purge and equalization – all without temporary bypass or shutdown.

Fittings are available in sizes 1-1/4", 1-1/2", 2" and 3" (DN 32, DN 38, DN 50 and DN 80) and in sizes 4" through 12" (DN 100 - DN 300). The SHORTSTOPP Purge & Equalization Fitting is available in 2" size only.

The design of the 4" through 12" (DN 100 - DN 300) Type IIA Welding Fitting requires a reusable bolt-on flange adapter for TDW SHORTCUTT® and SHORTSTOPP Valves.

Features

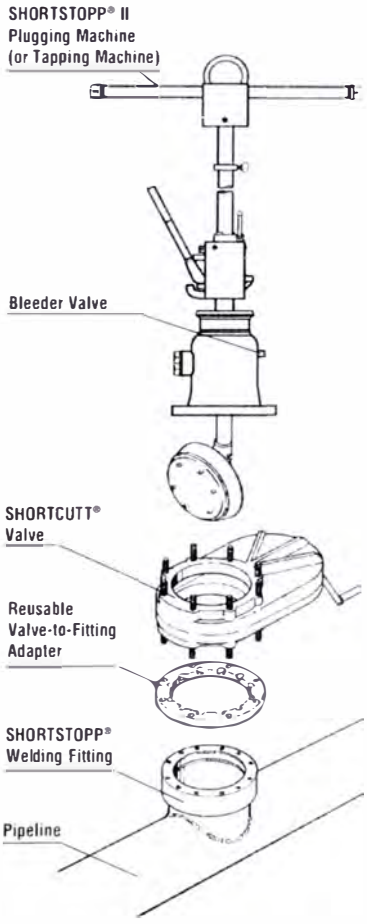
When used with SHORTSTOPP Plugging Machines, the maximum recommended working pressure and temperature should be limited to that of the plugging equipment, but not exceeding that of the fitting itself.

With the plugging equipment removed, the maximum working pressure is 285 psi (20 bar) at 100°F (38°C) or 245 psi (17 bar) at 180°F (82°C) per ASME B31.4. See chart on page 3 for MOAP per ASME B31.8.

1-1/4" through 3" Cap: Malleable Iron Plug: C1213 CF Steel	Nipple: A106 GR B SMLS Steel Pipe O-Ring: Buna-N
4" through 12"	Nipple: A106 GR B SMLS Steel Pipe O-Ring: Buna-N

■ Typical SHORTSTOPP Setup

4" through 12" (100 mm - 300 mm)



The design of the 4" through 12" (100 mm - 300 mm) Type IIA Welding Fitting requires a reusable bolt-on flange adapter which adapts the fitting to TDW SHORTCUTT® Valves.

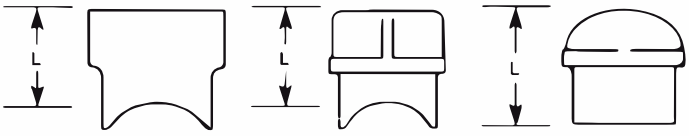
ISO 9001 Certified

Toll Free
1-888-TDWmSon (839-6766)

T.D. Williamson, Inc. ■ P.O. Box 3409 ■ Tulsa, Oklahoma 74101-3409 ■ 918-447-5100 ■ Fax: 918-446-6327 ■ www.tdwilliamson.com

Data subject to change without notice. Dimensions not for construction unless certified. ® Registered trademark of T. D. Williamson, Inc. in the United States and foreign countries. ™ Trademark of T. D. Williamson, Inc. in the United States and foreign countries. © Copyright 1999. All rights reserved. T. D. Williamson, Inc. Printed in U.S.A.

SHORTSTOPP® Welding Fittings



■ 4" through 12" ■ 1-1/4" through 3" ■ 2" only

■ 4" through 12"
Welding fitting includes cover flanges with bolts, gasket and plastic caplugs, completion plug, O-ring and flanged nipple.

■ 1-1/4" through 3"
Welding fitting includes cap, completion plug, O-ring and nipple.

■ 2" only
Purge & Equalization fitting includes cap, completion plug, O-ring and nipple.

Dimensions

Size		L	
Inches	DN	Inches	mm
1-1/4	32	2-5/16	75
1-1/2	38	3	80
2	50	3	80
2 (flat)	50	3-7/16	88
3	80	3-7/8	98
4	100	4-3/8	111
6	150	5-3/16	132
8	200	5-5/16	135
10	250	6	152
12	300	6	152
3 x 4	80 x 100	3-7/8	98
4 x 6	100 x 150	4-3/8	111
6 x 8	150 x 200	5-3/16	132
8 x 10	200 x 250	5-5/16	135
8 x 12	200 x 300	5-5/16	135

Valve-to-Fitting Adapters for 4" through 12"

Size		Weight		
Inches	DN	Lbs.	Kg.	Part Number
4	100	10	5	06-5724-0001
6	150	13	6	06-5724-0002
8	200	25	11	06-5724-0003
10	250	40	18	06-5724-0010
12	300	55	25	06-5724-0011
4 x 6	100 x 150	18	8	06-5724-0007
6 x 8	150 x 200	28-1/2	13	06-5724-0004
8 x 10	200 x 250	44	20	06-5724-0009
10 x 12	250 x 300	70	32	06-5724-0012

The 4" x 6", 6" x 8", 8" x 10" and 10" x 12" adapters are used to adapt the valve to the next smaller fittings.

Data subject to change without notice / Dimensions not for construction unless certified / ® Registered trademark of T. D. Williamson, Inc. in the United States and foreign countries / TM Trademark of T. D. Williamson, Inc. in the United States and foreign countries / © Copyright 1999

SHORTSTOPP® Welding Fittings

T. D. Williamson, Inc.
2100.003.02 - p3

SHORTSTOPP® Welding Fittings for Use with SHORTSTOPP® 60, SHORTSTOPP® II and SHORTSTOPP®275 Plugging Machines

Size		Weight			Maximum allowable operating pressure (in psi) per ASME B31.8 at -20 to +100° F Design Factor			
Inches	DN	Lbs.	Kg.	Part Number	0.72	0.6	0.5	0.4
1-1/4	32	1-1/2	0.7	06-1179-0000	285	285	285	285
1-1/2	38	2	0.9	26-0211-0000	285	285	285	285
2	50	2.5	1.1	26-0212-0000	285	285	285	285
2 (flat)	50	2	0.9	26-0319-0000 (no bevel)	285	285	285	285
3	80	3.5	1.6	26-0213-0000	285	285	285	285
4	100	18	8	06-7213-0000	285	285	285	285
6	150	40	18	06-7214-0000	285	285	285	285
8	200	64	29	06-7215-0000	285	285	285	275
10	250	120	54	06-7216-0000	285	285	285	240
12	300	165	75	06-7217-0000	285	285	275	220
3 x 4	80 x 100	3.5	1.6	26-0324-0000	285	285	285	250
4 x 6	100 x 150	18	8	06-9541-0000	285	285	285	285
6 x 8	150 x 200	40	18	06-9542-0000	285	285	285	280
8 x 10	200 x 250	64	29	06-9543-0000	285	285	285	245
8 x 12	200 x 300	64	29	06-9544-0000	285	285	285	225

Minimum Pipe Wall Thicknessess (Inches)

Size	Header	Design Factor Min. Pipe Wall Thickness			
Inches	Pipe OD	.0.72	0.60	0.50	0.40
1-1/4	1.660	0.019	0.023	0.027	0.034
1-1/2	1.900	0.021	0.026	0.031	0.039
2 (incl flat)	2.375	0.027	0.032	0.039	0.048
3	3.500	0.040	0.048	0.057	0.071
4	4.500	0.051	0.061	0.073	0.092
6	6.625	0.075	0.090	0.108	0.135
8	8.625	0.098	0.177	0.140	0.176
10	10.750	0.122	0.146	0.175	0.219
12	12.750	0.144	0.173	0.208	0.260
3 x 4	4.500	0.051	0.061	0.073	0.092
4 x 6	6.625	0.075	0.090	0.108	0.135
6 x 8	8.625	0.098	0.117	0.140	0.176
8 x 10	10.750	0.122	0.146	0.175	0.219
8 x 12	12.750	0.144	0.173	0.208	0.260

Note: The TDW fitting provides sufficient material wall thickness for itself and in many cases reinforcement for the branch opening in the pipe. However, the chart above specifies minimum wall thickness of the pipe for self reinforcment. (Based on 35,000 PSI SMYS)

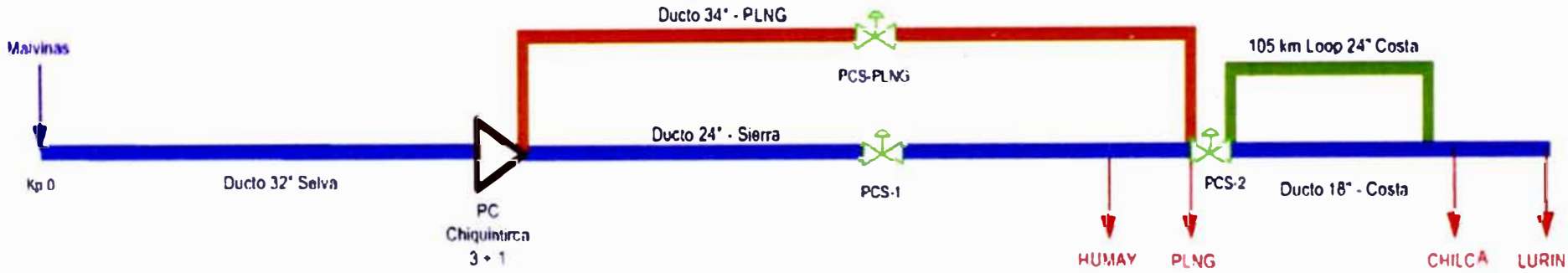
Spare O-Rings & Gaskets

Size		Spare O-Rings	Spare Gaskets
Inches	DN	Part Number	Part Number
1-1/4	32	00-0117-0014	--
1-1/2	38	00-0117-0010	--
2 (incl flat)	50	00-0117-0010	--
3	80	00-0117-0013	--
4	100	00-1250-0001	00-5238-0004-01
6	150	00-1250-0002	00-5238-0006-01
8	200	00-1250-0003	00-5238-0008-01
10	250	00-1250-0004	00-5238-0010-01
12	300	00-1250-0005	00-5238-0012-01
3 x 4	80 x 100	00-0017-0013	--
4 x 6	100 x 150	00-1250-0001	00-5238-0004-01
6 x 8	150 x 200	00-1250-0002	00-5238-0006-01
8 x 10	200 x 250	00-1250-0003	00-5238-0008-01
8 x 12	200 x 300	00-1250-0003	00-5238-0008-01

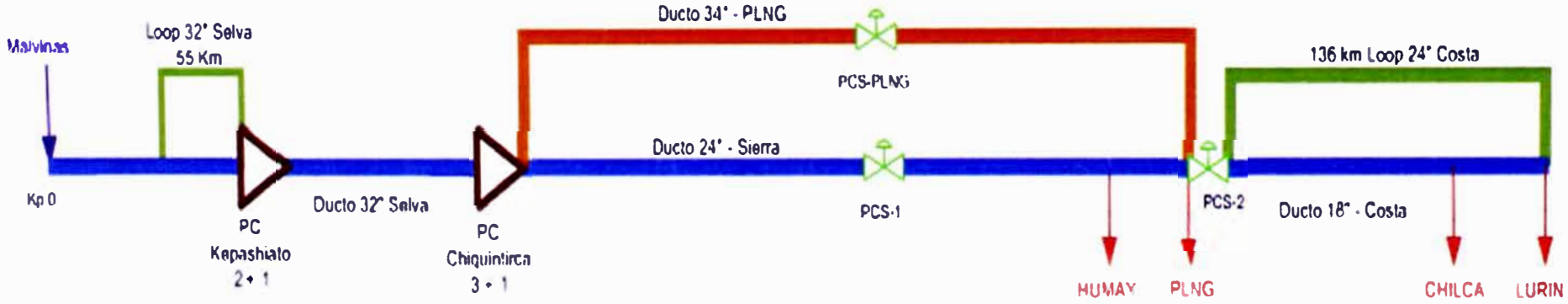
Data subject to change without notice / Dimensions not for construction unless certified / ® Registered trademark of T. D. Williamson, Inc. in the United States and foreign countries / TM Trademark of T. D. Williamson, Inc. in the United States and foreign countries / © Copyright 1999. All rights reserved T. D. Williamson, Inc. Printed in USA

SISTEMA DE TRANSPORTE NG

SISTEMA ACTUAL: 1200 MMSCFD

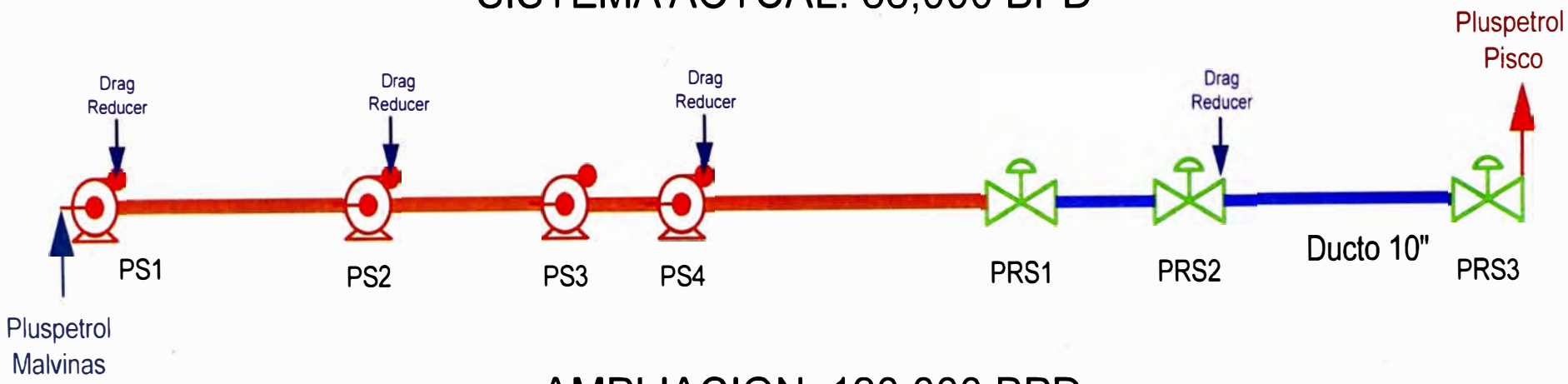


AMPLIACION: 1540 MMSCFD

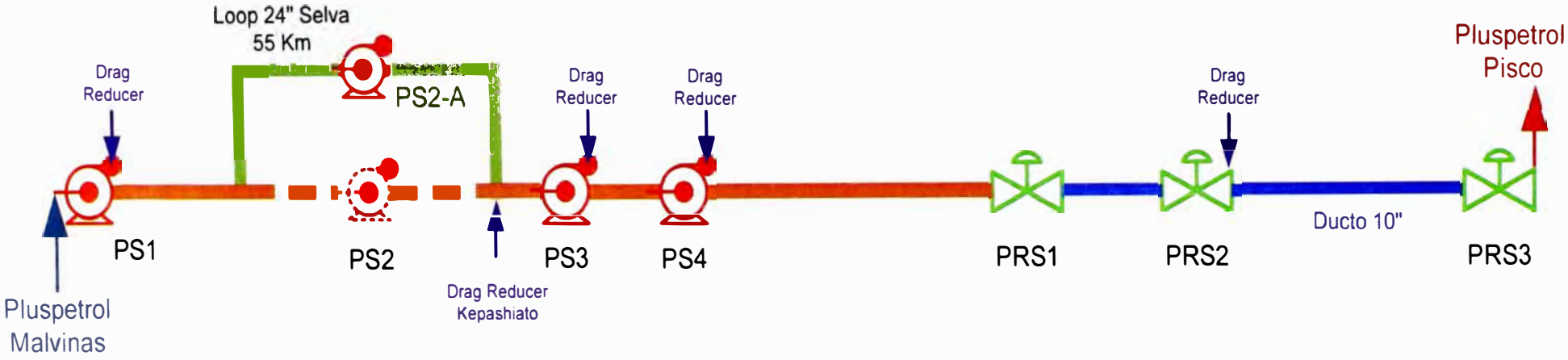


SISTEMA DE TRANSPORTE NGL

SISTEMA ACTUAL: 88,000 BPD



AMPLIACION: 120,000 BPD



5. RING JOINT GASKETS

PROPERTIES AND APPLICATION

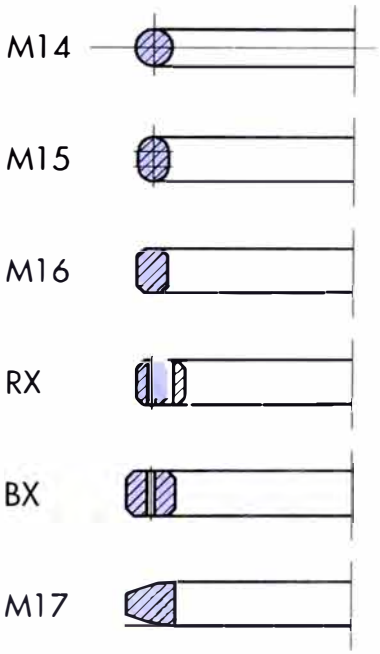
The metallic ring joint gaskets are manufactured according to the API 6 and ASME B16.20 standards for application at elevated temperatures an pressures. The small sealing area with high contact pressure results in gre reliability. The contact surfaces of the gaskets and flange should be careful processed. Some types of ring-joints are pressure activated, that is, th greater the pressure the better the sealability.

ADVANTAGES

The metal ring joint gaskets have been designed to withstand exceptionally high assembly loads over a small area, thus producing high seating stresses.

SHAPE AND CONSTRUCTION

The TESNILA ring joint gaskets are produced in several shapes and sizes to meet the most demanding applications.



STANDARD MATERIALS

Standard materials recommended by the ANSI B16 20				
ASTM	DIN Material No.	Maximum HB	Maximum HV	Material code
Soft Iron	1.1003	90	56	D
Low CS	1.0038	120	68	S
4-6 Cr ½ Mo	1.7362	130	72	F5
AISI 410	1.4000	170	86	S 410
AISI 304	1.4301	160	83	S 304
AISI 316	1.4401	160	83	S 316
AISI 347	1.4550	160	83	S 347

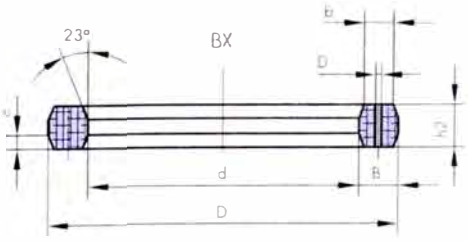
DIMENSIONS

STANDARDS FOR RING JOINTS GASKETS USED WITH FLANGES		
Ring Joints Gaskets style	Ring Joints Gaskets Standard	Flange Standard
R	ASME B 16.20 API 6A	ANSI B 16.5 ANSI B 16.47 series A
RX	ASME B 16.20 API 6A	API 6B
BX	API 6A	API 6BX

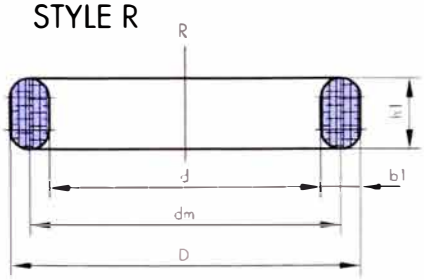
GASKET ORDERING EXAMPLE

RING-JOINT GASKET API 6A, R30-oval,
material AISI 321

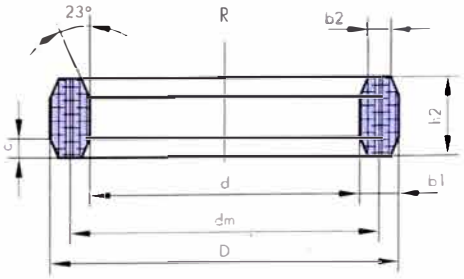
STYLE BX



STYLE R

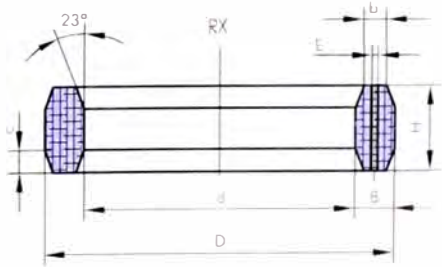


OVAL SECTION

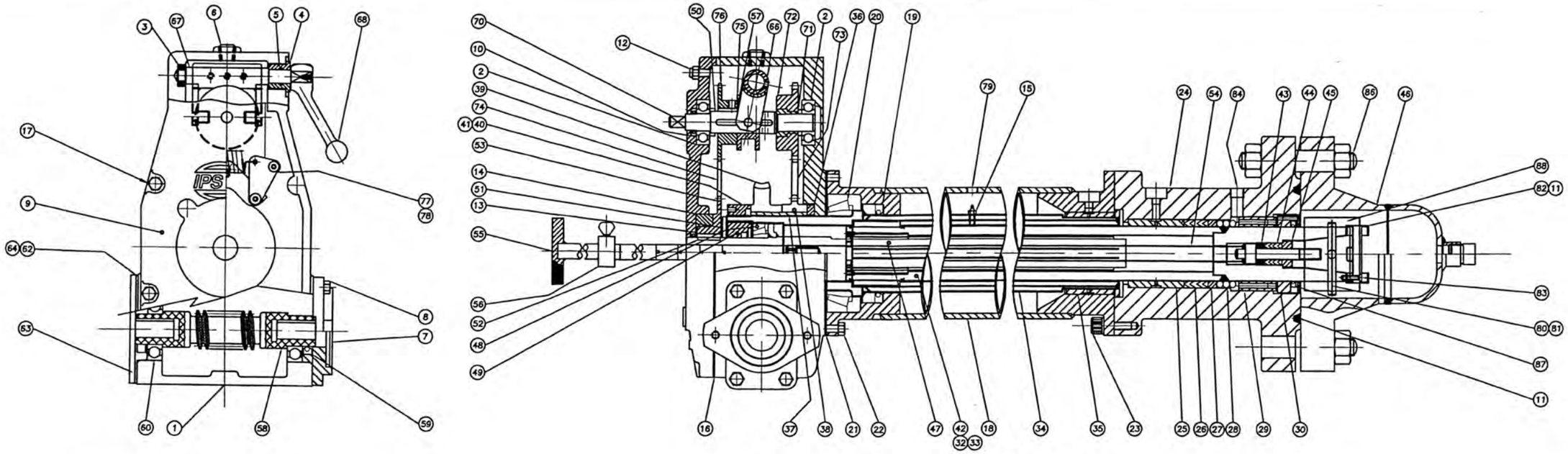


OCTAGONAL SECTION

STYLE RX



NOMINAL PIPE SIZE NOMINAL PRESSURE										DIMENSIONS								WEIGHT	
ASME-ANSI B16.5					ASME B16-47A		API 6B			Tolleances	+/- 0.38	+/- 0,38	+/- 0.17	+/- 0,39	+/- 0.39	+/- 0,20	+/- 0.20	OVAL	OCTAG.
150	300-600	900	1500	2500	300-600	900	2000	3000	5000	R	D (mm)	d (mm)	dm (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	b1 (mm)	b2 (mm)	kg	kg
	1/2									R11	40.49	27,79	34,14	11,18	9,65	6,35	4,32	0,05	0,05
		1/2	1/2							R12	47,65	31,75	39,70	14,22	12,70	7,95	5,23	0,10	0,10
	3/4			1/2						R13	50,83	34,93	42,88	14,22	12,70	7,95	5,23	0,10	0,10
		3/4	3/4							R14	52,40	36,50	44,45	14,22	12,70	7,95	5,23	0,11	0,11
1										R15	55,58	39,68	47,63	14,22	12,70	7,95	5,23	0,12	0,12
	1	1	1	3/4			1	1	1	R16	58,75	42,85	50,80	14,22	12,70	7,95	5,23	0,12	0,11
1 1/4										R17	65,10	49,20	57,15	14,22	12,70	7,95	5,23	0,14	0,13
	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1			1 1/4	1 1/4	1 1/4	R18	62,28	52,38	60,33	14,82	12,70	7,95	5,23	0,15	0,14
1 1/2										R19	73,05	57,15	65,10	14,82	12,70	7,95	5,23	0,16	0,15
	1 1/2	1 1/2	1 1/2				1 1/2	1 1/2	1 1/2	R20	76,23	60,33	68,28	14,82	12,70	7,95	5,23	0,17	0,15
				1 1/4						R21	83,37	61,11	72,24	17,53	16,00	11,13	7,75	0,30	0,29
2										R22	90,50	74,60	82,55	14,82	12,70	7,95	5,23	0,20	0,19
	2			1 1/2			2			R23	93,68	71,42	82,55	17,53	16,00	11,13	7,75	0,34	0,33
		2	2					2	2	R24	106,38	84,12	95,25	17,53	16,00	11,13	7,75	0,39	0,38
2 1/2										R25	109,55	93,65	101,60	14,22	12,70	7,95	5,23	0,25	0,23
	2 1/2			2			2 1/2			R26	112,73	90,47	101,60	17,53	16,00	11,13	7,75	0,42	0,41
		2 1/2	2 1/2					2 1/2	2 1/2	R27	119,08	96,82	107,95	19,05	16,00	11,13	7,75	0,45	0,43
				2 1/2						R28	123,87	98,43	111,13	14,22	17,53	12,70	8,66	0,57	0,55
3										R29	122,25	107,95	114,30	17,53	12,70	7,95	5,23	0,28	0,26
	3									R30	128,61	106,35	117,48	17,53	16,00	11,13	7,75	0,48	0,47
	3	3					3	3		R31	134,96	112,70	123,85	17,53	16,00	11,13	7,75	0,51	0,50
				3						R32	139,70	114,30	127,00	19,05	17,53	12,70	8,66	0,65	0,63
3 1/2										R33	139,73	123,83	131,78	14,22	12,70	7,95	5,23	0,32	0,30
	3 1/2									R34	142,91	120,65	131,78	17,53	16,00	11,13	7,75	0,54	0,52
			3						3	R35	147,66	125,40	136,53	17,53	16,00	11,13	7,75	0,56	0,55
4										R36	157,18	141,28	149,23	14,22	12,70	7,95	5,23	0,37	0,34
	4	4					4	4	3 1/2	R37	160,36	138,10	149,23	17,53	16,00	11,13	7,75	0,62	0,60
				4						R38	173,06	141,30	157,18	22,35	20,57	15,88	10,49	1,16	1,14
			4						4	R39	173,06	150,80	161,93	17,53	16,00	11,13	7,75	0,67	0,65
5										R40	179,40	163,50	171,45	14,22	12,70	7,95	5,23	0,42	0,39
	5	5					5	5		R41	192,11	169,85	180,98	17,53	16,00	11,13	7,75	0,75	0,73
				5						R42	209,55	171,45	190,50	24,40	23,88	19,05	12,32	1,91	1,88
6										R43	201,63	185,73	193,68	14,22	12,70	7,95	5,23	0,48	0,44
			5						5	R44	204,81	182,55	193,68	17,53	16,00	11,13	7,75	0,80	0,78
	6	6					6	6		R45	222,28	200,02	211,15	17,53	16,00	11,13	7,75	0,87	0,85
			6						6	R46	223,85	198,45	211,15	19,05	17,53	12,70	8,66	1,08	1,05
				6						R47	247,65	209,55	228,60	25,40	23,88	19,05	12,32	2,29	2,26
8										R48	255,60	239,70	247,65	14,22	12,70	7,95	5,23	0,61	0,56
	8	8					8	8		R49	281,01	258,75	269,88	17,53	16,00	11,13	7,75	1,11	1,09
			8						8	R50	285,76	254,00	269,88	22,35	20,57	15,88	10,49	1,99	1,95
				8						R51	301,63	257,17	279,40	28,70	26,92	22,23	14,81	3,65	3,69
10										R52	312,75	296,85	304,80	14,22	12,70	7,95	5,23	0,75	0,69
	10	10					10	10		R53	334,98	312,72	323,85	17,53	16,00	11,13	7,75	1,34	1,30
			10						10	R54	339,73	307,97	323,85	22,35	20,57	15,88	10,49	2,39	2,35
				10						R55	371,48	314,32	342,90	36,58	35,05	28,58	19,81	7,35	7,68
12										R56	388,95	373,05	381,00	14,22	12,70	7,95	5,23	0,93	0,87
	12	12			12	12	12	12		R57	392,13	369,87	381,00	17,53	16,00	11,13	7,75	1,57	1,53
			12							R58	403,23	358,77	381,00	28,70	26,92	22,23	14,81	4,98	5,03
14										R59	404,83	388,93	396,88	14,22	12,70	7,95	5,23	0,98	0,90
				12						R60	438,15	374,65	406,40	39,62	38,10	31,75	22,33	10,47	11,09
	14				14		14	14		R61	430,23	407,97	419,10	17,53	16,00	11,13	7,75	1,73	1,69
		14				14				R62	434,98	403,22	419,10	22,35	20,57	15,88	10,49	3,09	3,04
			14							R63	444,50	393,70	419,10	33,27	31,75	25,40	17,30	7,33	7,54
16										R64	461,98	446,08	454,03	14,22	12,70	7,95	5,21	1,12	1,03
	16				16		16			R65	481,03	458,77	469,90	17,53	16,00	11,13	7,75	1,94	1,89
		16				16		16		R66	485,78	454,02	469,90	22,35	20,57	15,88	10,49	3,47	3,40
			16							R67	498,48	441,32	469,90	36,58	35,05	28,58	19,81	10,07	10,53
18										R68	525,48	509,58	517,53	14,22	12,70	7,95	5,23	1,28	1,18
	18				18		18			R69	544,53	522,27	533,40	17,53	16,00	11,13	7,75	2,20	2,15
		18				18		18		R70	552,45	514,35	533,40	25,40	23,88	19,05	12,32	5,35	5,27
			18							R71	561,98	504,82	533,40	36,58	35,05	28,58	19,81	11,43	11,95
20										R72	566,75	550,85	558,80	14,22	12,70	7,95	5,23	1,38	1,27
	20				20		20			R73	596,90	571,50	584,20	19,05	17,53	12,70	8,66	2,99	2,92
		20				20		20		R74	603,25	565,15	584,20	25,40	23,88	19,05	12,32	5,85	5,77
			20							R75	615,95	552,45	584,20	39,62	38,10	31,75	22,33	15,05	15,94
24										R76	681,05	655,15	673,10	14,22	12,70	7,95	5,23	1,66	1,53
	24				24					R77	708,03	676,27	692,15	22,35	20,57	15,88	10,49	5,11	5,01
		24				24				R78	717,55	666,75	692,15	33,27	31,75	25,40	17,30	12,10	12,46
			24							R79	727,08	657,22	692,15	44,45	41,40	34,93	24,82	22,58	22,06
				22						R80	623,90	608,00	615,95		12,70	7,95	5,23		1,40
					22					R81	649,30	620,70	635,00		19,05	14,30	9,58		3,86
									1	R82	68,26	46,02	57,15		16,00	11,13	7,75		0,23
									1 1/2	R84	74,63	52,37	63,50		16,00	11,13	7,75		0,25
									2	R85	92,06	66,68	79,38		17,53	12,70	8,66		0,40
									2 1/2	R86	106,38	74,62	90,50		20,57	15,88	10,49		0,65
									3	R87	115,91	84,15	100,03		20,57	15,88	10,49		0,72
									4	R88	142,88	104,78	123,83		23,88	19,05	12,32		1,22
									3 1/2	R89	133,35	95,25	114,30		23,88	19,05	12,32		1,13
									5	R90	177,81	133,35	155,58		26,92	22,23	14,81		2,05
									10	R91	292,10	228,60	260,35		38,10	31,75	22,33		7,10
										R92	239,73	217,47	228,60	17,53	16,00	11,13	7,75	0,94	0,92
					26					R93	768,35	730,25	749,30		23,88	19,05	12,32		7,40
					28					R94	819,15	781,05	800,10		23,88	19,05	12,32		7,90
					30					R95	876,30	838,20	857,25		23,88	19,05	12,32		8,47
					32					R96	936,63	892,17	914,40		26,92	22,23	14,81		12,08
					34					R97	987,43	942,97	965,20		26,92	22,23	14,81		12,75
					38					R98	1044,58	1000,12	1022,35		26,92	22,23	14,81		13,51
							8	8		R99	246,08	223,82	234,95		16,00	11,13	7,75		0,95
						26				R100	777,88	720,72	749,30		35,05	28,58	19,81		16,79
						28				R101	831,85	768,35	800,10		38,10	31,75	22,33		21,83
						30				R102	889,00	825,50	857,25		38,10	31,75	22,33		23,39
						32				R103	946,15	882,65	914,40		38,10	31,75	22,33		24,95
						34				R104	1000,13	930,27	966,20		41,40	36,93	24,82		31,49
						36				R105	1057,28	987,42	1022,35		41,40	36,93	24,82		33,35



ITEM	DESCRIPTION	SIZE / DRG No		MATERIAL	PART NO.	QTY
1	GEARCASE	UDM-0304-0101		ALUMINIUM BS1490-LM25	UDM-0304-0101	1
2	ANGULAR CONTACT BEARING	SKF 7304B		BS292	070-1010-0002	1
3	CLUTCH SHAFT BUSH	UDM-0304-0104		PHOS. BRONZE BS2874-PB102	UDM-0304-0104	1
4	CLUTCH SHAFT FLANGED BUSH	UDM-0304-0105		PHOS. BRONZE BS2874-PB102	UDM-0304-0105	1
5	'O' RING	BS1806-114		NITRILE	100-1010-0005	1
6	PRESSURE PLUG	1/2"-14 NPTF ANSI B2.2		ALLOY STEEL	180-1000-0800	2
7	DRIVE MOTOR ADAPTER PLATE	UDM-0304-1308		MILD STEEL	UDM-0304-1308	1
8	HEX. HEAD SETSCREW	3/8" UNC x 1-1/4" LONG		BS1768 (NORMAL SERIES)	010-1300-0602	8
9	GEARCASE COVER	UDM-0304-0201		ALUMINIUM BS1490-LM25	UDM-0304-0201	1
10	OIL SEAL	CR 7440		NITRILE	250-1000-0000	1
11	COLLAR	UDM-0508-0001		BS 970 070 M20	UDM-0508-001	1
12	BREATHER VALVE	1/8" NPT MP105		BRASS	150-5000-0000	1
13	OIL SEAL	CR 13534		NITRILE	250-1000-0011	1
14	GEARCASE COVER BUSH	UDM-0304-0207		PHOS. BRONZE BS2874-PB102	UDM-0304-0207	1
15	GREASE NIPPLE	1/8"-27 NPT - STRAIGHT		STEEL (ZINC PLATED)	240-5000-0100	3
16	GEARCASE COVER GASKET	UDM-0304-0203	37	BS4249 BENZOILITE	UDM-0304-0203	1
17	CAP HEAD SETSCREW	3/8" UNC x 1-1/4" LONG		BS 1768 (NORMAL SERIES)	010-1300-0602	9
18	BODY CASING	UDM-0406-7000		STEEL		1
19	OIL SEAL	CR 34888		NITRILE	250-1000-0029	1
20	TAPER ROLLER BEARING	TIMKEN 497-493		STEEL	070-1000-0005	1
21	BODY CASING GASKET	UDM-0304-0308		BS4249 BENZOILITE	UDM-0304-0308	1
22	HEX. HEAD SETSCREW	5/16" UNC x 1" LONG		BS1768 (NORMAL SERIES)	010-1300-0502	11
23	SKT HEAD CAP SCREW	3/8" UNC x 1" LONG		BS2470 Gr12.9	010-1500-0801	12
24	FLANGED HOUSING	UDM-0304-0401		ASTM A105-N	UDM-0304-0401	1
25	BORING BAR INNER BUSH	UDM-0304-0405		PHOS. BRONZE BS2874-PB102	UDM-0304-0405	1
26	CHEVRON PACKING	2-1/2" ID x 3-1/8" OD x 1.406" LG		NITRILE & FABRIC	110-1000-0004	1
27	BORING BAR CENTRE BUSH	UDM-0304-0407		PHOS. BRONZE BS2874-PB102	UDM-0304-0407	1
28	PACKING SPRING (COMPRESSION)	2.52" ID x 1/4" WIRE DIA. x 1-9/16" LG		BS5216 HS3 (CARBON SPRING STL)	UDM-0304-0408	1
29	BORING BAR OUTER BUSH	UDM-0304-0409		PHOS. BRONZE BS2874-PB102	UDM-0304-0409	1
30	OUTER RETAINER SCREW ASSY	UDM-0304-8000		STEEL	UDM-0304-8000	1
31	OBSOLETE					1
32	REDUCING BUSH	3/8" TO 1/4" NPT ANSI B2.2		ASTM A105-N	220-1000-0000	1
33	BARREL NIPPLE	1/4" NPT x 3" LG (SCH80 - 3000LB)		ASTM A106 Gr.B	240-1004-0200	1
34	DRIVE TUBE	UDM-0408-7100		STEEL	UDM-0304-7100	1
35	DRIVE TUBE BUSH	UDM-0304-0311		PHOS. BRONZE BS2874-PB102	UDM-0304-0311	1
36	DRIVE SPROCKET THRUST WASHER	UDM-0304-0505		PHOS. BRONZE BS2874-PB102	UDM-0304-0505	1
37	KEY	3/8" SQ. x 2-9/16" LG		BS970-080M30	UDM-0304-0506	1
38	DRIVE TUBE SPROCKET	UDM-0304-0507		BS970-070M20	UDM-0304-0507	1
39	WORMWHEEL	UDM-0508-W		BS1400 PB2-C	UDM-0508-W	1
40	WORMWHEEL RETAINER NUT	UDM-0304-0509		BS970-080M40	UDM-0304-0509	1
41	SKT SETSCREW	1/4" UNF x 1/4" LG		BS2470 (ALLOY STEEL)	010-1401-0400	2
42	BORING BAR	UDM-0408-7200		STEEL		1
43	CHEVRON PACKING WASHER	UDM-0304-0611		PHOS. BRONZE BS2874-PB102	UDM-0304-0611	1
44	CHEVRON PACKING	1/2" ID x 1-1/8" OD x 1.063" LG		NITRILE & FABRIC	110-1000-0000	1
45	INNER RETAINING SCREW			BS970-080M40	UDM-0304-0614	1
46	PROTECTOR/TEST END	UDM-0304-7300		STEEL	UDM-0304-7300	1
47	FEED SCREW	UDM-0408-7400		STEEL		1
48	TAPER ROLLER BEARING	TIMKEN 14137-14276		STEEL	070-1000-0002	1
49	BEARING RETAINER SCREW ASSY	UDM-0304-8100		STEEL	UDM-0304-8100	1
50	CLUTCH SHAFT SPACER	UDM-0304-1111		MILD STEEL	UDM-0304-1111	1

ITEM	DESCRIPTION	SIZE / DRG No	MATERIAL	PART NO.	QTY
51	SPROCKET WASHER	UDM-0304-0808	PHOS. BRONZE BS2874-PB102	UDM-0304-0808	1
52	KEY	1/4" SQ. x 1" LONG	BS970-080M30	UDM-0304-0809	1
53	FEED SCREW DRIVE SPROCKET	UDM-0304-0807	BS970-070M20	UDM-0304-0807	1
54	RETAINER ROD	UDM-0408-0900	BS970-080M40		1
55	MEASURING ROD	UDM-0408-7500	BS970-070M20		1
56	MEASURING ROD COLLAR	UDM-0304-1700	MILD STEEL	UDM-0304-1700	1
57	KEY	1/4" SQ. x 2-9/16" LONG	BS970-080M30	UDM-0304-1106	1
58	WORMSHAFT	UDM-0508-1301	BS970-212M44	UDM-0508-1301	1
59	OIL SEAL	CR 13686	NITRILE	250-1000-0043	2
60	ANGULAR CONTACT BEARING	RHP 7207B	BS292	070-1010-0000	2
61	CSK SKT HEAD SCREW	No.8-32 UNC x 1/2" LONG	BS2470 Gr12.9	010-1600-0000	2
62	BEARING RETAINER PLATE	UDM-0304-1302	MILD STEEL	UDM-0304-1302	2
63	RETAINER PLATE COVER	UDM-0304-1306	MILD STEEL	UDM-0304-1306	1
64	RETAINER PLATE GASKET	UDM-0304-1303	BS4249 BENZOILITE	UDM-0304-1303	2
65	'O' RING	130mm ID x 10mm CORD SECTION	NITRILE	UDM-0304-0704	1
66	CLUTCH ACTUATOR	UDM-0304-7800	MILD STEEL	UDM-0304-7800	1
67	CLUTCH ACTUATOR SHAFT	UDM-0304-1201	BS970-080M40	UDM-0304-1201	1
68	CLUTCH HANDLE	UDM-0304-1400	MILD STEEL	UDM-0304-1400	1
69	LOCATION PLATE	UDM-0304-1408	MILD STEEL	UDM-0304-1408	1
70	CLUTCH SHAFT	UDM-0304-1101	BS970-080M40	UDM-0304-1101	1
71	CLUTCH SPROCKET THRUST WASHER	UDM-0304-1107	PHOS. BRONZE BS2874-PB102	UDM-0304-1107	1
72	CLUTCH DRIVE SPROCKET	UDM-0304-7900	BS970-070M20	UDM-0304-7900	1
73	ROLLER CHAIN	1/2" PITCH x 50 LINKS (ANSI 40-1)	STEEL	090-1000-0850	1
74	ROLLER CHAIN	3/8" PITCH x 67 LINKS (ANSI 40-1)	STEEL	090-1000-0667	1
75	CLUTCH DOG	UDM-0304-1106	BS970-080M40	UDM-0304-1106	1
76	CLUTCH SHAFT SPROCKET		BS970-070M20	UDM-0304-0613	1
77	CHAIN TENSIONER	UDM-0304-1500	STEEL	UDM-0304-1500	1
78	CHAIN TENSIONER BOLT	5/16 UNC X 2" LONG HEX HEAD SC	MILD STEEL		1
79	PRESSURE PLUG	3/4"-14 NPTF ANSI B2.2	ALLOY STEEL	180-1000-1200	1
80	BORING BAR PIN	UDM-000508-0002	BS970-070M20	UDM-000508-0002	1
81	SPLIT PIN	1/16" DIA. x 3/4" LONG	MILD STEEL	080-2000-0100	2
82	DRIVE RING	410-2000-0018	BS970-080M40	410-2000-0018	1
83	CSK SKT HEAD SCREW	No.10-24 UNC x 3/4" LONG	BS2470 Gr12.9	010-1600-0002	8
84	PURGE VALVE	1/4" 3000LB KLINGER 516011	STEEL	150-2000-0000	1
85	VERTICAL LIFTING FRAME ASSY	UDM-0304-1800	MILD STEEL	UDM-0304-1800	1
86	STUD BOLT SET	7/8" UNC x 5-1/2" LG C/W 2 NUTS	BS4882-B7 & 2H	170-1000-1403	8
87	OIL SEAL	CR 24865	-	NITRILE	1
88	BORING BAR COLLAR	UDM-000508-0001	BS 0970 070 M20	UDM-000508-0001	1

PRODUCTION

SIGN	DATE	JOB No. & ITEM No.

SUB-CONTRACTOR

GENERAL TOLERANCES
FINISH = ½
00.00 = ±0.25mm
00.0 = ±0.5mm
00 = ±1mm
ANGULAR = ±0.5°

REMOVE ALL SHARP EDGES
DIMENSIONS IN mm U.O.S.
SCALE N.T.S.
MATERIAL SEE TABLE

IPSCO FLOWSERVE
SUNNINGDALE HOUSE, SUNNINGDALE ROAD, SOUTH PARK INDUSTRIAL ESTATE, SCUNTHORPE, NORTH LINCS. DN17 2TY.
TEL: +44 (0)1724 849904 FAX: +44 (0)1724 861033
www.flowserve.com www.hottaps.com

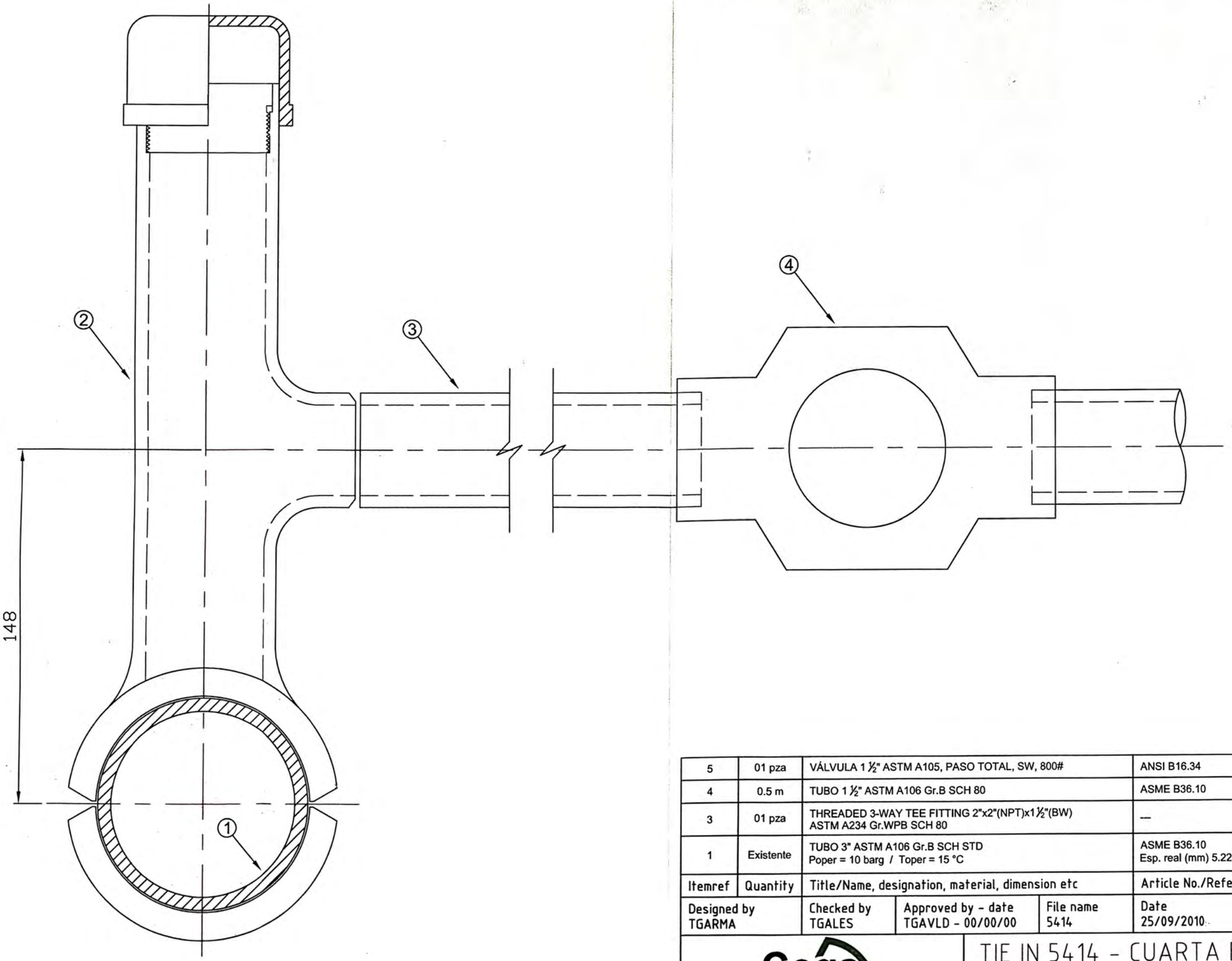
THIS DRAWING AND DESIGN ARE THE EXCLUSIVE PROPERTY OF IPSCO FLOWSERVE. ACCEPTANCE OF THIS DRAWING CONSTITUTES AN AGREEMENT THAT IT SHALL BE TREATED AS A STRICTLY CONFIDENTIAL DOCUMENT, RETURNABLE UPON REQUEST. IT SHALL NOT BE REPRODUCED, ITSELF OR INFORMATION CONTAINED HEREIN SHALL NOT BE PASSED TO OTHERS OR USED FOR OTHER THAN ITS INTENDED PURPOSE, WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN CONSENT OF IPSCO FLOWSERVE. © 2004

TITLE IP 508 DRILLING MACHINE GENERAL ASSEMBLY - 0.003" FEED

DRG. No. UDM-000508-0000 REV. A

PLANOS

RevNo	Revision note	Date	Signature	Checked



Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
5	01 pza	VÁLVULA 1 ½" ASTM A105, PASO TOTAL, SW, 800#	ANSI B16.34
4	0.5 m	TUBO 1 ½" ASTM A106 Gr.B SCH 80	ASME B36.10
3	01 pza	THREADED 3-WAY TEE FITTING 2"x2"(NPT)x1½"(BW) ASTM A234 Gr.WPB SCH 80	—
1	Existente	TUBO 3" ASTM A106 Gr.B SCH STD Poper = 10 barg / Toper = 15 °C	ASME B36.10 Esp. real (mm) 5.22 mín / 5.68 máx

Designed by	Checked by	Approved by - date	File name	Date	Scale
TGARMA	TGALES	TGAVLD - 00/00/00	5414	25/09/2010	S/E

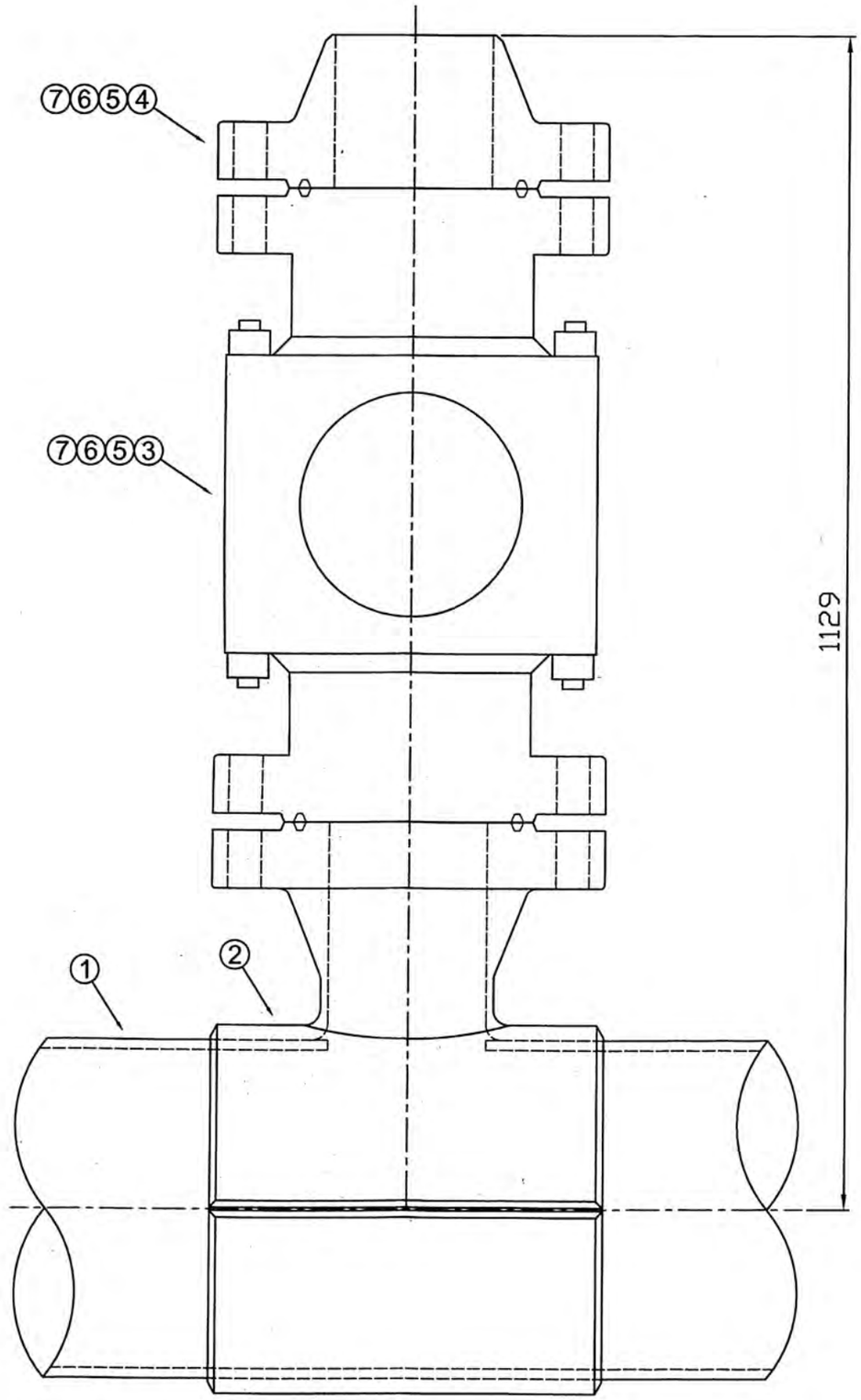
Coga

TIE IN 5414 - CUARTA BOMBA

PS4

Edition	Sheet
0	1/1

RevNo	Revision note	Date	Signature	Checked



Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
7	48 pza	TUERCAS 1 1/8" ASTM A194 Gr. 2H	—
6	24 pza	ESPÁRRAGOS 1 1/8"x195mm ASTM A193 Gr. B7, GALVANIZADO	—
5	02 pza	RING JOINT SEC. OCT SOFT IRON HB 90 MAX. R45	ASME B16.20
4	01 pza	BRIDA 6" WN RJ ASTM A707 Gr.L1 Cl.2 SCH 40, 900#	ASME B16.5
3	01 pza	VÁLVULA ESFÉRICA DE BOLA 6" 900# MAT. CUERPO: A350 GR LF6 CL 1, MAT. ESF: A350 LF2 C/ ENP THK 0.003" - TIPO TRUNNION, ASIENTO: TEFLON, PASO TOTAL, EXTREMOS BRIDADOS RJ, 900#	API 6D ASME B16.5
2	01 pza	SPLIT TEE 12"X6" MATERIAL STD DEL FABRICANTE CE < 0.40, BRIDA DE APOYO ASTM A707 GR L1 CL 2 SCH STD RJ, 900#	ASME B16.5
1	Existente	TUBO 12" API 5L Gr. X52 SCH STD, SMLS Poper = 11.5 barg / Toper = 20 °C	ASME B36.10 Esp. real (mm) 9.29 mín / 10.13 máx

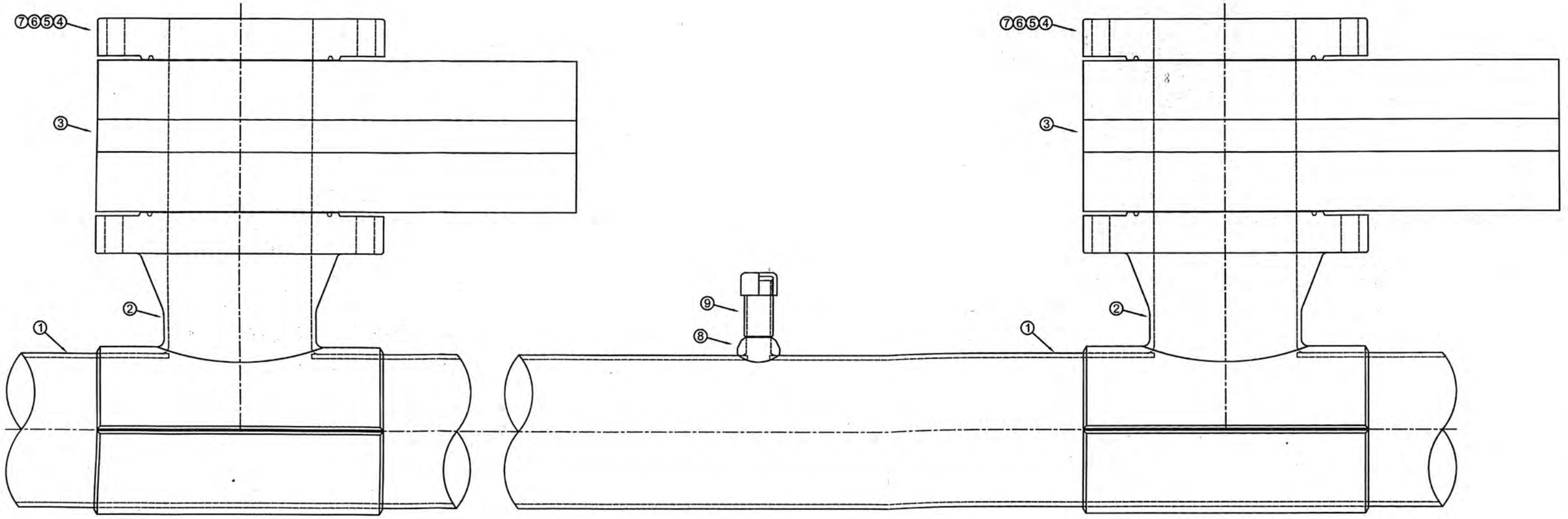
Designed by	Checked by	Approved by - date	File name	Date	Scale
TGARMA	TGALES	TGAVLD - 00/00/00	5417	25/09/2010	S/E

Coga

TIE IN 5417 - CUARTA BOMBA

PS4	Edition 0	Sheet 1/1

RevNo	Revision note	Date	Signature	Checked



Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
9	01 pza	THREAD LOK FITTING 2" ASTM A106 Gr.B, CLASS 3000	—
8	01 pza	WELDOLET 3"x2" ASTM A350 LF6 CL1 SCH 40, BW	MSS SP-97
7	160 pza	TUERCAS 1 3/8" ASTM A194 Gr. 2H	—
6	80 pza	ESPÁRRAGOS 1 3/8"x255mm ASTM A193 Gr. B7, GALVANIZADO	—
5	04 pza	RING JOINT SEC. OCT SOFT IRON HB 90 MAX. R57	ASME B16.20
4	02 pza	BRIDA 12" CIEGA RJ ASTM A707 Cr.L5 CL 4, 900#	ASME B16.5
3	02 pza	VÁLVULA SANDWICH 12" RJ 900#, MATERIAL STANDAR DEL FABRICANTE (incluye esparragos con tuercas) CON BY PASS EXTERNO	—
2	02 pza	SPLIT TEE 12"X12" MATERIAL STD DEL FABRICANTE CE < 0.40, BRIDA DE APOYO ASTM A707 GR L5 CL 4 SCH 40 RJ, 900#	ASME B16.5
1	Existente	TUBO 12" API API 5L Gr. X52 SMLS SCH STD Poper = 69.5 barg / Toper = 20 °C	ASME B36.10 Esp. real (mm) 9.40 mín / 10.51 máx

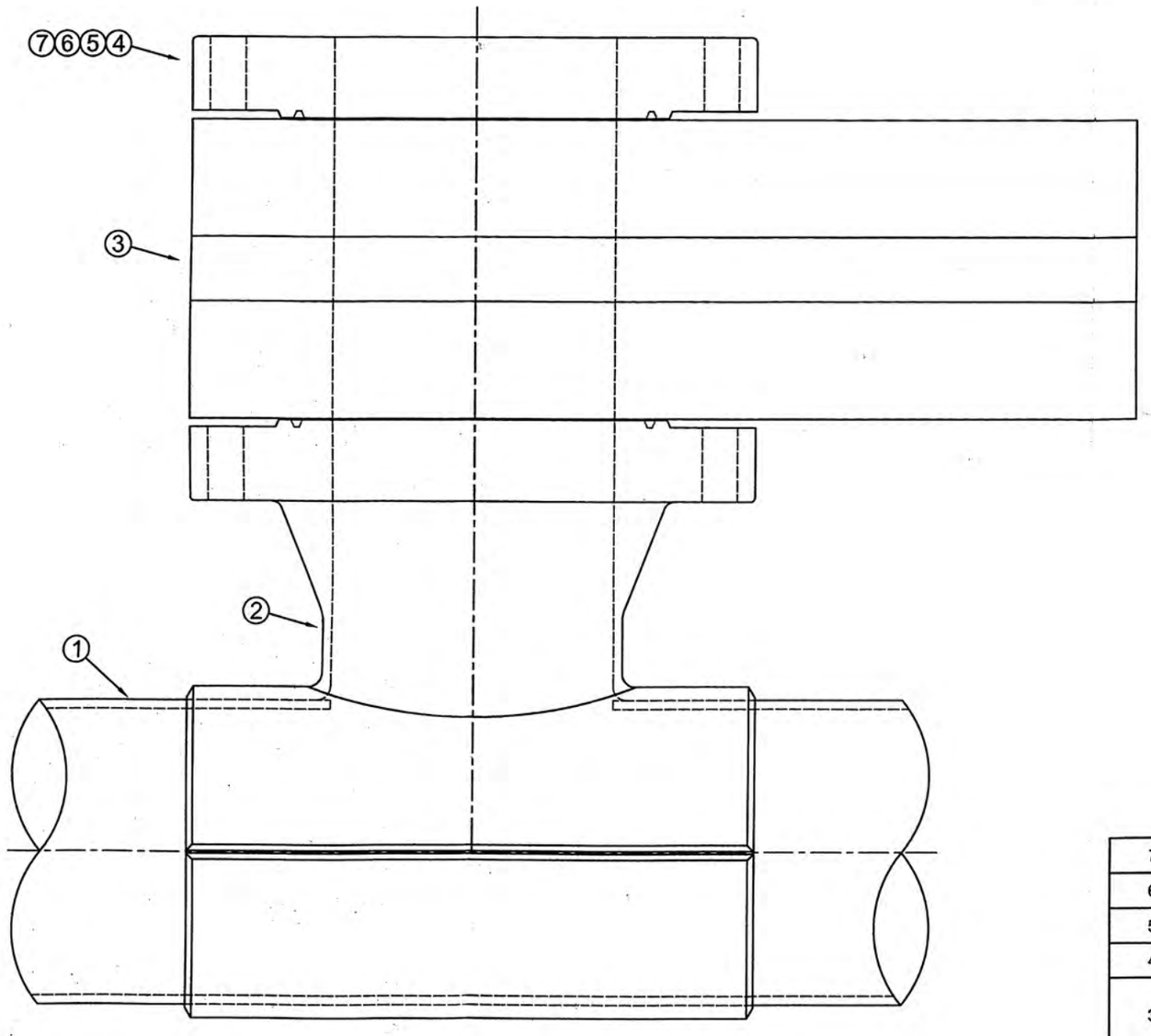
Designed by	Checked by	Approved by - date	File name	Date	Scale
TGARMA	TGALES	TGAVLD - 00/00/00	5428	20/10/2010	S/E

Coga

TIE IN 5428 - CUARTA BOMBA

PS4	Edition 0	Sheet 1/1

RevNo	Revision note	Date	Signature	Checked



Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
7	40 pza	TUERCAS 1 3/8" ASTM A194 Gr. 2H	—
6	20 pza	ESPÁRRAGOS 1 3/8"x255mm ASTM A193 Gr. B7, GALVANIZADO	—
5	02 pza	RING JOINT SEC. OCT SOFT IRON HB 90 MAX. R57	ASME B16.20
4	01 pza	BRIDA 12" CIEGA RJ ASTM A707 Cr.L5 CL 4, 900#	ASME B16.5
3	01 pza	VÁLVULA SANDWICH 12" RJ 900#, MATERIAL STANDAR DEL FABRICANTE (incluye esparragos con tuercas) CON BY PASS EXTERNO	—
2	01 pza	SPLIT TEE 12"X12" MATERIAL STD DEL FABRICANTE CE < 0.40, BRIDA DE APOYO ASTM A707 GR L5 CL 4 SCH 40 RJ, 900#	ASME B16.5
1	Existente	TUBO 12" API API 5L Gr. X52 SMLS SCH STD Poper = 11.5 barg / Toper = 20 °C	ASME B36.10 Esp. real (mm) 9.42 mín / 10.46 máx

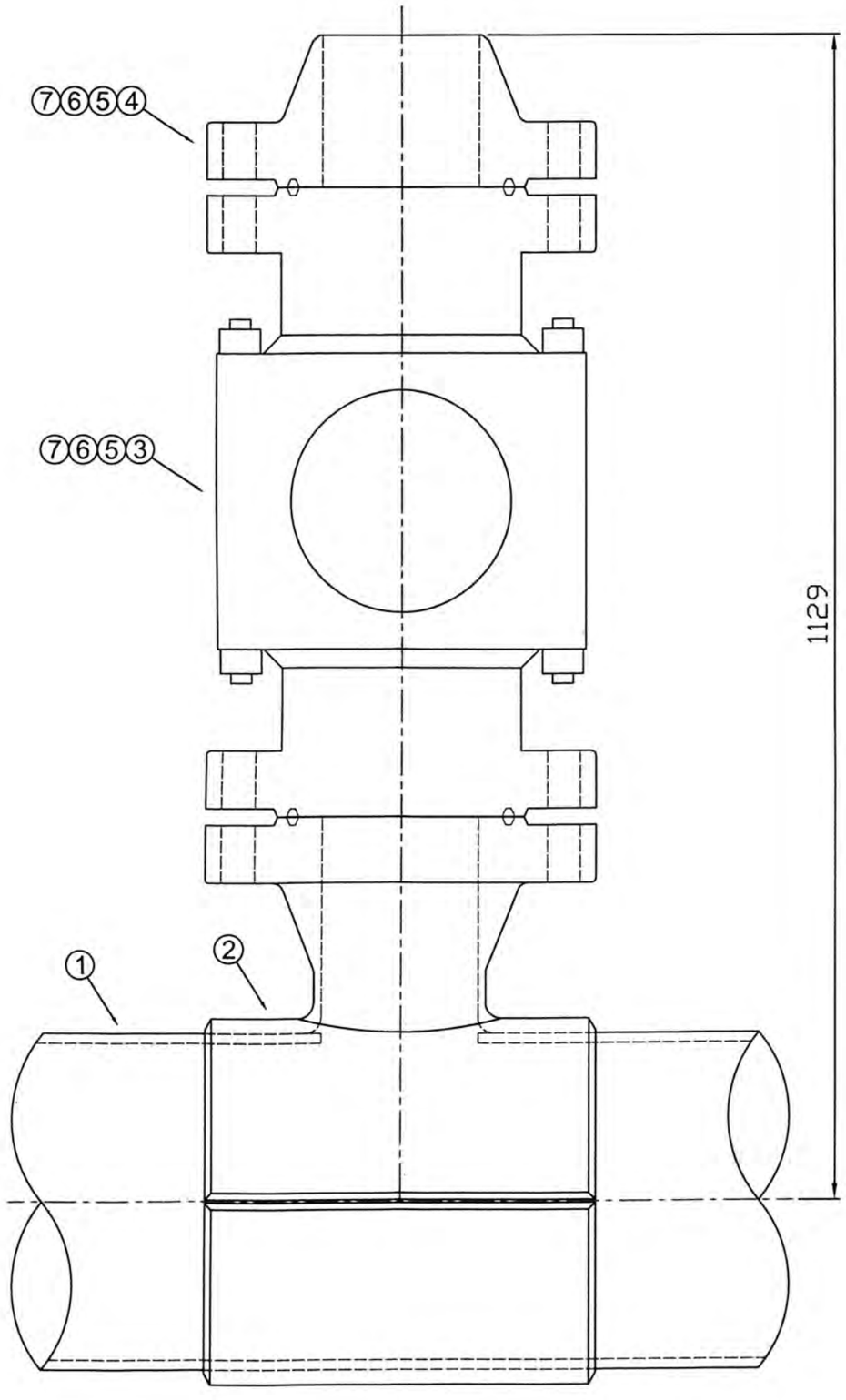
Designed by	Checked by	Approved by - date	File name	Date	Scale
TGARMA	TGALES	TGAVLD - 00/00/00	5429	20/10/2010	S/E

Coga

TIE IN 5429 - CUARTA BOMBA

PS4	Edition	Sheet
	0	1/1

RevNo	Revision note	Date	Signature	Checked



Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
7	48 pza	TUERCAS 1 1/8" ASTM A194 Gr. 2H	—
6	24 pza	ESPÁRRAGOS 1 1/8"x195mm ASTM A193 Gr. B7, GALVANIZADO	—
5	02 pza	RING JOINT SEC. OCT SOFT IRON HB 90 MAX. R45	ASME B16.20
4	01 pza	BRIDA 6" WN RJ ASTM A707 Gr.L1 Cl.2 SCH 40, 900#	ASME B16.5
3	01 pza	VÁLVULA ESFÉRICA DE BOLA 6" 900# MAT. CUERPO: A350 GR LF6 CL 1, MAT. ESF: A350 LF2 C/ ENP THK 0.003" - TIPO TRUNNION, ASIENTO: TEFLON, PASO TOTAL, EXTREMOS BRIDADOS RJ, 900#	API 6D ASME B16.5
2	01 pza	SPLIT TEE 12"X6" MATERIAL STD DEL FABRICANTE CE < 0.40, BRIDA DE APOYO ASTM A707 GR L1 CL 2 SCH STD RJ, 900#	ASME B16.5
1	Existente	TUBO 12" API 5L Gr. X52 SCH STD, SMLS Poper = 11.5 barg / Toper = 20 °C	ASME B36.10 Esp. real (mm) 9.34 mín / 10.23 máx

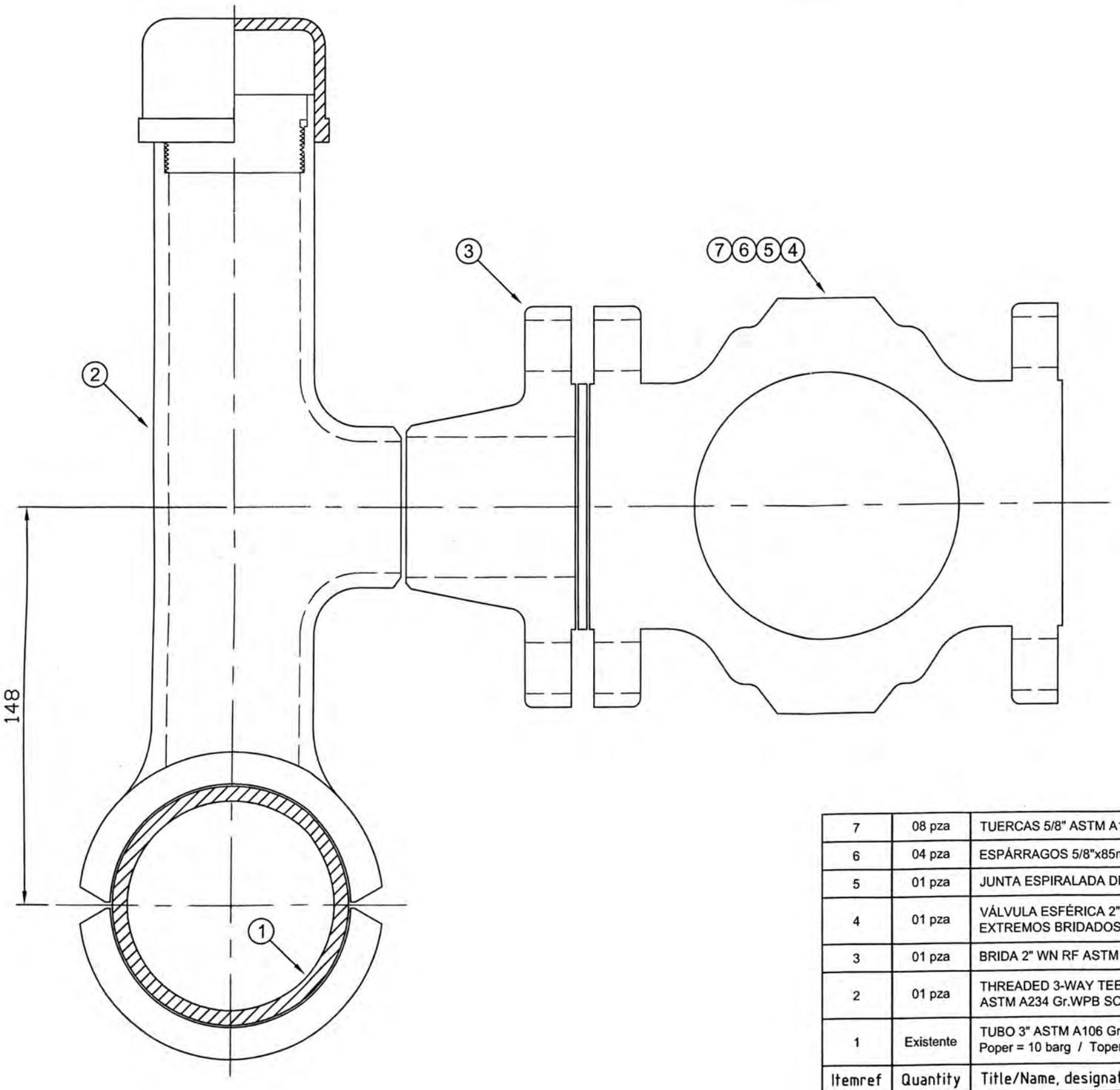
Designed by	Checked by	Approved by - date	File name	Date	Scale
TGARMA	TGALES	TGAVLD - 00/00/00	5453	25/09/2010	S/E

Coga

TIE IN 5453 - CUARTA BOMBA

PS4	Edition 0	Sheet 1/1

RevNo	Revision note	Date	Signature	Checked



Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
7	08 pza	TUERCAS 5/8" ASTM A194 Gr. 2H	—
6	04 pza	ESPÁRRAGOS 5/8"x85mm ASTM A193 Gr. B7, GALVANIZADO	—
5	01 pza	JUNTA ESPIRALADA DE 2", 150#	ASME B16.20
4	01 pza	VÁLVULA ESFÉRICA 2" ASTM A216 Gr. WCB, PASO TOTAL, EXTREMOS BRIDADOS RF, 150#	API 6D ASME B16.5
3	01 pza	BRIDA 2" WN RF ASTM A105 SCH 40, 150#	ASME B16.5
2	01 pza	THREADED 3-WAY TEE FITTING 2"x2"(NPT)x2"(BW) ASTM A234 Gr.WPB SCH 80	—
1	Existente	TUBO 3" ASTM A106 Gr.B SCH STD Poper = 10 barg / Toper = 15 °C	ASME B36.10 Esp. real (mm) 5.15 mín / 5.65 máx

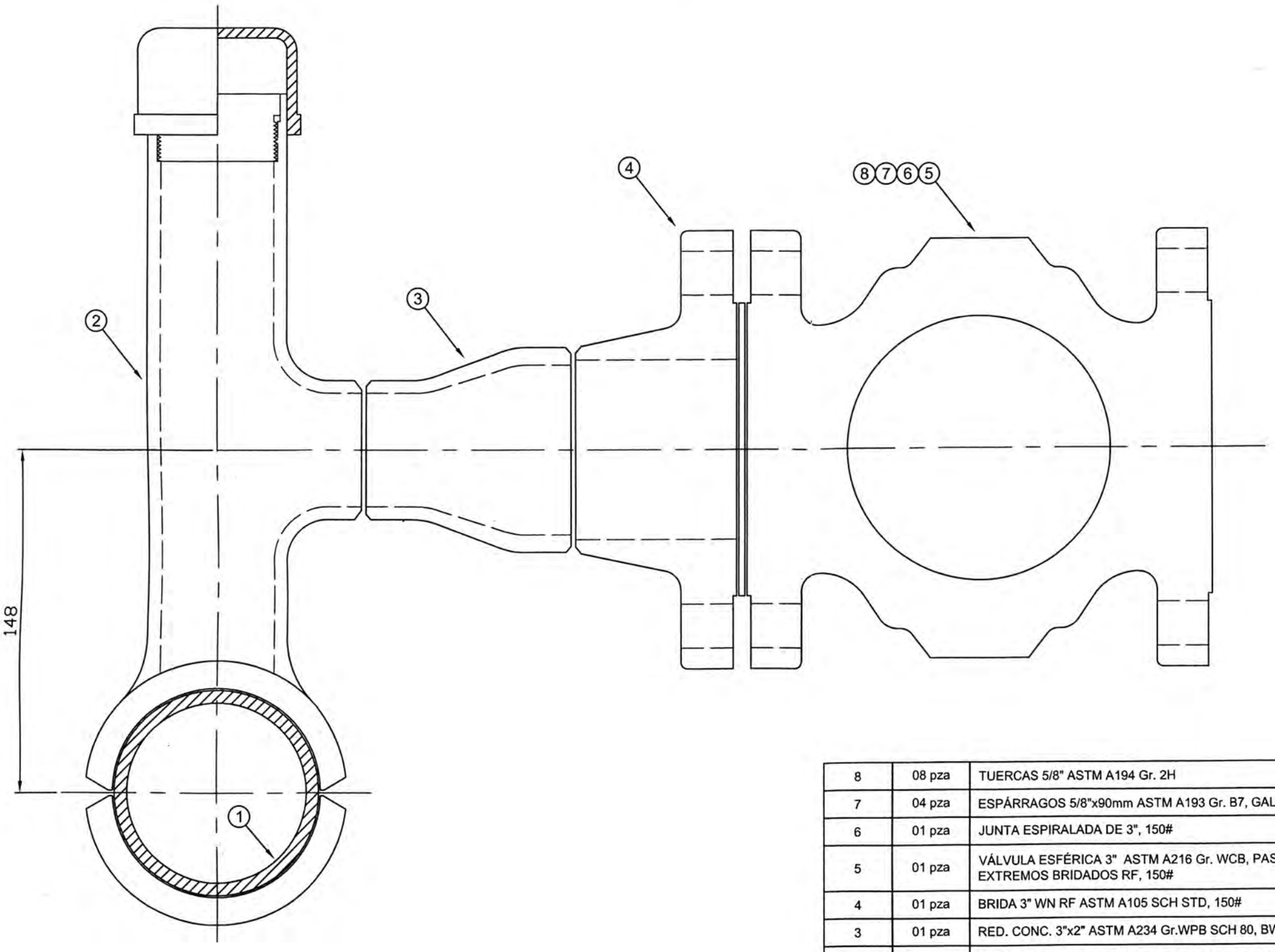
Designed by	Checked by	Approved by - date	File name	Date	Scale
TGARMA	TGALES	TGAVLD - 00/00/00	5454	06/10/2010	S/E

Coga

TIE IN 5454 - CUARTA BOMBA

PS4	Edition 0	Sheet 1/1

RevNo	Revision note	Date	Signature	Checked



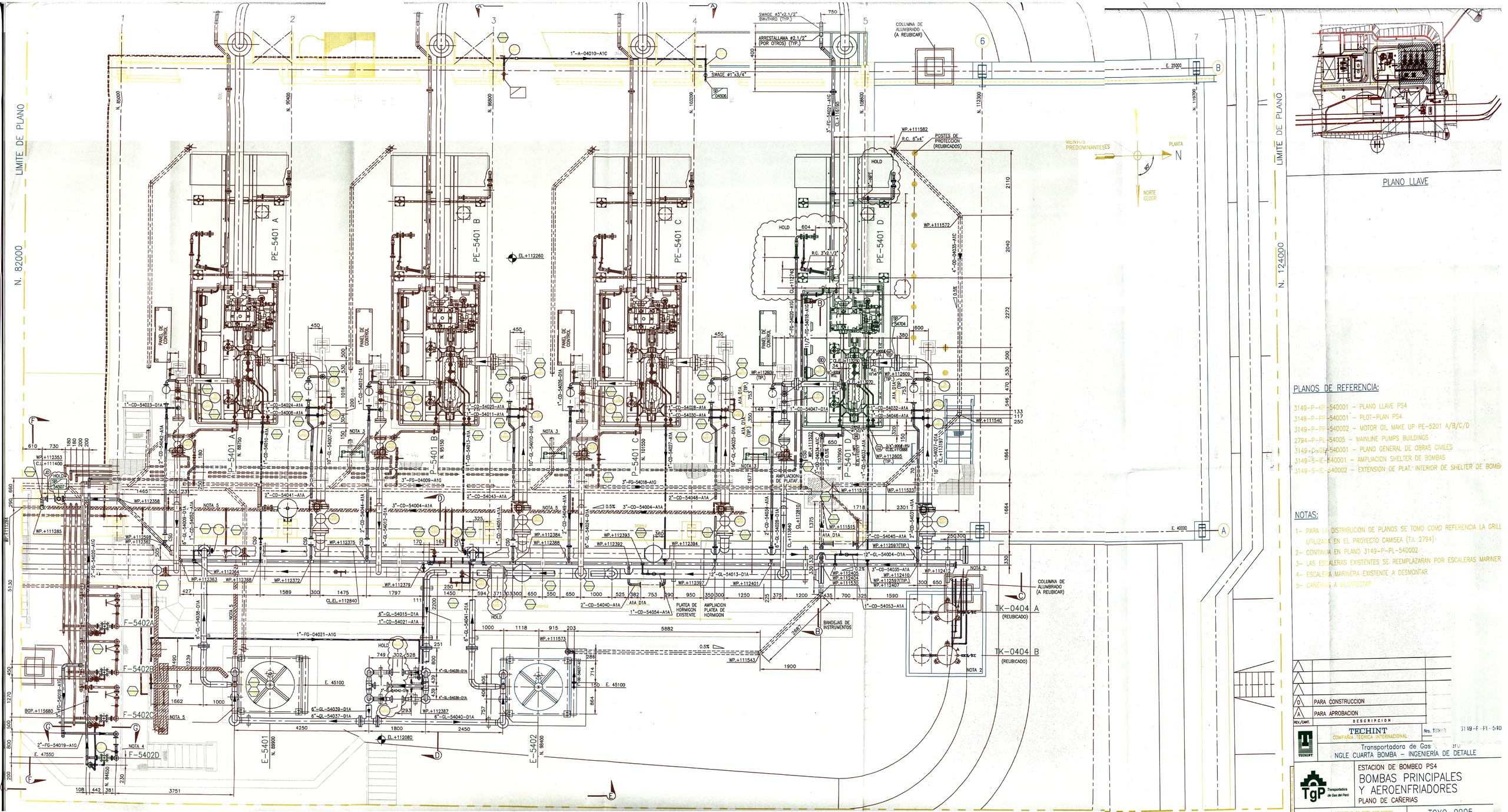
Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
8	08 pza	TUERCAS 5/8" ASTM A194 Gr. 2H	—
7	04 pza	ESPÁRRAGOS 5/8"x90mm ASTM A193 Gr. B7, GALVANIZADO	—
6	01 pza	JUNTA ESPIRALADA DE 3", 150#	ASME B16.20
5	01 pza	VÁLVULA ESFÉRICA 3" ASTM A216 Gr. WCB, PASO TOTAL, EXTREMOS BRIDADOS RF, 150#	API 6D ASME B16.5
4	01 pza	BRIDA 3" WN RF ASTM A105 SCH STD, 150#	ASME B16.5
3	01 pza	RED. CONC. 3"x2" ASTM A234 Gr.WPB SCH 80, BW	ASME B16.9
2	01 pza	THREADED 3-WAY TEE FITTING 2"x2"(NPT)x2"(BW) ASTM A234 Gr.WPB SCH 80	—
1	Existente	TUBO 3" ASTM A106 Gr.B SCH STD Poper = 3 barg / Toper = 20 °C	ASME B36.10 Esp. real (mm) 5.19 mín / 5.69 máx

Designed by	Checked by	Approved by - date	File name	Date	Scale
TGARMA	TGALES	TGAVLD - 00/00/00	5459	06/10/2010	S/E

Coga

TIE IN 5459 - CUARTA BOMBA

PS4	Edition	Sheet
	0	1/1


LIMITE DE PLANO
N. 82000
LIMITE DE PLANO
N. 124000
PE-5401 A
PE-5401 B
PE-5401 C
PE-5401 D
P-5401 A
P-5401 B
P-5401 C
P-5401 D
E-5401
E-5402
F-5402A
F-5402B
F-5402C
F-5402D
PANEL DE CONTROL
PLATEA DE HORMIGON EXISTENTE
AMPLIACION PLATEA DE HORMIGON
AMPLIACION DE PLATAF.
BANDEJAS DE INSTRUMENTOS
COLUMNA DE ALUMBRADO (A REUBICAR)
TK-0404 A (REUBICADO)
TK-0404 B (REUBICADO)
POSTES DE PROTECCION (REUBICADOS)
VIENTOS PREDOMINANTES
NORTE GEOGR.
PLANTA
PLANO LLAVE
PLANOS DE REFERENCIA:
3149-P-KP-540001 - PLANO LLAVE PS4
3149-P-PP-540001 - PLOT-PLAN PS4
3149-P-PP-540002 - MOTOR OIL MAKE UP PE-5201 A/B/C/D
2794-P-PL-540005 - MAINLINE PUMPS BUILDINGS
3149-C-GE-540001 - PLANO GENERAL DE OBRAS CIVILES
3149-S-IE-540001 - AMPLIACION SHELTER DE BOMBAS
3149-S-IE-540002 - EXTENSION DE PLAT. INTERIOR DE SHELTER DE BOMBA
NOTAS:
1- PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PLANOS SE TOMO COMO REFERENCIA LA GRILL UTILIZADA EN EL PROYECTO CAMISEA (T.I. 2794)
2- CONTINUA EN PLANO 3149-P-PL-540002
3- LAS ESCALERAS EXISTENTES SE REEMPLAZARAN POR ESCALERAS MARINER
4- ESCALERA MARINERA EXISTENTE A DESMONTAR
5- CAÑERIAS A DESAFECTAR
0 PARA CONSTRUCCION
A PARA APROBACION
REV./CANT. DESCRIPCION
TECHINT
COMPAÑIA TECNICA INTERNACIONAL
Nro. TECHINT 3149-F-PI-540
Transportadora de Gas del Perú
NGLE CUARTA BOMBA - INGENIERIA DE DETALLE
ESTACION DE BOMBEO PS4
BOMBAS PRINCIPALES Y AEROENFRIADORES
PLANO DE CAÑERIAS
TGP Transportadora de Gas del Perú
TGP SE RESERVA LA PROPIEDAD DE ESTE DOCUMENTO CON PROHIBICION DE REPRODUCIRLO, MODIFICARLO O TRANSFERIR EL EN TODO O EN PARTE A OTRA FIRMA O
TGXO-0905