



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
MAR DEL PLATA**

**INSTALACIÓN FILTRO
COALESCENTE PLANTA
COMPRESORA EL CHOURRÓN**

TRABAJO EN LA MODALIDAD DE:

TRABAJO FINAL

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:

INGENIERO MECÁNICO

PRESENTA:

**FORTE JUAN PABLO
LOMBARDO ESTEBAN**

TUTOR:

KHUNER HERNAN



RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

1. Tabla de contenidos

1. Tabla de contenidos.....	3
2. Introducción.....	6
2.1. Trasfondo.....	6
La matriz energética argentina	6
Gasoductos troncales – lugar de intervención	16
2.2. Características del proyecto.....	14
2.3. Localización	14
2.4. Objeto	18
3. Selección de filtro.....	19
3.1. Descripción.....	19
3.2. Croquis general de elementos principales	Error! Marcador no definido.
3.3. Selección de válvulas. Características.	24
3.4. Tanque de choque. Cámara de drenaje.....	31
3.5. ByPass de válvulas	34
3.6. Sistema de adquisición de datos del separador a través de un controlador electrónico.....	36
4. Cálculos.....	37
4.1. Tensiones en cañería	37
4.2. Soportes	40
4.2.1. Gasoducto.....	40
4.2.2. Filtro ciclónico	42
4.3. Plateas.	43
4.3.1. Introducción	43
4.3.2. Cálculo de la estructura.....	43
5. Protección catódica.....	48

6. Acondicionamiento de superficies.....	54
7. Prueba hidráulica	57
8. Planos generales	64
8.1. Plano Mecánico	64
8.2. Plano civil	65
8.3. Plano eléctrico	66
9. Procedimientos de trabajo.....	67
9.1. De taller.....	67
9.2. De campo.....	67
9.3. Prueba hidráulica	79
9.4. Ensayos no destructivo END.....	86
9.4.1. Radiografiado.....	87
9.4.2. Gammagrafiado	88
9.4.3. Líquidos penetrantes	90
9.5. Materiales de construcción.....	94
9.5.1. Cañerías	94
9.5.2. Bidas	95
9.5.3. Espárragos.....	98
9.6. Uniones soldadas.....	99
10. Programa de seguridad e higiene.....	104
11. Normas aplicadas instructivos de trabajo	105

2. Introducción

2.1. Trasfondo

La matriz energética argentina

No existen dudas que el desarrollo de un país está hoy estrechamente ligado a la energía con la que pueda contar para desarrollar sus actividades productivas, de transporte y de construcción de infraestructuras, entre otras necesidades de la vida moderna. Además, hay que tener presente que los lugares que carezcan de energía eléctrica estarán impedidos de utilizar modernas herramientas de comunicación tales como Internet y la telefonía celular. Pero no sólo hay que considerar la disponibilidad energética presente, sino que, para pensar en un desarrollo sostenible, es necesario contar con un horizonte de abastecimiento confiable y que tenga en cuenta los incrementos en la demanda de energía que plantea una economía en crecimiento.

Las principales fuentes de energía con que cuenta hoy el mundo, petróleo, gas natural y carbón mineral, son de carácter no renovable; es decir que a medida que se van consumiendo disminuyen sus reservas sin posible reposición, salvo que se descubran nuevos yacimientos. Esto último si ocurre, aunque lo que se descubre es menos de lo que se consume y generalmente su explotación requiere tecnologías más complejas y costosas, ejemplo de lo cual es la extracción de petróleo en los mares.

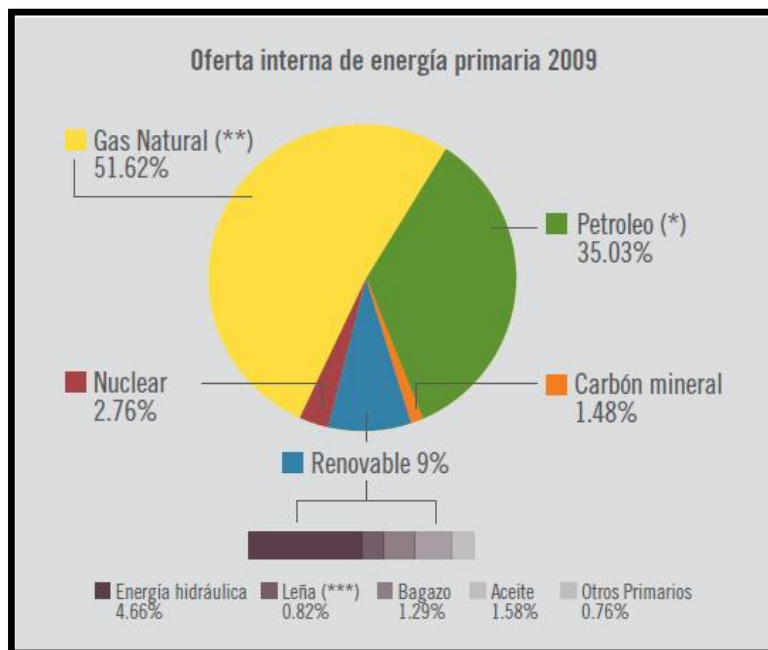


Figura 1. Oferta energética Argentina

Las fuentes de energía se denominan primarias cuando se extraen o capturan de la naturaleza, sea en forma directa, como en el caso de la energía hidráulica, eólica, solar, o después de un proceso de extracción o recolección, como el petróleo, el carbón mineral, la leña, el gas, etc; es decir que no han sido sometidas a ninguna modificación. Las secundarias son las que resultan de un proceso de transformación por medio de la aplicación de alguna tecnología, como sería el caso de la electricidad o a combustión. Con las energías primarias se construye la Matriz Energética de un país, estableciéndose las diferentes fuentes energéticas de las que se dispone y su incidencia relativa en el total de la oferta.

Las matrices se recalculan anualmente y sirven para posibles comparaciones a lo largo de los años, como así también, con referencia a un momento determinado, con otros países de la región o a nivel mundial. La Matriz Energética de Argentina para el 2009, año en el que se calculó para el presente proyecto, está representada en la figura 1. Puede notarse que la gran mayoría de la energía que consumió el país en ese año, fue de origen no renovable (90,9 %), y que las principales fuentes fueron petróleo y gas natural.

Lamentablemente, son precisamente fuentes que en Argentina han comenzado a decrecer y los descubrimientos que se anunciaron últimamente corresponden a yacimientos en los que hay que efectuar inversiones importantes para hacerlos operativos, y cuya magnitud, y sobre todo lo que se supone podría ser extraído de ellos, no hará posible modificar significativamente la situación energética argentina, a excepción del yacimiento vaca muerta.

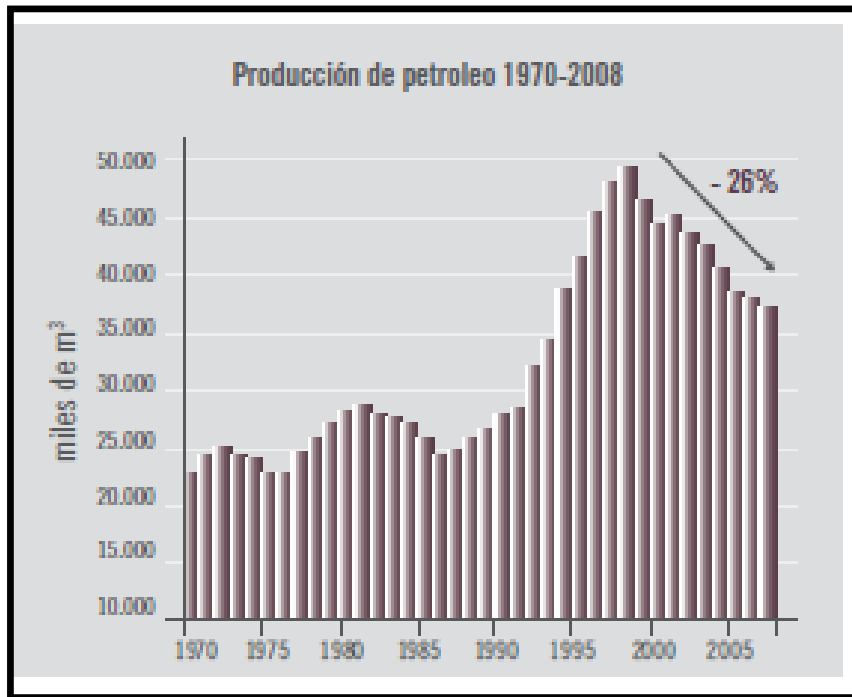


Figura 2. Producción de petróleo en Argentina

En la figura 2 se muestra cómo la producción de petróleo comenzó a declinar a partir de 1998, con una tasa aproximada del 26 %, mientras que el gas natural, principal aportante actual a la matriz argentina, comenzó a decrecer a partir de 2004 con una tasa del 3 %. Nuestra matriz contrasta fuertemente con la de Brasil, país que tiene muy diversificada sus fuentes primarias lo que se muestra en la figura 3, donde puede apreciarse que las energías de origen renovable suman el 44,8 %, valor que ese país tiene previsto hacer crecer hasta el 46,3 % en 2020 (EPE junio de 2011).

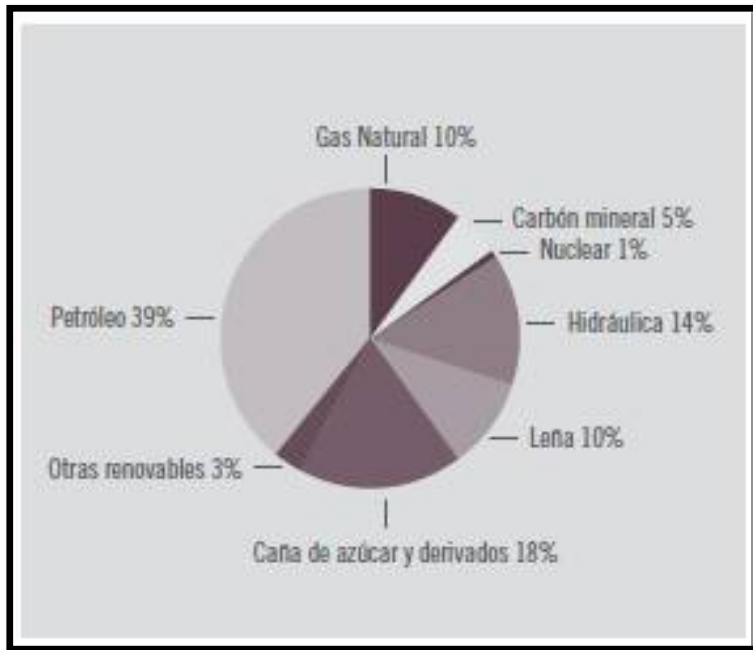


Figura 3. Matriz energética de Brasil 2010

Durante los últimos 10 años, la demanda interna de Gas Natural creció fuertemente impulsada en gran medida por el crecimiento económico. Recordemos que el Gas Natural es un insumo esencial para las economías en general y para la Argentina en particular representando más de la mitad de la oferta interna de energía primaria. Así, desde el año 2003 la demanda de gas natural creció a una tasa promedio del 3% anual. Siendo esta misma tasa la verificada en el año 2014.

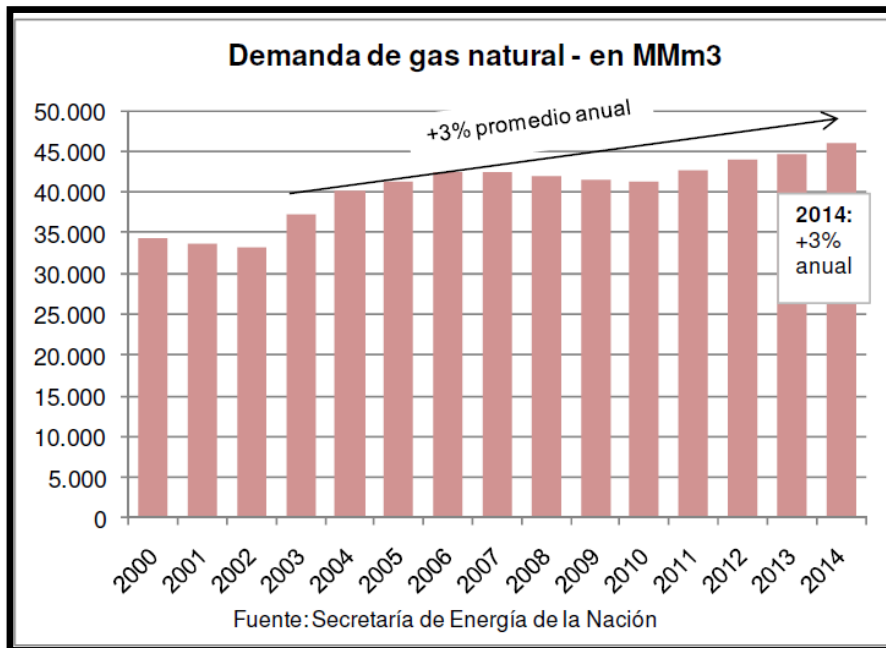


Figura 4

En nuestro país, los segmentos de mayor consumo de gas natural son las centrales eléctricas, las industrias y los hogares que, en el último año, representaron el 34%, 29% y 24% respectivamente. Son estos segmentos de la demanda, fuertemente dependientes del gas natural y con sustitutos más caros, los que se intentaron cuidar manteniendo precios económicos del gas natural. Si observamos la distribución del consumo a lo largo del año, encontraremos que un factor determinante de la demanda de gas natural es el clima. Si bien en el promedio del año los hogares representan un cuarto de la demanda total, en los meses de junio y julio rozan la mitad de la misma. Como la disponibilidad de gas es acotada, en los meses de invierno, se reduce el funcionamiento de las centrales eléctricas a gas natural haciéndolas operar a combustibles alternativos, liberando el mismo para el uso en los hogares. Así también, se puede observar en el gráfico que el segmento de industria también reduce su consumo en los meses de invierno, muchas veces obligada por la disponibilidad del producto que tiene como prioridad a los hogares.

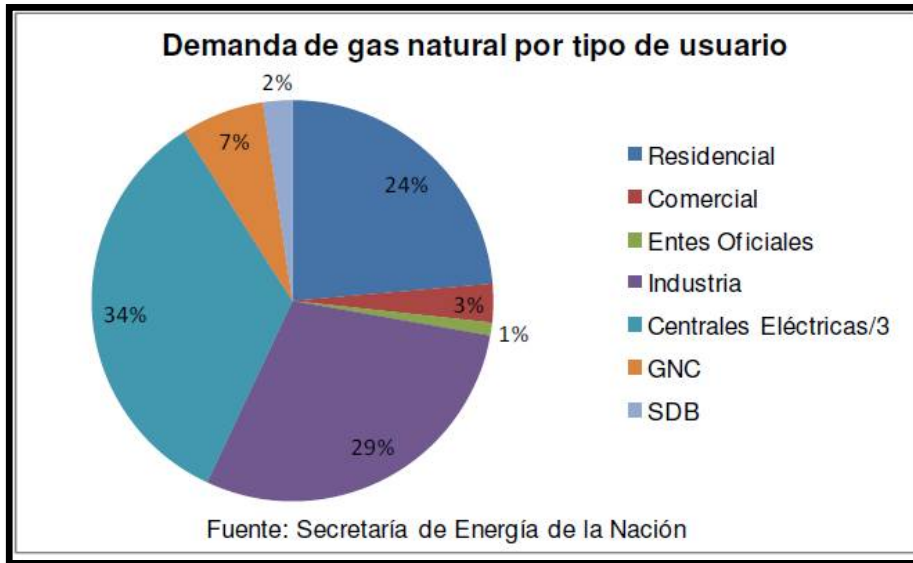


Figura 5

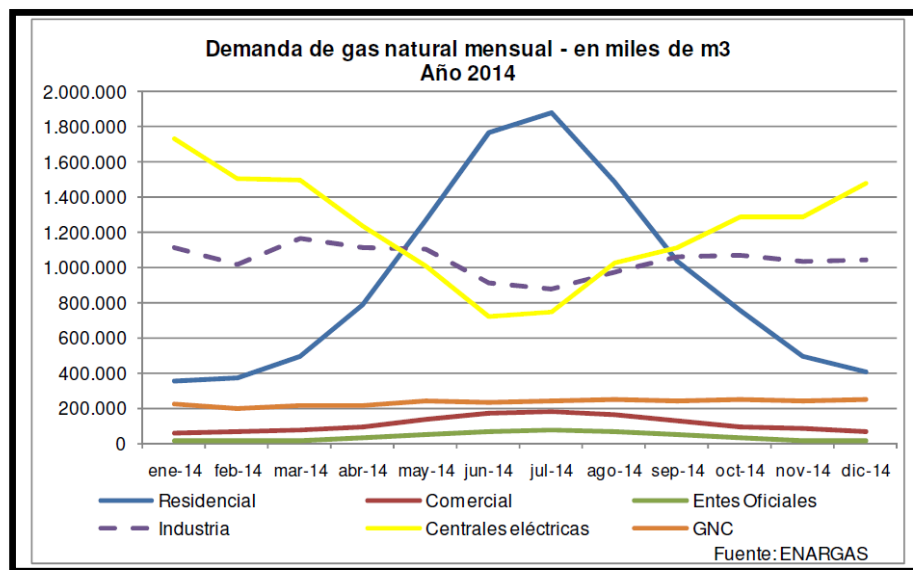


Figura 6

En nuestro país la producción de gas natural se encuentra dispersa y la mayor parte de la demanda se encuentra concentrada en pocas localidades.

La extracción de gas natural se realiza en 5 cuencas hidrocarburíferas, y se distribuye hacia las zonas de demanda a través de dos gasoductos trocales. Las cuencas hidrocarburíferas de nuestro país, recorriéndolo desde el norte hacia el sur, son: la cuenca del Noroeste, la Neuquina, Cuyana, Golfo San Jorge y Austral. En cuanto a extracción de gas natural, la cuenca más importante es la Neuquina alcanzando durante el año 2014 el 56% de la producción total. Le siguen en orden de importancia la Austral con un 24%, Golfo San Jorge con un 13% y Noroeste con un 7%. Al abrir la producción de Gas Natural en Off-shore, encontramos que solamente el 15% de la producción total es aguas afuera y la misma corresponde en su totalidad a la cuenca Austral.

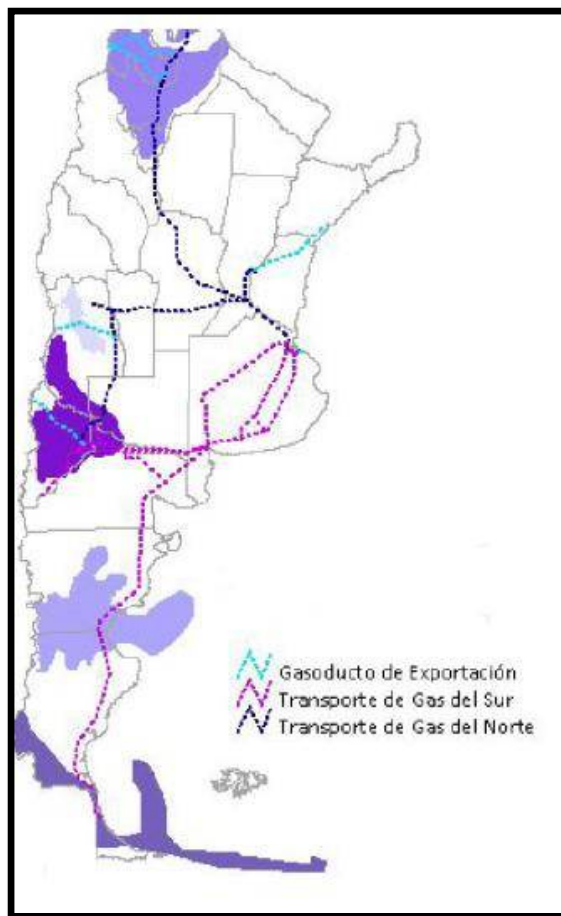


Figura 7

Para comprender la complejidad de las distancias entre las zonas de producción y de demanda, es interesante observar el mapa de nuestro país, identificando las principales provincias productoras de gas natural y los principales centros de consumo. En el mapa de la figura 9, se observa como los principales centros de consumo son Buenos Aires y Capital Federal sumando un 56%, seguido de Santa Fe un 9%, Córdoba un 7% y Mendoza un 6%. Mientras que del lado de la oferta, aparece Neuquén con un 45%, Santa Cruz con un 9%, Chubut y Tierra del Fuego con un 8% cada una.

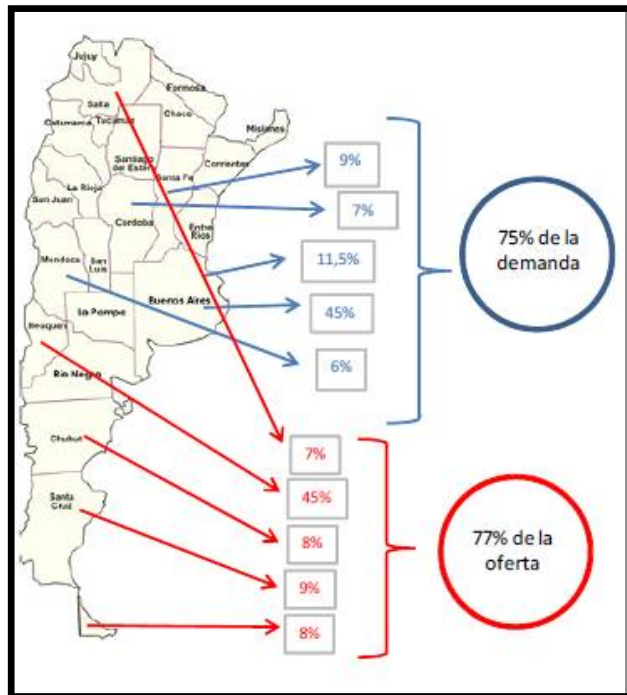


Figura 8

2.2. Características del proyecto

La planta compresora de gas “El Chourrón”, ubicada en la periferia de la ciudad de Tandil, es muy antigua. Esto genera residuos en sus etapas de compresión, acarreando problemas de contaminación en el producto final, llegando a los usuarios de la costa Atlántica gas de menor calidad a la requerida.

Para mitigar las consecuencias al problema mencionado, el comitente “Camuzzi Gas Pampeana” ha sugerido la instalación de un separador (filtro coalescente) de Ø44” con 31 elementos filtrantes y conexiones de Ø16”, un tanque de choque, una cámara de drenaje y sus conexiones, en la cañería de descarga de la planta compresora de “El Chourrón”.

2.3. Localización

La planta se ubica en la periferia de la ciudad de Tandil a 10Km de distancia, en un predio propiedad de Camuzzi Gas Pampeana. Se debe ingresar por camino vecinal desde la ruta provincial 30 kilómetro 131,5 (figura 1). La entrada se encuentra debidamente señalizada.



Figura 9. Ingreso a predio



Ilustración 1. Tranquera de ingreso

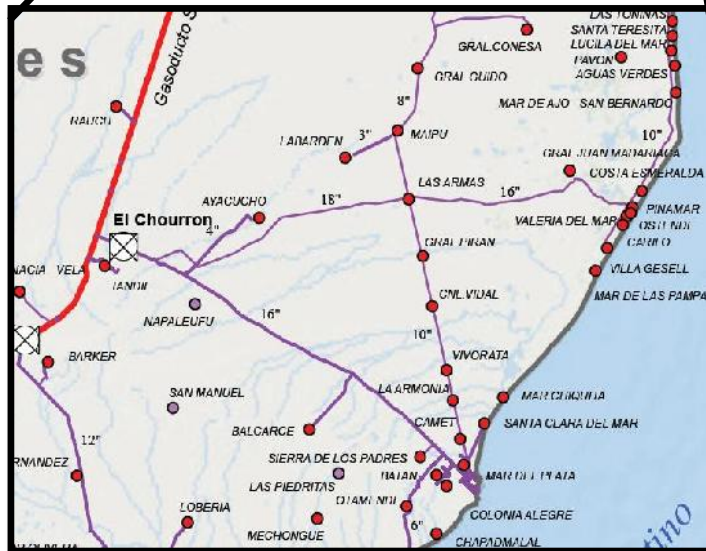
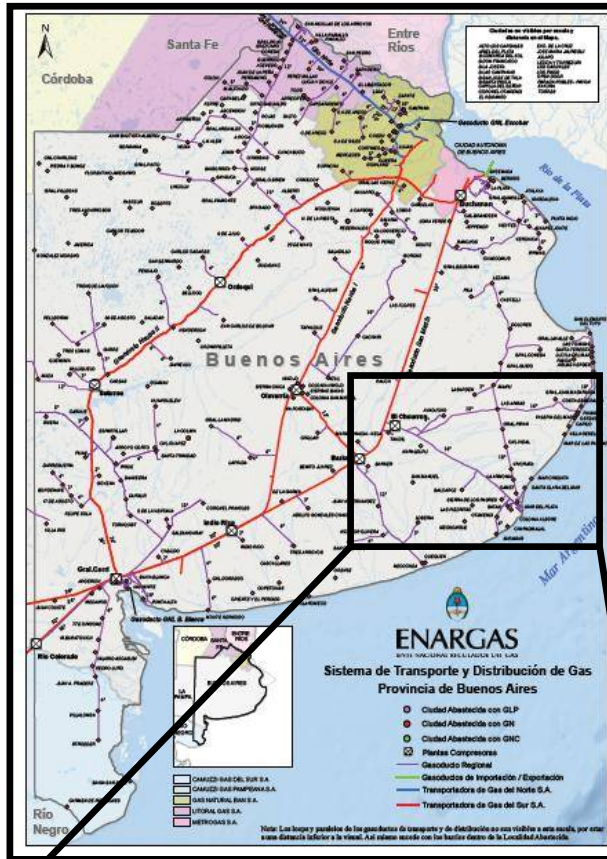


Ilustración 2. Construcción de camino de ingreso

Gasoductos troncales – lugar de intervención

El gasoducto a intervenir parte del troncal San Martín con 30" de diámetro, que se encuentra bajo el ala de la empresa TGS, y desemboca en capital federal. El gasoducto San Martín "nace" en la ciudad de Bahía Blanca, proveniente de los pozos de extracción del sur del país.

Este troncal tiene una estación compresora aguas arriba, próxima a la instalación, en la localidad de Barker. Luego, a 60km aproximadamente, se produce la derivación a la costa atlántica donde, por medio de una estación compresora en Tandil se alimentan las ciudades lindantes. Esta derivación se hace con una cañería de 16" y es donde se encuentra la locación de la estación de filtrado Chourrón como se aprecia en el mapa debajo..



2.4. Objeto

La instalación del filtro coalescente se realiza para mejorar la calidad de gas que llega a la planta generadora de energía de Villa Gesell. Las turbinas generadoras son susceptibles a la mala calidad del suministro de gas con diferentes implicancias dependiendo del tipo de impureza alojada en el flujo, a saber:

Contenido de líquido:

La presencia de líquidos en la corriente gaseosa, usualmente es dañina a las turbinas y deberá evitarse diseñando un sistema de entrada apropiado. Las gotas de líquido erosionan los álabes de las turbinas reduciendo drásticamente la vida útil

Contenidos de Sólidos:

Partículas sólidas grandes en la corriente gaseosa pueden causar daños mayores en turbinas y compresores de cualquier tipo. Partículas sólidas pequeñas, tales como desechos de soldadura, productos de corrosión, arena, etc., pueden dañar las válvulas y partes del revestimiento.

Corrosión:

Los constituyentes corrosivos en el gas deben ser identificados incluso para condiciones de operación transitorias. La sustancia corrosiva más común e importante en corrientes de refinería es el sulfuro de hidrógeno, aunque el cloruro de amonio, dióxido de sulfuro, amoníaco, cloruro de hidrógeno, dióxido de carbono y agua pueden llegar a ser significativos tanto en corrientes de gaseosas como en servicios de aire. El sulfuro de hidrógeno húmedo es un problema serio, específicamente en turbinas, ya que este puede causar agrietamiento corrosivo por tensión de componentes de acero altamente templado y endurecido.

3. Selección de filtro

3.1. Descripción

Los filtros coalescentes verticales de gas son altamente eficientes para remover niebla y aerosol hasta por debajo de 0.3 micrones. Las aplicaciones típicas para los coalescentes incluyen protección de lecho desecante, eliminación de aceite lubricante de descarga de compresores, filtración de gas de alimentación, reclamación de líquidos de proceso y remoción en general de niebla de baja tensión superficial.

Principio de funcionamiento

La formación de gotas de un líquido y su separación del fluido gaseoso que las contiene se fundamenta en la teoría cinética de los gases y en el proceso de estrangulación. El fluido gaseoso contaminado con un líquido pasa a través de los primeros espacios libres del elemento filtrante. Las partículas de líquido contenidas en el fluido gaseoso son muy pequeñas, incluso vapor. Debido al proceso de estrangulación, estas partículas se ponen en contacto unas con otras, aumentando su tamaño y se inicia la formación de pequeñas gotas. Las pequeñas gotas, a través de sucesivos estrangulamientos del elemento filtrante, chocan entre sí, aumentan su tamaño hasta que se desprenden del elemento filtrante y caen por gravedad. El proceso es continuo. El resultado es la eliminación (99,9%) de líquido de fluido gaseoso.

Tanto un gas como los productos derivados del petróleo pueden contener sólidos en suspensión y gotas de agua. Esto puede originar deficiencias en el proceso, pérdidas de producción y daños por corrosión y desgaste en equipos principales: turbinas de gas, motores, bombas, compresores, intercambiadores, calderas, entre otros.

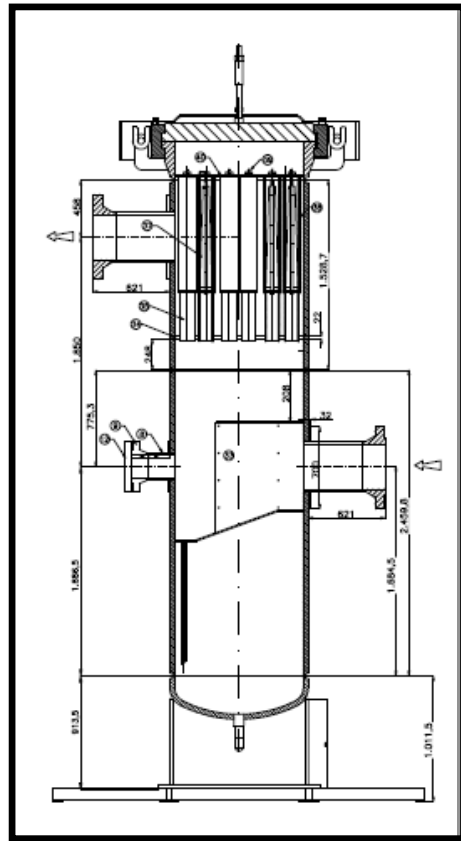


Ilustración 3

Este filtro en particular tiene elementos filtrantes de $\text{Ø}140 \times 915 \text{mm}$ de 5 micrones. El gas ingresa por 1, se filtra (como se explica anteriormente) y sale por 2. Los depósitos y elementos filtrados cuenta con tres salidas para su remoción en diferentes partes del filtro a saber:

A- Salida superior: comandada por una válvula de alivio, funciona en casos especiales de sobrecarga o cuando el filtro se encuentra en niveles altos de llenado, siendo el producto descargado al tanque de choque.

B-Salida media: comandada por una válvula de alivio, funciona normalmente cuando el líquido/niebla llega a la presión indicada y es enviada al tanque de choque.

C-Salida inferior: comandada por una válvula tapón lubricado de accionamiento manual que se utiliza en ocasiones especiales para mantenimiento o descarga de sólidos. Descarga directamente en el tanque de choque.

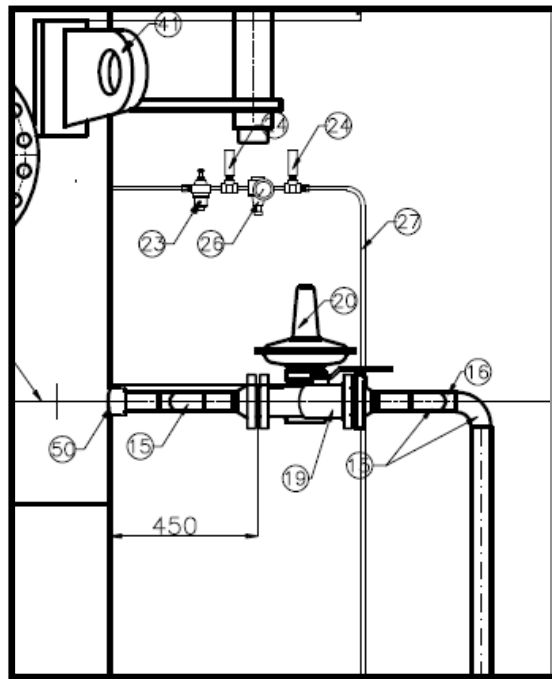


Ilustración 4. Válvula de alivio (20)

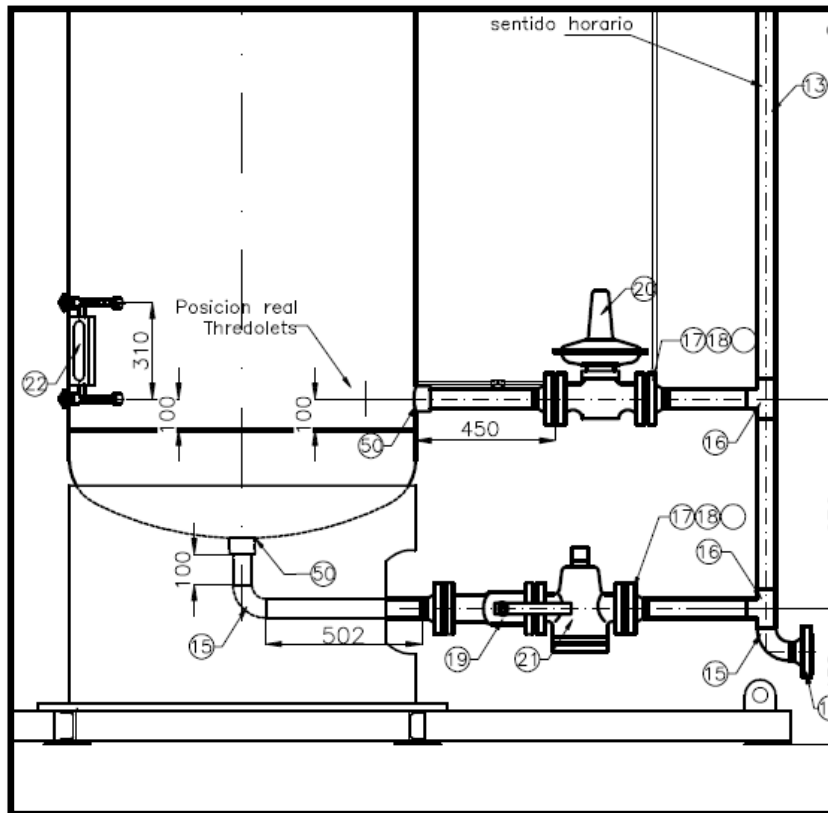


Ilustración 5. Válvula tapón lubricado (21)



Ilustración 6. Cartuchos filtrantes en interior de filtro 5micrones



Ilustración 7. Montaje de filtro coalescente

3.2. Selección de válvulas. Características.

En la instalación se utilizan válvulas desde 1" hasta 12", por lo tanto se hace una descripción de cada uno de sus elementos así como una selección del tipo de válvulas según el proveedor ESFEROMATIC, el cual es el recomendado según pliego de obra.



Ilustración 8. Válvulas esféricas 12'' accionadas a volante.

Válvulas esféricas 12" bridadas.

Estas válvulas ofrecen un cierre hermético confiable en servicios, incluso con sólidos en suspensión. Las válvulas de **paso normal** tienen un diseño de paso directo, ya que tienen esferas de paso recto, lo que reduce la turbulencia y proporciona una máxima capacidad de flujo y una menor pérdida de carga. Las de **paso total**, en posición abierta no presentan obstáculo alguno para el paso del fluido y son esencialmente un tramo más de la cañería. En este proyecto se utilizan válvulas de paso total, si bien el costo es mayor, las condiciones de trabajo exigen este tipo de válvulas.

Estas válvulas se colocan aguas arriba, aguas abajo (con respecto al filtro) y en el ByPass de mantenimiento. Como la cañería del filtro es de 16", el diámetro de las válvulas debe ser el mismo. Esto no puede ser cumplido ya que el fabricante provee válvulas de hasta 12" (figura 5). Para poder solucionarlo se realizan reducciones de 16" a 12" a la entrada y la salida de cada válvula debiendo afrontar las pérdidas de carga que esto conlleva. El ByPass de mantenimiento es de 12" por lo que no deben hacerse reducciones.

Según el catalogo del fabricante, las válvulas deben ser accionada a volante con sin fin y corona, serie 600 con cuerpo partido **DISEÑO 5** y esfera guiada con asientos **modelo BV**. Los asientos serán metálicos bipartidos con asientos blandos.

Las válvulas de **DISEÑO 5** (figura 2) son las que trabajan a mayor presión y/o gran diámetro, presentan asientos metálicos bipartidos, que por sus características constructivas alivian la presión sobre los insertos blandos de los mismos ante las máximas exigencias, presentando además un menor torque que las válvulas guiadas de diseño convencional.

En el caso de las válvulas de esfera guiada, el prensa/empaque (figura 4) tiene un sistema triple de juntas, compuesta por un O'Ring de Viton en el vástago, dos juntas de grafito, y un juego de juntas tipo Chevron en la parte superior del mismo.

Dispone además de un resorte ondulado que mantiene constante la compresión de las juntas, y que no necesita mantenimiento alguno.

Este sistema de sellado, combina eficiencia con

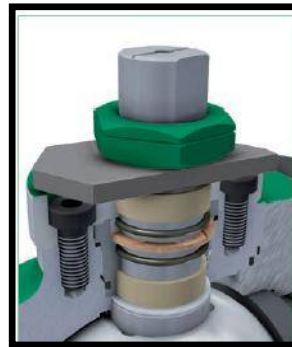


Figura 10. Prensa empaque

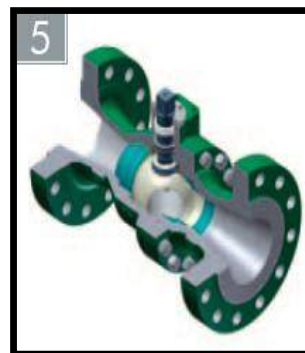


Figura 11. Diseño 5



Figura 12. Dispositivo de continuidad eléctrica

altas y bajas presiones y temperaturas, aún en uso intensivo.

El vástago reforzado, dispone de doble guía mediante bujes metálicos antifricción tipo DU (apto para altas cargas de trabajo), y tiene doble retención que lo hace inexpulsable.

Son antiestáticas pues cuentan con un dispositivo de continuidad eléctrica entre la esfera, el vástago y el cuerpo, que permite descargar la corriente estática generada por el pasaje del fluido en la válvula. Dicho dispositivo es mecánico, y ajustable a medida que se produce el desgaste del vástago por el uso.

Los asientos modelo BV (figura 5) constan de dos partes metálicas, una presenta un resorte ondulado que le otorga capacidad de cierre a bajas presiones, mientras que con altas presiones, el asiento produce el cierre contra la esfera, debido a la fuerza hidráulica generada por el propio fluido circulante por la válvula. La otra parte metálica contiene los resortes, los cuales sólo actúan cuando la válvula trabaja con baja presión, y se desacoplan al presentarse servicios con alta presión, otorgando así un menor torque de accionamiento de la válvula. Los asientos cuentan con dispositivos de alivio automático de presión, que libera cualquier exceso de presión que pudiera generarse en el fluido atrapado en el cuerpo de la válvula, liberando la misma hacia el lado de la cañería a menor presión, evitando válvulas de alivio que drenan fluido al medio ambiente.

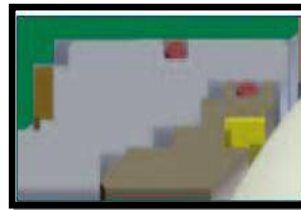


Figura 13. Modelo BV.

Diámetro Normal		Series															Pérdida de carga (Metros de cañería)		CV	
Pulgadas	mm	150		300		600		900		1500		PN	PN	PT						
		PN	PT	PN	PT	PN	PT	PN	PT	PN	PT									
		Flotante	Guiada	Flotante	Guiada	Flotante	Guiada	Flotante	Guiada	Flotante	Guiada									
1/2"	13																		30	
3/4"	20																		50	
1"	25																		100	
1 1/2"	40																		260	
2"	50																		480	
2 1/2"	65																		750	
3"	80																		1300	
4"	100																		2300	
6"	150																		5400	
8"	200																		10000	
10"	250																		17000	
12"	300																		23000	

Figura 14. Asientos de válvulas

Diseño	Cuerpo	Esfera	Asientos	Normas de Construcción
1	Unifaco	Horizonte	Flanillos oscuros	Diseño: API 6D, API 600, ISO 17292, RS 5151, ASME R 16.34, NACF-MR D175.
2	Partico	Flotante	Flanillos oscuros	Extremos: ASME B 16.5, MSS SP6
3	Unifaco	Guiada	Metálicos con insertos blandos	Largo: ASME D 16.13.
4	Partico	Guiada	Metálicos con insertos blandos	Ensayo anti-fuego: API 207
5	Partico	Guiada	Metálicos bipartidos con insertos blandos	

Figura 15. Características técnicas

CUERPO BRIDADA ANTIFUEGO								
A	B	F	600	PT	I	K	D:3"	RJ
Material del cuerpo	Serie	Pasaje	Esfera	Asientos o insertos	Diámetro	Tipo de brida		
A: Acero al carbono I: Acero inoxidable	150 300 600 900 1500	*: Normal PT: Total	*: ASTM 351 CF8 I: ASTM A 351 CF8M	K: PTFE con coke y grafito V: Metálicos con inserto V (Devlon) P: Peek	1/2" 3/4" 1" 1 1/2" 2" idem hasta 12"	*: RF RJ: Ring joint FF: Flat face		

Figura 16. Código de selección

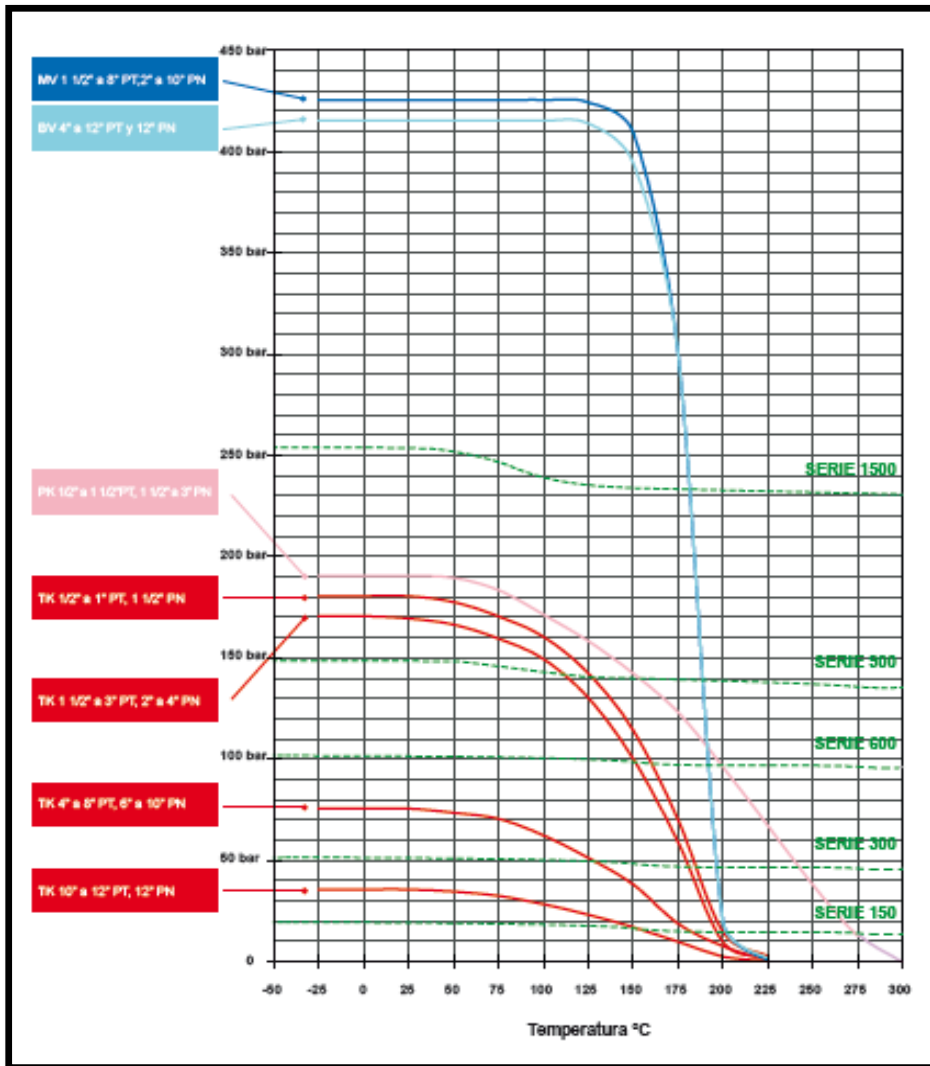


Figura 17. Rangos PvsT

Para determinar el código de pedido de estas válvulas es necesario previamente determinar los materiales del cuerpo. Para ello se utilizan los lineamientos de la figura 8. Según, lo detallado se puede corroborar que las válvulas a pedir serán las: **ABF-600-PT-I-V-D:12"-RF**.

Como las válvulas son bridas se debe especificar el tipo de asiento, es por eso que el ultimo ítem del código es RF (raised face, cara con sobresalto) significando una medida estándar para las caras.

Válvulas esféricas 1" roscadas

Para este tipo de válvulas se procede análogamente a la selección de las válvulas de 12". Por ello se concluye que el tipo de válvula a pedir es:

Serie 600 con cuerpo partido **DISEÑO 5** y esfera guiada con asientos **modelo PK**. Accionada a palanca. Los asientos serán metálicos bipartidos con asientos blandos. El código de las válvulas de 1" a pedir será:

ABF-600-PT-I-V-D:1"-RF.

Para tener un detalle de las medidas de las válvulas se puede recurrir a la **figura 10** la cual tiene todas las dimensiones de las válvulas provistas según catálogo para la empresa Esferomatic.

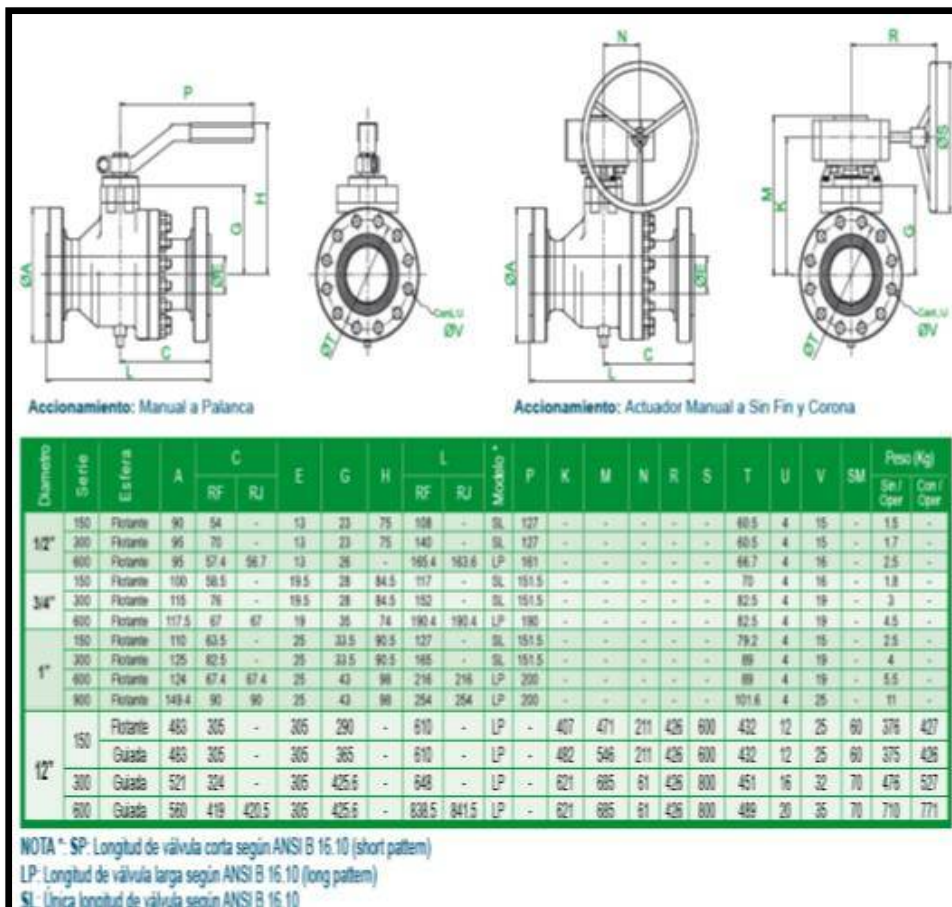


Figura 18

Válvulas aguja 1" roscada

Para este tipo de válvulas se procede análogamente a la selección de las válvulas de 12". Por ello se concluye que el tipo de válvula a pedir es:

Serie 600 con cuerpo partido **DISEÑO 5** y esfera guiada con asientos **modelo PK**. Accionada a palanca. Los asientos serán metálicos bipartidos con asientos blandos. El código de las válvulas de 1" a pedir será:

ABF-600-PT-I-V-D:1"-RF.

3.3. Tanque de choque. Cámara de drenaje.

La función del tanque de choque será la de almacenar las partículas sólidas que se drenan en el filtro; estas partículas sólidas se encuentran acompañadas de líquidos siendo por estos que se instala la cámara de drenaje.

Según disposición de la norma NAG148 siempre que la separación sea de polvos y líquidos debe instalarse necesariamente un tanque de choque y un depósito de líquidos y será de operación en forma manual y/o manual automática. La extracción del líquido de los depósitos se realizará por medios apropiados y tomando los recaudos necesarios de seguridad suponiendo que este es combustible. Todas las conexiones serán bridadas, para la operación en forma manual, la instalación contará con dos válvulas de bloqueo de 2" en serie (una de sacrificio y otra de cierre).

La dimensión del tanque de choque se establece de acuerdo al diámetro del separador, al ser este mayor a 16", el diámetro del tanque de choque deberá ser de 24" y la construcción se realiza de acuerdo al plano tipo (ver plano mecánico). El material será ASTM A 53 Grado B, espárragos totalmente roscados de acero ASTM-A 193 B7 y tuercas de acero ASTM-A 192 - 2H.

Se realizará una prueba de resistencia hidráulica, de acuerdo con lo establecido en el código ASME, durante 6 horas, a 1.5 veces la presión de diseño, sin que se produzcan pérdidas ni exudaciones. Terminada y aprobada la prueba, serán reemplazadas todas las juntas.



Ilustración 9. Tanque de choque

Verificación de la presión máxima de trabajo

El tanque de choque será un recipiente sometido a presión, por lo que esta debe calcularse. Para ellos se calcula en base al código ASME Sección VIII, División 1 las tensiones máximas permitidas (50 bar), comparándolas con las tensiones máximas de trabajo del tanque medidas por sus propiedades mecánicas impuestas en la especificación.

La ecuación de cálculo a utilizar será:

$$P_{\max} = \frac{2 \times S \times t}{D} \times F \times T \times E$$

Dónde:

S: TFME en Mpa determinada de acuerdo a la Sección 107 NAG-100 para el material especificado (Tabla G-2 Pg. 250)

D: Diámetro nominal en mm

t: Espesor nominal en mm

F: Factor de diseño determinado de acuerdo a la Sección 111 NAG-100

E: Factor junta longitudinal determinado de acuerdo a la Sección 113 NAG-100

T: Factor de temperatura de terminado de acuerdo a la Sección 115 NAG-100

P_t: Presión de trabajo =50bar =5,00Mpa. Según especificación técnica REF: SCE-GT-500-0001/7

S = 35.000Psi = 241,3Mpa

D = 609,6mm

t = 14,27mm

F = 0,5 (S/ NAG 100 – Secc. 111 – Pto d)

T = 1

E = 1

Obteniendo:

$P_{\max} = \frac{2 \times 241,3 \times 14,27}{609,6} \times 0,5 \times 1 \times 1$	$P_{\max} = 5,64\text{Mpa} > P_t$
---	-----------------------------------

Luego se verifica que la presión máxima soportada es mayor a la presión máxima de trabajo requerida por diseño.

3.4. ByPass de válvulas

El Bypass es una construcción necesaria en todas las estaciones de redes de gasoductos (estaciones compresoras, reguladoras, filtrantes). La función principal de la construcción, es proporcionar una vía adicional para el transporte del fluido en caso de mantenimiento del conducto principal. Otra función del Bypass, que se utiliza en casos de fuerza mayor, es por reparaciones en la línea principal.

Según la normativa entregada por comitente, la velocidad del gas en las cañerías que operan a presión no regulada no superará los 25 m/s, en la condición de máximo caudal y mínima presión, ni 20 m/s en aquellas que operan a presión regulada. No obstante lo anterior, en ningún caso la cañería de entrada a la planta reguladora, de entrada a separador, by-pass del separador, colector de entrada y entrada a ramas de regulación será de diámetro menor a 2". Las cañerías de salida de la planta reguladora y colectores aguas abajo de la regulación serán en todos los casos de diámetro no inferior a 3".

El Bypass consta de dos válvulas, una a la entrada y otra a la salida de la línea principal, y otra válvula, de igual diámetro que el conducto principal, colocada en forma paralela al conducto principal. Para activar esta vía, la operatoria consiste en habilitar la válvula del circuito Bypass, teniendo gas en ambas corrientes, y luego se cierra la válvula de entrada a la estación. El método de cerrado es accionando lentamente la válvula para no dañarla. Por último se cierra la válvula a la salida del conducto principal de igual manera que la anterior y, de ser necesario, se ventea el gas sobrante.



Ilustración 10. Vista en perspectiva de Bypass.

3.5. Sistema de adquisición de datos del separador a través de un controlador electrónico.

El sistema está compuesto por:

- Un controlador electrónico central en gabinete APE.
- Un módulo de transmisión de datos vía celular en gabinete APE.
- Tres transmisores de presión.
- Un transmisor de temperatura.
- Dos módulos antiexplosivos de adquisición de datos y telefonía celular
- Un sensor de presión estática con manifold de dos vías
- Un sensor de presión diferencial con manifold de tres vías

Se instalará un pedestal, compuesto por un tramo de cañería de Ø2" y 2 metros de longitud aproximadamente con una base de pletina para sujeción a la platea.

En la parte superior del pedestal se fijará un gabinete estanco de chapa, que contendrá en su interior dos módulos antiexplosivos de adquisición de datos y telefonía celular. También en el interior del gabinete se ubicarán los sensores de presión estática y de presión diferencial con sus correspondientes manifold (2 vías y 3 vías)



Ilustración 11. Tablero con sistema adquirente de datos

4. Cálculos

4.1. Tensiones en cañería

Las tensiones de las cañerías se calculan según norma NAG *S/Sección 105 NAG-100*. Este cálculo se realiza teniendo en cuenta las especificaciones técnicas del material utilizado y comparándolas con la presión de trabajo y un factor de seguridad de 1,5. Si la presión soportada es mayor a este valor, se considera correcta la selección del material. Cada cañería a utilizar debe ser calculada (cambio de diámetro, espesor, material)

Se elige factor de temperatura (T) 1, por las condiciones ambientales donde se aloja la cañería.

Se diseña el piping para respetar factor de longitud de 1.

Verificación de la presión máxima de trabajo

Se valida con la fórmula siguiente las presiones máximas de trabajo y diseño, siendo:

$$P_{\max} = \frac{2 \times S \times t}{D} \times F \times T \times E$$

S: TFME en Mpa determinada de acuerdo a la Sección 107 NAG-100 (Tabla G-2 Pg. 250)

D: Diámetro nominal en mm

t: Espesor nominal en mm

F: Factor de diseño determinado de acuerdo a la Sección 111 NAG-100

E: Factor junta longitudinal determinado de acuerdo a la Sección 113 NAG-100

T: Factor de temperatura de terminado de acuerdo a la Sección 115 NAG-100

Caño ϕ n 16" Sch 40 ASTM A-53 Gr.B sin costura (2° tramo entrada y salida separador)

P_t: Presión de trabajo = 60 bar = 6,00 Mpa

S = 35.000Psi = 241,3 Mpa

D = 406,40 mm

t = 12,7 mm

$F = 0,5$ (S/ NAG 100 – Secc. 111 – Pto d)

$T = 1$

$E = 1$

$P_{\max} = \frac{2 \times 241,3 \times 12,7}{406,40} \times 0,5 \times 1 \times 1$	$P_{\max} = 7,53 \text{ Mpa} > P_t$
---	-------------------------------------

Luego se verifica que la presión máxima soportada es mayor a la presión máxima de trabajo requerida por diseño

Caño ϕ 12" Sch 80 ASTM A-53 Gr.B sin costura (By Pass)

P_t : Presión de trabajo = 60 bar = 6,0 Mpa

$S = 35.000\text{Psi} = 241,3 \text{ Mpa}$

$D = 323,85 \text{ mm}$

$t = 10,31 \text{ mm}$

$F = 0,5$ (S/ NAG 100 – Secc. 111 – Pto d)

$T = 1$

$E = 1$

$P_{\max} = \frac{2 \times 241,3 \times 10,31}{323,85} \times 0,5 \times 1 \times 1$	$P_{\max} = 7,68 \text{ Mpa} > P_t$
--	-------------------------------------

Luego se verifica que la presión máxima soportada es mayor a la presión máxima de trabajo requerida por diseño

Caño ϕ 2 " Sch 40 ASTM A-53 Gr.B sin costura (Descarga a tanque de choque)

P_t : Presión de trabajo = 60 bar = 6,0 Mpa

$S = 35.000\text{Psi} = 241,3 \text{ Mpa}$

$D = 60,325 \text{ mm}$

$t = 3,96 \text{ mm}$

$F = 0,5$ (S/ NAG 100 – Secc. 111 – Pto d)

$T = 1$

$E = 1$

$2 \times 241,3 \times 3,96$ $P_{\max} = \frac{\text{-----}}{60,325} \times 0,5 \times 1 \times 1$	$P_{\max} = 15,84 \text{ Mpa} \gg P_t$
--	--

Luego se verifica que la presión máxima soportada es mayor a la presión máxima de trabajo requerida por diseño

4.2. Soportes

Toda la soportaría será de acero al carbono 1045 con dimensionales capaz de soportar la estructura montada. No se realizan cálculos dimensionales sino que, se apela a las buenas prácticas de construcción imitando obras previas y asesorándose por departamento de proyectos de Camuzzi Gas. Se imprimirá pintura verde en toda la superficie. La separación entre estructuras respetará un mínimo de 0,8m para el libre paso de operarios.

4.2.1. Gasoducto

Se brocó al piso colocando cuatro tornillos de 10mm de diámetro. Las transiciones entre cañería y soportería son de planchuelas en U con forma dependiente del diámetro a soportar. Todos los soportes tienen el final con varilla roscada para permitir nivelar toda la estructura. Se garantiza el paralelismo entre platea y gasoducto por medio de la soportería.



Ilustración 12. Soportería provisoria de cañería.

Esta sorportería fue colocada de forma provisoria a fines constructivos, para complementar la estabilidad, aumentar la vida útil y para la finalización de la obra se realizaron fundaciones de bloques de cemento en los puntos de mayor sollicitación recubriendo el metal de soporte.



Ilustración 13. Soportería final de cañería.

4.2.2. Filtro ciclónico

La soportería del filtro debe ser especial debido a que debe soportar la estructura, y además, incluir una escalera para mantenimiento y cambio de los cartuchos filtrantes. Se utilizarán perfiles IPN120, planchuelas de $\frac{1}{2}$ " y cáncamos para transporte, izaje y montaje.

Comentario [-1]: Pide que calculemos el IPN a utilizar según el peso que soporta



Ilustración 14. Soportería de filtro ciclónico

4.3. Plateas.

4.3.1. Introducción

Se dimensionará la fundación que soportará al equipo, y también la platea sobre la que se apoyará el resto de las instalaciones.

Para determinar las cuantías de trabajo, se utilizó el programa CYPECAD, apelando a especialista en el tema que realizó el análisis preciso de las cargas y solicitaciones de trabajo en la zona de apoyo del equipo (que es la superficie más cargada), extrapolando el resultado obtenido al resto de la superficie cargada.

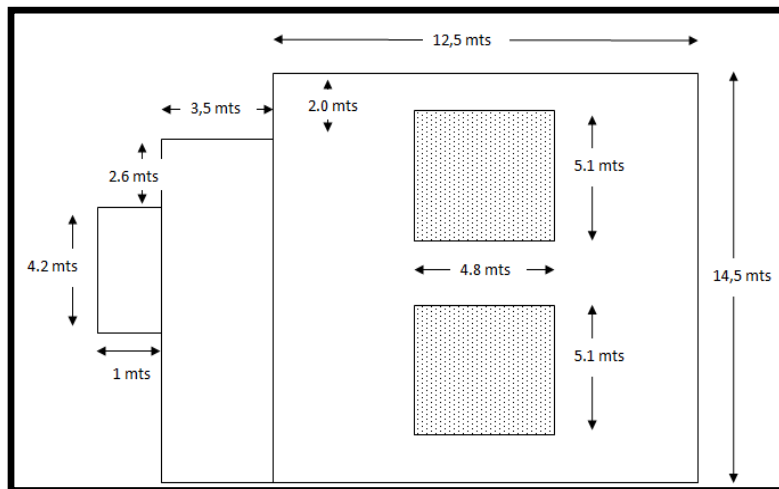


Ilustración 15. Medidas de plateas.

4.3.2. Cálculo de la estructura

b.1) Reglamentación utilizada

- CIRSOC 101: Cargas y Sobrecargas
- CIRSOC 102: Viento
- CIRSOC 103: Sismo
- CIRSOC 104: Nieve
- CIRSOC 105: Superposición de Acciones
- CIRSOC 201: Estructuras de Hormigón Armado

b.2) Tensiones admisibles

- Acero F24: R.C. IIB; $\gamma_p = 1,79$; $\gamma_{ps} = 1,57$; $\sigma_p = 1341 \text{ kg/cm}^2$; $\sigma_{ps} = 1529 \text{ kg/cm}^2$
- Hormigón Armado: $\sigma'_{bk} = 170 \text{ kg/cm}^2$ (H17 ó superior), $\sigma_e = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Suelo: $\sigma_{adm} = 18 \text{ t/m}^2$, $c = 10000 \text{ t/m}^3$

b.3) Cargas

b.3.1) Viento (s/CIRSOC 102)

$\beta = 29\text{m/s}$; $c_p = 2,13$; $V_0 = 61,8\text{m/s}$; R.: T. I, $q_0 = 234,1\text{kg/m}^2$, $c_z = 1$, $c_d = 1$

b.3.2) Nieve y hielo (s/CIRSOC 104)

TANDIL está ubicado en Zona 3. No hay cargas previstas en el Reglamento para el nivel de implantación de la estructura.

b.3.3) Sismo (s/INPRES CIRSOC 103)

TANDIL está ubicado en Zona 0. No hay cargas previstas en el Reglamento para este caso.

b.3.4) Acciones (s/CIRSOC 102 - Cap. 6)

- Empuje total del Viento

$$q_z = 234,1\text{kg/m}^2 \times 1 \times 1 = 234,1\text{kg/m}^2$$

$$E_h = 1,12 \times 5,70 \times 234,1\text{kg/m}^2 = 1495\text{kg}$$

- Carga horizontal de viento sobre el equipo

$$N_v = \pm 1495\text{kg} \times 1,6 / 1,32 \times 2 \approx \pm 906\text{kg}$$

- Peso propio equipo y cañerías

$$P = 10500\text{kg}$$

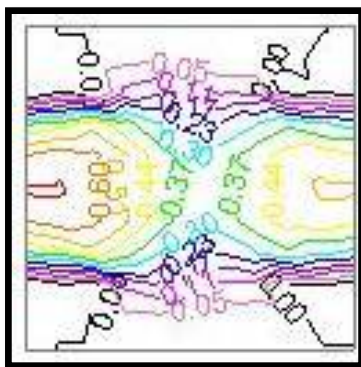
- Cargas verticales sobre los anclajes: Se adopta como estado de cargas, un sistema de cuatro fuerzas, una en correspondencia de cada pata, sumando vectorialmente las acciones máximas que soportará la platea.

$$N_{\max} = 10500/4 + 906/2 \approx 3078\text{kg}$$

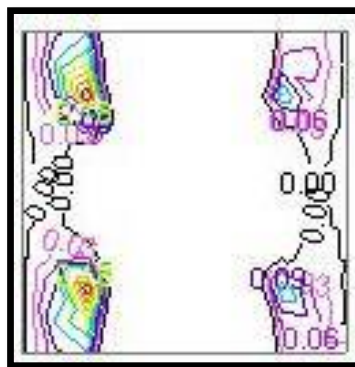
$$N_{\min} = 10500/4 - 906/2 \approx 2172\text{kg}$$

c) Dimensionamiento

- Cuantías calculadas



Máxima Superior



Máxima Inferior

- Tensión sobre el terreno

$$\sigma_{\max}: 0,43\text{kg/cm}^2 \leq \sigma_{\text{adm}}$$

- Secciones adoptadas

Bajo el separador (cuadrado 2,50mx2,50m):

Espesor: 0,25m

2(dos) mallas soldadas SIMA Q188 ($\phi= 6\text{mm}$ c/0,15m cruzados),

Separación del terreno malla inferior: 5cm,

Recubrimiento de la superior: 2cm

Resto de la superficie de apoyo del equipamiento:

Espesor: 0,15m

1 (una) malla soldada SIMA Q188, Separación del terreno: 5cm

- Procedimiento constructivo

1) Retirar el terreno de origen vegetal.

2) Reemplazar el material extraído con tosca compactada, en capas de no más de 20cm de espesor. Se dejará el nivel superior de la tosca 10cm por debajo del nivel de piso del playón, para que el hormigón quede por encima del nivel del terreno.

3) Colocar armadura y hormigonar.

Como conclusión se desarrolla de la siguiente manera:

Como apoyo de la estación de regulación se construirán plateas de hormigón, sobre una base de suelo-cemento de 0,20 metros de espesor. Tendrán un espesor mínimo de 0,12 metros y llevarán en su interior una malla metálica tipo "Acindar Q 92". El dosaje del mortero será 1:3:3 (cemento - arena - canto rodado).

Se realizará el anclaje de los perfiles metálicos del bastidor de la planta a las plateas de hormigón armado. La superficie de las plateas será alisada y rodillada con un espesor mínimo de 0,03 metros y dosaje 1:3 (cemento - arena). Tendrá pendientes para el escurrimiento pluvial del 1%.

Todas las aristas visibles serán redondeadas. Se colocarán juntas de dilatación bituminosas cada 3 metros. Las dimensiones de las plateas excederán en un metro el perímetro de todos los elementos mecánicos de la planta. Las plateas, el acceso peatonal a la planta y todo otro sitio que aloje cualquier tipo de instalaciones o construcciones civiles, estarán vinculados por veredas de un metro de ancho cuya construcción será de iguales características que la de las plateas.



Ilustración 16. Preparación de suelo



Ilustración 17. Preparación de platea

El cemento portland será de marca probada de fragüe normal. La arena será silícea, bien limpia y el porcentaje máximo de arcilla y otros cuerpos extraños será de 4%. No contendrá impurezas orgánicas. El canto rodado que se utilice será limpio, libre de arcilla y material adherido. Tampoco contendrá restos orgánicos y poseerá una buena curva granulométrica a fin de garantizar varios tipos de tamaños en sus partículas. La cal hidráulica será de buena calidad, de marca reconocida.



Ilustración 18.Preparación de platea

El agua a utilizar será limpia y potable, libre de sales, grasas y otras materias extrañas. Las juntas de dilatación estarán constituidas por betún asfáltico incorporado a una textura fibrosa imputrescible, no deformable por manipuleo común en tiempos calurosos y no quebradizos en tiempos de frío. Reducida por compresión a 2/3 de su espesor original, debe recuperar no menos del 90% del mismo en el término de 12 horas de suprimida su carga. El espesor de las juntas premoldeadas será de 1,5 cm con una tolerancia en más o menos del 10%.

5. Protección catódica

Se realizará la instalación de un sistema de Puesta a Tierra de las cañerías aéreas, equipos, plateas, portones, etc. a instalar. Para ello se respetará lo definido en la Instrucción de trabajo IOR 054. El sistema de PAT a instalar se vinculará eléctricamente al sistema existente.

Se procederá al diseño del sistema de protección catódica por corriente impresa. A efectos de cálculo, la reserva de corriente de protección catódica (Amper) será como mínimo diez (10) veces la teórica para el revestimiento utilizado. La densidad de corriente de cálculo nunca será inferior a los 10 $\mu\text{A}/\text{m}^2$. Dicha densidad de corriente teórica será confirmada mediante mediciones de campo (PAE) una vez la cañería se encuentre instalada. El potencial de polarización (OFF) caño-suelo obtenido como consecuencia de la inyección de corriente y referido al electrodo de Cu/SO_4 Cu será:

En el punto de inyección: -1.000 mV.

En el punto más desfavorable: -900 mV.

Una vez definida y aprobada la traza de la cañería, se realizarán mediciones de resistividad del terreno a lo largo de la misma, efectuadas cada 250 metros y a 1 y 2 metros de profundidad siguiendo las indicaciones que al respecto pueda impartir la Inspección de CGP / CGS. El método empleado será el de Wenner (4 jabalinas). Cuando la zanja este construida y antes de bajar la cañería se medirá el pH del suelo a la profundidad de enterramiento y a media tapada coincidiendo con la posición donde se tomaron resistividades (cada 250 metros). Se utilizará un instrumento digital. Los valores colectados serán volcados en una planilla Excel y representados en un gráfico logarítmico en el cual el eje de las ordenadas tendrá el valor de resistividades y pH, y en las abscisas las longitudes del trazado. Una vez instalados los tramos completos de cañería, se realizarán mediciones de:

- Requerimientos de corriente de protección (prueba de aislación eléctrica, Medición ON-OFF).
- Relevamiento de potenciales naturales cañería-suelo, referidas al electrodo estable de cobre-sulfato de cobre.
 - Verificación eléctrica de juntas aislantes.
 - Análisis de interferencias.
 - Presencia de corrientes vagabundas.
- Medición de resistencia de cobertura. Dado lo específico del tema, las mediciones deberán ser realizadas y/o supervisadas por personal que acredite experiencia y antecedentes en las técnicas aplicadas. El instrumental de medición a utilizar deberá contar con la aprobación de CGP y CGS.

JUNTAS AISLANTES

Las juntas aislantes son tipo Picotek instaladas sobre la línea del gasoducto o ramal, aguas abajo e inmediatamente después de cada válvula de bloqueo y cada vez que la cañería salga a la superficie. Todas las juntas aislantes monolíticas, se instalarán con vías de chispas homologadas por comitente, y soldadas sobre la misma con soldaduras Cuproaluminotermica.

Soldadura cuproaluminotérmica

La soldadura cuproaluminotérmica es el proceso de soldadura por termofusión, donde el calor necesario se obtiene por el efecto reductor del aluminio sobre el óxido de cobre, que genera una reacción exotérmica de alta temperatura. El material de aporte es el cobre fundido y recalentado, resultante de dicha reacción termoquímica. Los pasos que componen la soldadura se ilustran en las siguientes imágenes:

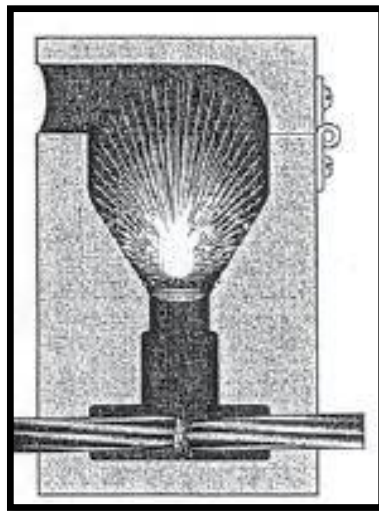


Ilustración 19. Reacción exotérmica

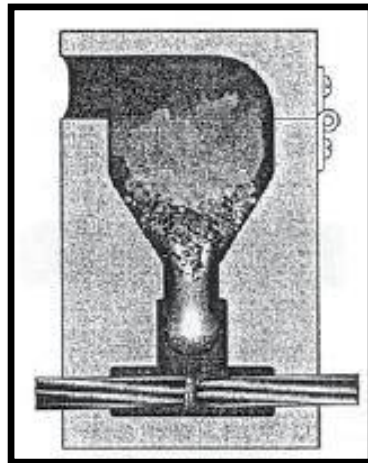


Ilustración 20. Colada de material fundido sobre pieza a soldar.

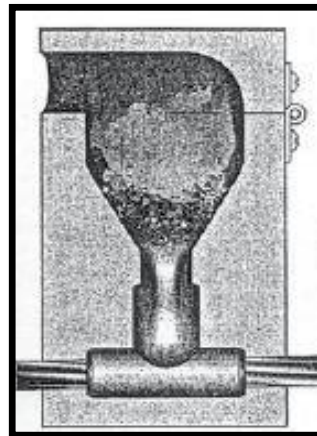


Ilustración 21. Fin de colada y formación de soldadura.

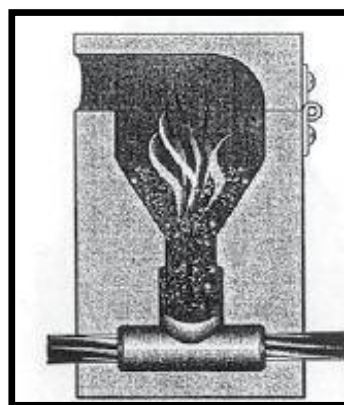


Ilustración 22. Soldadura finalizada.

Para la soldadura se utiliza un molde que consta de las siguientes partes principales:

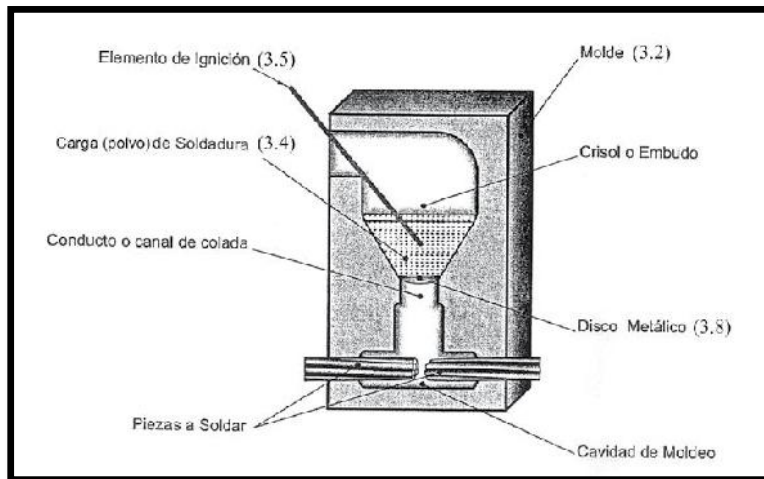


Ilustración 23. Molde de soldadura.

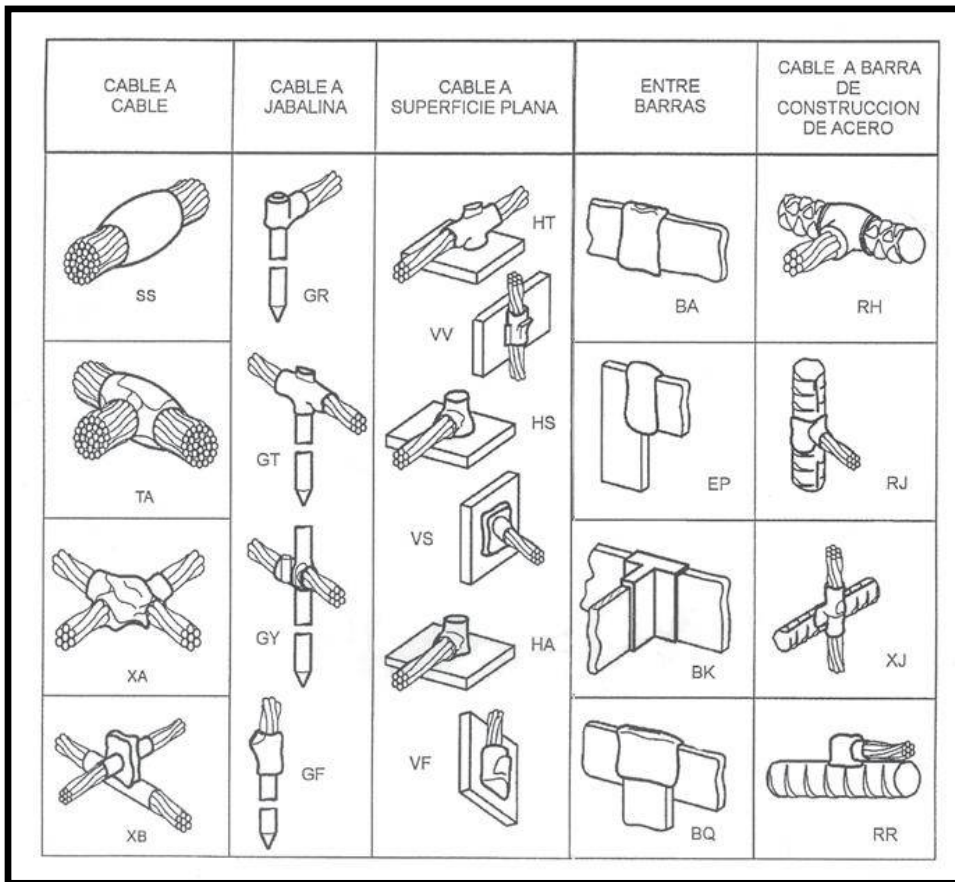


Ilustración 24. Tipos de uniones más utilizadas.

Se debe considerar que las actividades de soldadura pueden tener principalmente los siguientes riesgos asociados:

- Contacto eléctrico y/o térmico.
- Exposición a gases nocivos.
- Exposición a radiaciones.
- Explosión / incendio.
- Ruidos.
- Rotura de mangueras presurizadas.
- Posturas inadecuadas.

Para atacar estos riesgos se considera los siguiente:

- Los elementos operativos: Pólvora Aluminizada, Mecha con retardo para encendido, Crisoles, deben ser transportados en una caja plástica específica.

- Los crisoles de Grafito deben ser inspeccionados periódicamente y ante el menor signo de deterioro se deben reemplazar.
- Se deben respetar los volúmenes de carga para el disparo.
- Antes de realizar la soldadura se debe efectuar la medición de gas combustible y espesor del caño a fin de determinar si existen fuga o anomalías estructurales del caño, para ambos casos se debe suspender la misma y evaluar la falla detectada.
- La tarea debe ser ejecutada por dos personas: una dentro del pozo y otra desde fuera del pozo supervisando el entorno y brindando el marco de seguridad.
- Es obligatorio el uso de elementos de Protección Personal de acuerdo a la ISM-143 Elementos de Protección Personal.
 - Ropa de trabajo.
 - Protector facial.
 - Guantes de fibra Kevlar para alta temperatura.
 - Casco de seguridad.
 - Calzado de Seguridad.
 - Manta ignífuga

Para los trabajos previstos se deberán utilizar los siguientes equipos

- Indicador de fugas de gas combustible (IGC).
- Matafuego Polvo Químico seco Triclase 10 Kg.

El pozo de trabajo poseerá salidas de escape en función a lo indicado en I SM-103. Además se considerará un área de seguridad de mínimo 7m alrededor de la excavación. Esta se señalará según I SM-113.

6. Acondicionamiento de superficies

La nueva cañería, en los tramos aéreos, y las válvulas se pintará de acuerdo al instructivo SCE-PC-511-0003 siendo el esquema a emplear el siguiente:

- La superficie será preparada mediante un “arenado comercial” hasta un grado Sa 2½ (patrones visuales) con procedimiento aprobado por la gerencia de seguridad e higiene de comitente según norma SIS 055900/67.
- Se eliminará todo residuo de abrasivo o polvo existente
- Fondo: Pintura epoxi autoimprimante de secado rápido, 250 micrones marca: REVESTA MASTIC 4000; Utilizando soplete para la imprimación
- Terminación: Esmalte de poliuretano, 80 micrones, marca REVESTA 4400 color amarillo mediano. Los solventes a utilizar serán los recomendados por los respectivos fabricantes de la pintura. Previo a la pintura se realizará la limpieza de la superficie de la cañería, en los lugares que así lo requieran, mediante lijado manual y viruta de acero. La pintura se aplicará a pincel o soplete hasta lograr el espesor adecuado.

Código de colores

- Gasoductos se pintarán de color amarillo 05-1-020
- Tanques de almacenamiento y filtro ciclónico se pintarán de blanco 11-1-010
- Soportes metálicos se pintarán de color verde 01-1-160
- Paneles eléctricos se pintaran de azul 08-1-070



Ilustración 25. Estación con pintura final.

Cañería y accesorios enterrados

Se adoptará el sistema de revestimiento denominado “Polietileno Extruido Tricapa”, es decir, Polietileno extruido de baja densidad y adhesivos duros:

Esquema compuesto por:

- a) Una película de resina epoxi en polvo de 100 μm de espesor mínimo, aplicado por medios electrostáticos.
- b) Una película de copolímero o termopolímero destinado a asegurar la adherencia entre la primera y tercera capa, con un espesor mínimo de 150 μm , aplicada por extrusión.
- c) Una capa de polietileno de baja densidad

Øn de la cañería (mm)	Espesor mínimo (mm)
≤ 114.3	1.4
> 114.3 ≤ 273	1.6
> 273 ≤ 508	1.8
> 508 ≤ 762	2.0
> 762	2.5

Figura 19. Espesores de revestimiento

El espesor de las capas intermedias será como mínimo:

- Primer epoxi entre 120 y 150 micrones
- Adhesivo entre 200 y 300 micrones

Uniones soldadas

Para toda unión de tramos soldados, se utilizará un revestimiento de idénticas características o superiores al empleado en el conducto principal.

Estará compuesto por una lámina externa termocontraíble compuesta por un film de polietileno reticulado por proceso de radiación electrónica y una capa interna de adhesivo duro tipo "hot melt" en una de sus caras.

Previo a la instalación, se imprimirá la cañería con resina epoxídica compatible con el revestimiento termocontraíble.

7. Prueba hidráulica

Justificación

Comitente: CAMUZZI GAS PAMPEANA

PROCEDIMIENTO PARA PRUEBA HIDRÁULICA:

Objeto:

Establecer los procedimientos para la realización de la prueba de resistencia y hermeticidad en la cañería de entrada y salida del separador y del By Pass, como así también los de limpieza y secado posterior.

Los elementos armados en taller serán montados y probados en campo, ensamblados según el diagrama adjunto.

Finalizada la prueba, y secados estos tramos, se procederá al armado final de toda la instalación cambiando las juntas y posteriormente se realizará la prueba de fuga.

Norma de referencia:

NAG-124 "Procedimiento general para pruebas de resistencia y hermeticidad de gasoductos"

NASG-100 "Normas mínimas de seguridad para el transporte y distribución de gas natural y otros gases por cañería)

Medio Presurizante:

Agua potable de red aprobada por la inspección de obra.

Presión de prueba de resistencia:

La prueba de resistencia se efectuará a 105 bar

Presión de prueba de hermeticidad:

Si durante la prueba de resistencia no se detectan caída de presión o exudaciones, no se realizará esta prueba.

Características de las cañerías a ensayar:

Los distintos tramos corresponden a los siguientes recorridos:

Ø 16" Sch 40: Conexión de entrada y salida separador

Ø 12" Sch 40: By Pass.

Ø 2" Sch 40: Descarga a tanque de choque y cámara hermética.

Mecánica a desarrollar:

El tramo correspondiente a la entrada y salida del separador, By Pass del separador, cañerías de descarga desde separador a tanque de choque serán armadas de acuerdo al diagrama indicado en el plano "Diagrama de Prueba Hidráulica".

Previo a la realización de la prueba hidráulica, se realizará una prueba de hermeticidad utilizando aire comprimido a 7 bar. La detección de posibles fugas se realizará mediante agua jabonosa en todos los empalmes y uniones soldadas.

Durante toda la prueba deberán quedar expuestas y visibles todas las uniones tanto soldadas como bridadas.

Antes del ensayo deberá realizarse una cuidadosa limpieza del interior de la cañería mediante la circulación de aire comprimido, para eliminar cualquier objeto extraño o suciedad.

En los extremos de la cañería a ensayar se instalarán cabezales de carga provistas de conexiones necesarias para la carga de agua, venteo, toma de temperatura y presurización.

El llenado se realizará desde el extremo más bajo de la cañería, manteniendo abierto el venteo del extremo opuesto de manera de asegurar que no quede aire atrapado en esa sección de la cañería.

Se completa la carga de agua hasta asegurar el correcto purgado de la línea del lado de llenado.

Se elevará gradualmente la presión por medio de una bomba manual hasta alcanzar el 80% de la presión de prueba de resistencia (84 bar). Esta presión se mantendrá durante 10 minutos.

Si no se detectan fugas, se continuará elevando la presión hasta alcanzar la presión de 105 bar de prueba, la que se mantendrá durante 6 hs.

Una vez finalizada la prueba de resistencia, se mantendrá durante 6 hs la presión a un 90% de la presión de prueba de resistencia para la prueba de hermeticidad. Si no se detectan caídas de presión ni exudaciones durante la prueba de resistencia, no se realizará la prueba de hermeticidad.

Para el cálculo de las presiones se considerará la variación de temperatura durante la realización de la prueba.

Terminada la prueba de hermeticidad se realizará el vaciado del caño para lo cual se procederá a retirar la placa ciega que se encuentra a menor altura y abrir el venteo del extremo opuesto.

Posteriormente se retirarán los cabezales para proceder al secado.

Si durante la realización del ensayo se detectara alguna fuga, se procederá al despresurizado de la cañería, para realizar la reparación de acuerdo al procedimiento de soldadura adecuado y aceptado por CGP. Finalizada la reparación, se reiniciará la prueba.

Diagrama conexión instrumentos

Se adjunta diagrama de conexionado de instrumentos para la realización de la prueba.

Se utilizará un registrador de presión Z.10.RG y temperatura TZD.RG durante la ejecución de la prueba.



Ilustración 26.Registradores en prueba hidráulica.

Calculo de tensiones

Verificación de la tensión máxima de trabajo

S/Sección 105 NAG-100

$$P_d = \frac{2 \times S \times t}{D} \times T \times E \Rightarrow S_t = \frac{P_h \times D}{T \times E \times t \times 2}$$

P_d : Presión de diseño en Mpa

P_{ph} : Presión prueba hidráulica en Mpa

S : TFME en Mpa determinada de acuerdo a la Sección 107 NAG-100 (Tabla G-2 Pg. 250) = 241 MPa

S_t: Tensión presión de trabajo

S_{ph}: Tensión presión Prueba de resistencia

D: Diámetro nominal en mm

t: Espesor nominal en mm

E: Factor junta longitudinal determinado de acuerdo a la Sección 113 NAG-100

T: Factor de temperatura de terminado de acuerdo a la Sección 115 NAG-100

a) Caño ϕ n 18" Sch 40 ASTM A-53 Gr.B sin costura

P_t: Presión de trabajo = 60 bar = 6,0 Mpa

P_{ph}: Presión de prueba hidráulica = 105 bar = 10,5 Mpa

S = 35.000Psi = 241,3 Mpa

D = 457 mm

t = 14,27 mm

T = 1

E = 1

$S_d = \frac{P_{ph} \times D}{T \times E \times t \times 2} = \frac{10,5 \times 457}{14,27 \times 1 \times 1 \times 2}$	$S_{ph} = 168,11 \text{ Mpa}$
	69,8 % TFME

b) Caño ϕ n 16" Sch 80 ASTM A-53 Gr.B sin costura

P_t: Presión de trabajo = 60 bar = 6,0 Mpa

P_{ph}: Presión de prueba hidráulica = 105 bar = 10,5 Mpa

S = 35.000Psi = 241,3 Mpa

D = 406,40 mm

t = 12,7 mm

T = 1

E = 1

$S_d = \frac{P_{ph} \times D}{T \times E \times t \times 2} = \frac{10,5 \times 406,4}{12,7 \times 1 \times 1 \times 2}$	$S_{ph} = 168,00 \text{ Mpa}$ 69,7 % TFME
--	--

c) Caño ϕ n 12" Sch 80 ASTM A-53 Gr.B sin costura (By Pass)

P_t : Presión de trabajo = 60 bar = 6,0 Mpa

P_{ph} : Presión de prueba hidráulica = 105 bar = 10,5 Mpa

$S = 35.000\text{Psi} = 241,3 \text{ Mpa}$

$D = 323,85 \text{ mm}$

$t = 10,31 \text{ mm}$

$T = 1$

$E = 1$

$S_d = \frac{P_{ph} \times D}{T \times E \times t \times 2} = \frac{10,5 \times 323,85}{10,31 \times 1 \times 1 \times 2}$	$S_{ph} = 164,9 \text{ Mpa}$ 68,3 % TFME
--	---

d) Caño ϕ n 2" Sch 40 ASTM A-53 Gr.B sin costura (Descarga tanque de choque)

P_t : Presión de trabajo = 60 bar = 6,0 Mpa

P_{ph} : Presión de prueba hidráulica = 105 bar = 10,5 Mpa

$S = 35.000\text{Psi} = 241,3 \text{ Mpa}$

$D = 60,32 \text{ mm}$

$t = 3,96 \text{ mm}$

$T = 1$

$E = 1$

$P_{ph} \times D$	10,5 x 60,32	$S_{ph} = 79,96 \text{ Mpa}$ 33,14 % TFME
$S_d = \frac{\text{-----}}{T \times E \times t \times 2}$	= $\frac{\text{-----}}{3,96 \times 1 \times 1 \times 2}$	

Procedimiento para el secado

Finalizada la prueba hidráulica se procederá al vaciado de la cañería. Para esto, se retirarán las placas ciegas de los extremos y se dejará escurrir el agua en forma natural. Se hará circular aire desde el extremo a mayor altura para ayudar al drenaje.

Posteriormente se procederá al secado de la cañería. El secado se realizará por circulación de aire caliente (40° C) seco, filtrado.

Se continuará con el secado hasta entera conformidad de la inspección de obra.

Se adjuntan Actas Modelo de Prueba de Resistencia, y Hermeticidad y de las planillas a utilizar durante el desarrollo de las pruebas.

Luego de montados todos los prefabricados y con todos los accesorios instalados, se realizarán las pruebas de estanqueidad con aire a 7 bar, verificando la existencia de pérdidas o fugas mediante solución jabonosa.

8. Planos generales

8.1. Plano Mecánico

8.2. Plano civil

8.3. Plano eléctrico

9. Procedimientos de trabajo

9.1. De taller

- Se construirán en taller los tramos indicados en el plano de detalles.
- Las soldaduras N° 1, 3, 17, 19, 23, 26, 33, 38, 40, 41, 45, 50, 57, 67 y 68 se realizarán en campo de manera tal de permitir el ajuste entre los distintos elementos a instalar.
- Se realizará END (ensayo no destructivo – apartado 9.4) a todas las uniones soldadas en taller.
- Los distintos tramos construidos en taller se pintarán con fondo epoxi autoimprimante de secado rápido antes de su traslado a obra.
- Los trabajos de pintura se terminarán una vez finalizado el montaje en obra.
- Se construirán los anclajes para las cañerías a instalar en la obra.

9.2. De campo

- Localización y demarcado de todas las cañerías enterradas (interferencias) existentes dentro de la planta en correspondencia con el emplazamiento de la obra.
- Replanteo y demarcación de la zona de plateas, incluyendo el sitio de montaje del separador a instalar



Ilustración 27. Demarcado de superficie

- Replanteo y demarcación de zona de pozo hermético.
- Replanteo y demarcación del camino de acceso a construir



Ilustración 28. Acondicionamiento de superficie

- Replanteo y demarcación de la alcantarilla a construir.
- Construcción de un camino de acceso. El mismo tendrá un ancho de 4 mts, Se retirará una capa de 0,2 mts de suelo (suelo vegetal) y se realizará un relleno de 0,3 mts con tosca, y un mejorado con suelo cemento, compactado mediante motopisón. Sobre este se realizará un estabilizado con una capa de piedra partida.



Ilustración 29. Camino de ingreso

- Instalación del portón de acceso tipo tranquera de madera.
- Relleno y nivelado de la zona donde se instalará el separador de acuerdo a la nivelación oportunamente realizada y de acuerdo a lo estipulado en el PCP. El relleno se realizará utilizando suelo seleccionado, limpio y libre de material orgánico. La zona a rellenar se encontrará libre y limpia de vegetación. Se realizará en capas, compactándose entre cada una mediante moto pisón. El talud del relleno será inferior a 45° en todo su perímetro. La altura total el relleno será tal de manera que la superficie terminada de la platea a construir, se encuentre al mismo nivel que las plateas y/o caminos existentes.
- Construcción de la platea donde se emplazará el separador de manera tal de permitir su instalación y posicionamiento en el lugar definitivo de emplazamiento. En la zona de apoyo del separador, la platea tendrá 3,6 mts x 3,5 mts con un alto de 0,25 mts. La una armadura estará formada por 2(dos) mallas soldadas SIMA Q188 ($\varnothing=6\text{mm}$ c/0,15m cruzados). Idéntica construcción se realizará en la zona prevista para la instalación de un futuro filtro. En el resto de la superficie, el alto será de 0,15 mts y tendrá una armadura formada por 1 (una) malla soldada SIMA Q188 ($\varnothing=6\text{mm}$ c/0,15m cruzados). La terminación de la toda la superficie será de cemento rodillado.
- No se construirá la platea de hormigón en los lugares donde las cañerías de entrada y salida del separador se empalman con la cañería de $\varnothing 18''$. Este sector se construirá una vez finalizados los trabajos de instalación y montaje del filtro caolescente.
- Realización de la excavación hasta la cañería a intervenir. La excavación se realizará por medios manuales manteniendo las

distancias mínimas de seguridad a cañerías e instalaciones. Se realizará la excavación en las zonas **A** y **D** donde se efectuará los cortes en frío de la cañería de $\varnothing 18''$.

- Emplazamiento del separador sobre la platea, en su posición definitiva, alineado con el eje de la cañería. El montaje del separador sobre la platea se realizará mediante espárragos de $\varnothing \frac{3}{4}''$ colando Sika Anchor Fix para fijarlos, en los lugares perforados en el hormigón para este fin.



Ilustración 30. Posicionando el separador.

- Instalación y ajuste de los prefabricados de entrada y salida del separador. Se realizarán las soldaduras restantes para un correcto ajuste de las distancias y alturas.

- Instalación de los apoyos de las cañerías de entrada y salida del separador, de manera que estas queden adecuadamente sujetas y firmes. Los soportes se sujetarán a la platea con 4 varillas roscadas de $\frac{1}{2}$ " fijadas con Sika Anchor Fix.
- Instalación y ajuste de la cañería de $\varnothing 12$ " de By Pass. Se realizarán las soldaduras restantes para permitir un correcto ajuste de las distancias.
- Armado de los distintos tramos para realización de la prueba hidráulica de la cañería según el Procedimiento de Prueba Hidráulica.



Ilustración 31. Manómetro y termómetro en prueba hidráulica.

- Instalación de los apoyos de la cañería de By Pass, de manera tal que este quede adecuadamente sujeto y firme. Los soportes se sujetarán a la platea con 4 varillas roscadas de $\frac{1}{2}$ " fijadas con Sika Anchor Fix.
- Excavación en las posiciones **31** desde donde se realizará la aislación y despresurizado de la cañería y se soldarán las cuplas para barrido e inertizado de la cañería a intervenir.

- Aislación y despresurizado de la cañería. Esta tarea será realizada por parte de personal de CGP, brindando la empresa contratista la ayuda de gremio necesaria.
- Soldadura de las cuplas de $\varnothing 2"$ S/3000 en posiciones **31** e instalación de las válvulas de $\varnothing 2"$ paso total **V1** y **V2**.
- Perforado de la cañería de $\varnothing 18"$, por parte de personal de comitente, a través de las válvulas **V1** y **V2** instaladas en posiciones **31**. Para esto, la empresa contratista brindará la ayuda de gremio necesaria.
- Una vez finalizado el perforado de la cañería se verificará el correcto cierre de las válvulas de bloqueo. El personal de CGP autorizará la continuación de los trabajos una vez verificado que el sector a intervenir se encuentra debidamente aislado.
- Barrido e inertizado de la cañería de $\varnothing 18"$, utilizando las válvulas **V1** y **V2** ubicadas en posición **31**, se realizará el barrido inyectando nitrógeno a través de la válvula **V1** hasta que se obtenga 0% de presencia de gas. El venteo se realizará en el extremo opuesto al de inyección **V2** donde se colocará el eyector. Se instalará una puesta a tierra en este punto.
- Los trabajos y maniobras indicadas en los puntos 18, 19, 20, 21 y 22 serán ejecutados de acuerdo a las indicaciones impartidas por personal de comitente al momento de su realización.
- Corte en frío de la cañería de $\varnothing 18"$ en los puntos **A** y **D**. Realizado estos cortes, se medirá mezcla explosiva. Finalizados estos, se realizará un segundo corte, 2 mt aguas arriba del punto **D** y 2 mt aguas abajo del punto **A** quedando el niple bajo la platea preparado para aislarlo soldando tapas en sus extremos. Si durante la realización del corte en frío se detectara la presencia de aceite dentro de la cañería se tomarán las medidas necesarias para evitar su derrame colocando recipientes adecuados bajo la misma. Si se produjera algún tipo de derrame, se retirará el sector de suelo afectado para su posterior disposición.
- Vinculación de los nuevos tramos de entrada y salida del separador con la cañería existente en los puntos de corte.
- Soldadura de las tapas en el tramo de cañería de $\varnothing 18"$ quedando desafectado y aislado este tramo.
- END de las soldaduras de ajuste realizadas en obra. Estas soldaduras se radiografiarán el 100% (ver apartado 9.6).
- Parcheo de las uniones enterradas. Se realizará el parcheo de las soldaduras en las posiciones **A** y **B** de acuerdo al "Procedimiento de Parcheo" incluido en esta Memoria Descriptiva.
- Armado del By Pass.
- Verificación del ajuste de todas las uniones bridadas, válvulas, sensores, etc.
- Prueba de fugas de todas las uniones, empalmes y accesorios instalados mediante solución jabonosa, para lo cual se presurizará la cañería mediante nitrógeno.
- Habilitación y puesta en marcha del separador, por parte de comitente, para lo cual la empresa contratista prestará la ayuda de gremio necesaria. Llenado de todas las cañerías, venteando en la válvula **V2**, hasta obtener 100% de gas.

- Construcción del pozo de descarga del tanque de choque. El pozo se construirá en hormigón armado de acuerdo al detalle incluido en el plano de replanteo civil y de acuerdo al plano típico **SCE-RE-106-0003**.



Ilustración 32. Descarga tanque de choque

- Finalización de la platea. Se completará la superficie de la platea faltante. La terminación de la superficie será de cemento rodillado. La unión entre plateas constituirá una junta de dilatación la que será rellenada con material bituminoso. Se dejarán sendos huecos en el hormigón para la colocación de los espárragos de sujeción del tanque de choque.
- Montaje del tanque de choque sobre la platea. El montaje sobre la platea se realizará mediante espárragos de $\varnothing \frac{3}{4}$ " fijado en los lugares previstos para este fin mediante Sika Anchor Fix.



Ilustración 33. Tanque de choque en posición

- Conexión del separador – tanque de choque, tanque de choque – pozo hermético y colocación de los soportes necesarios, de manera que estas cañerías queden adecuadamente sujetas y firmes.
- Instalación del sistema de puesta a Tierra de las instalaciones de acuerdo a la Instrucción de Trabajo IOR 054. Se instalará una caja de inspección en el lugar de emplazamiento de la jabalina.
- Instalación del sistema de adquisición de datos, para lo que se instalará un pedestal, ubicado en posición **R**, donde se ubicará el gabinete estanco de chapa. En este gabinete se instalará los dos módulos APE de adquisición de datos y telefonía celular, los sensores de presión estática y diferencial con sus correspondientes manifold.
- Tendido del tubing de acero inoxidable de $\varnothing 1/2"$ de conexión entre el manifold y las tomas de presión ubicadas en posiciones **P**. Las válvulas esféricas serán S3000 NPT.
- Instalación de la cañería estanca para canalizar el cableado de las señales eléctricas del sensor de temperatura RTD PT100 en posición **Q** y cañería APE de los switch indicadores de abierto/cerrado de la válvula de By Pass del separador, posición **I** hasta el gabinete estanco.



Figura 20. Sensor RTD PT100

- Construcción de la alcantarilla y del camino de acceso. La alcantarilla se construirá mediante tubos de cemento de 0,60 mts de diámetro. Sobre estos tubos se colocará una capa de tierra seleccionada y compactada con una terminación idéntica al camino de acceso.
- La nueva cañería en los tramos aéreos y las válvulas se pintará de acuerdo al instructivo SCE-PC-511-0003 siendo el esquema a emplear el siguiente: a) Fondo: Pintura epoxi autoimprimante de secado rápido, 250 micrones marca: REVESTA MASTIC 4000; b) Terminación: Esmalte de poliuretano, 80 micrones, marca REVESTA 4400 color amarillo mediano. Los solventes a utilizar serán los recomendados por los respectivos fabricantes de la pintura. Previo a la pintura se realizará la limpieza de la superficie de la cañería, en los lugares que así lo requieran, mediante lijado manual y viruta de acero. La pintura se aplicará a pincel o soplete hasta lograr el espesor adecuado. Se adjuntan instructivos de aplicación y características técnicas.
- Adecuación y limpieza del predio.

Procedimiento conexión a filtro ciclónico

El presente procedimiento tiene por objeto detallar la operación de empalme y puesta en marcha del separador de $\varnothing 44''$ para su funcionamiento en la PC de El Chourron - Provincia de Buenos Aires. El trabajo se realizará en 29 pasos principales,

- Los trabajos incluyen:

- a- Movimiento de suelo
- b- Venteo de gasoducto
- c- Soldadura de niple de venteo
- d- Perforación en 2"
- e- Barrido e inertizado
- f- Instalación de eyector
- g- Corte de gasoducto en dos sectores
- h- Empalmes de prefabricado 1 y 2
- i- Ensayos no destructivos de cañerías (END)
- j- Prueba de hermeticidad de planta
- k- Puesta en marcha de las instalaciones.

Primer y segundo día

1. Movimiento de suelo en pozos C y D para ampliación de pozos A y B (ya realizados para construcción de prefabricado), el cual estará limitado hasta 0,5 mts de la cañería a desafectar. Tendrá una profundidad 0,5 mts por debajo de la parte inferior del caño, aproximadamente será de 2 mts de profundidad respecto al nivel del suelo.
2. Movimiento de suelo en pozo E para montaje de niple de venteo

Tercer día

Trabajos de venteo (se realiza en conjunto CGP y Contratista)

3. Parada de planta, cierre de válvulas A y C.
4. Venteo de caño a intervenir por válvula C. El personal de CGP autorizará la continuación de los trabajos una vez verificado que el sector a intervenir se encuentra debidamente aislado.
5. Soldadura de niple 2" Williamson S600 (costura C1)
6. Perforación de niple 2". Una vez finalizado el perforado de la cañería se verificará el correcto cierre de las válvulas de bloqueo A y C.
7. Barrido e inertizado de cañería, Inyección de nitrógeno desde válvula B, venteo por la válvula D hasta que se obtenga 0% de presencia de gas.

8. Montaje de inyector en válvula B, se instalará una puesta a tierra en este punto.
9. Montaje de inyector en válvula D, se instalará una puesta a tierra en este punto.

Los trabajos y maniobras indicadas en los puntos 3 a 9 serán ejecutados de acuerdo a las indicaciones impartidas por personal de CGP al momento de su realización.

Trabajos sobre cañería (solo lo realiza contratista)

10. Bajada de prefabricado, aguas abajo del filtro ciclónico (pozo B-D) para presentación y marcado de punto de corte.
11. Bajada de prefabricado, aguas arriba del filtro ciclónico (pozo A-C) para presentación y marcado de punto de corte.
12. Corte en frío en punto de empalmes 1 y 2. Realizado estos cortes, se medirá mezcla explosiva.
13. Biselado de caño
14. Presentación y soldado de costura C2 (prefabricado aguas abajo del filtro).
15. Corte en caliente en puntos 3 y 4
16. Biselado de caño
17. Presentación de prefabricado aguas arriba del filtro.

Cuarto día

18. Soldado de costura C3 (prefabricado aguas arriba del filtro).
19. Radiografiado de costuras C2 y C3.
20. Parcheo de las uniones enterradas. Se realizará el parcheo de las soldaduras en las costuras C2 y C3 de acuerdo al "Procedimiento de Parcheo"
21. Soldado de tapas en extremos de caño desafectado.
22. Retiro de inyectores y válvula de venteo D
23. Colocación de tapa en niple Williamson 2"
24. Prueba de hermeticidad de toda la instalación
25. Verificación del ajuste de todas las uniones bridadas, válvulas, sensores, etc.

26. Prueba de fugas de todas las uniones, empalmes y accesorios instalados mediante solución jabonosa, para lo cual se presurizará la cañería mediante nitrógeno.
27. Habilitación y puesta en marcha del separador, por parte de CGP, para lo cual la contratista prestará la ayuda de gremio necesaria. Llenado de todas las cañerías hasta obtener 100% de gas.
28. Tapado de pozos
29. Limpieza del predio

9.3. Prueba hidráulica

Comitente: CAMUZZI GAS PAMPEANA

PROCEDIMIENTO PARA PRUEBA HIDRÁULICA:

Objeto:

Establecer los procedimientos para la realización de la prueba de resistencia y hermeticidad en la cañería de entrada y salida del separador y del By Pass, como así también los de limpieza y secado posterior.

Los elementos armados en taller serán montados y probados en campo, ensamblados según el diagrama adjunto.

Finalizada la prueba, y secados estos tramos, se procederá al armado final de toda la instalación cambiando las juntas y posteriormente se realizará la prueba de fuga.

Norma de referencia:

NAG-124 "Procedimiento general para pruebas de resistencia y hermeticidad de gasoductos"

NASG-100 "Normas mínimas de seguridad para el transporte y distribución de gas natural y otros gases por cañería)

Medio Presurizante

Agua potable de red aprobada por la inspección de obra.

Presión de prueba de resistencia

La prueba de resistencia se efectuará a 105 bar

Presión de prueba de hermeticidad

Si durante la prueba de resistencia no se detectan caída de presión o exudaciones, no se realizará la prueba.

Características de las cañerías a ensayar:

Los distintos tramos corresponden a los siguientes recorridos:

Ø 18" Sch 40: 1° tramo Conexión de entrada y salida separador.

Ø 16" Sch 40: 2° tramo Conexión de entrada y salida separador

Ø 12" Sch 40: By Pass.

Ø 2" Sch 40: Descarga a tanque de choque y cámara hermética.

Cálculo tensiones:

Verificación de la tensión máxima de trabajo
S/Sección 105 NAG-100

$$P_d = \frac{2 \times S \times t}{D} \times T \times E \Rightarrow S_t = \frac{P_h \times D}{T \times E \times t \times 2}$$

P_d : Presión de diseño en Mpa

P_{ph} : Presión prueba hidráulica en Mpa

S : TFME en Mpa determinada de acuerdo a la Sección 107 NAG-100 (Tabla G-2 Pg. 250) = 241 MPa

S_t : Tensión presión de trabajo

S_{ph} : Tensión presión Prueba de resistencia

D : Diámetro nominal en mm

t : Espesor nominal en mm

E : Factor junta longitudinal determinado de acuerdo a la Sección 113 NAG-100

T : Factor de temperatura de terminado de acuerdo a la Sección 115 NAG-100

a) Caño φn 18" Sch 40 ASTM A-53 Gr.B sin costura

P_t : Presión de trabajo = 60 bar = 6,0 Mpa

P_{ph} : Presión de prueba hidráulica = 105 bar = 10,5 Mpa

$$S = 35.000\text{Psi} = 241,3 \text{ Mpa}$$

$$D = 457 \text{ mm}$$

$$t = 14,27 \text{ mm}$$

$$T = 1$$

$$E = 1$$

$S_d = \frac{P_{ph} \times D}{T \times E \times t \times 2} = \frac{10,5 \times 457}{14,27 \times 1 \times 1 \times 2}$	$S_{ph} = 168,11 \text{ Mpa}$ 69,8 % TFME
---	--

b) Caño ϕ n 16" Sch 80 ASTM A-53 Gr.B sin costura

$$P_t: \text{ Presión de trabajo} = 60 \text{ bar} = 6,0 \text{ Mpa}$$

$$P_{ph}: \text{ Presión de prueba hidráulica} = 105 \text{ bar} = 10,5 \text{ Mpa}$$

$$S = 35.000\text{Psi} = 241,3 \text{ Mpa}$$

$$D = 406,40 \text{ mm}$$

$$t = 12,7 \text{ mm}$$

$$T = 1$$

$$E = 1$$

$S_d = \frac{P_{ph} \times D}{T \times E \times t \times 2} = \frac{10,5 \times 406,4}{12,7 \times 1 \times 1 \times 2}$	$S_{ph} = 168,00 \text{ Mpa}$ 69,7 % TFME
--	--

c) Caño ϕ n 12" Sch 80 ASTM A-53 Gr.B sin costura (By Pass)

$$P_t: \text{ Presión de trabajo} = 60 \text{ bar} = 6,0 \text{ Mpa}$$

$$P_{ph}: \text{ Presión de prueba hidráulica} = 105 \text{ bar} = 10,5 \text{ Mpa}$$

$$S = 35.000\text{Psi} = 241,3 \text{ Mpa}$$

$$D = 323,85 \text{ mm}$$

$$t = 10,31 \text{ mm}$$

$$T = 1$$

$$E = 1$$

$S_d = \frac{P_{ph} \times D}{T \times E \times t \times 2} = \frac{10,5 \times 323,85}{10,31 \times 1 \times 1 \times 2}$	$S_{ph} = 164,9 \text{ Mpa}$ 68,3 % TFME
--	---

d) Caño ϕ n 2 " Sch 40 ASTM A-53 Gr.B sin costura (Descarga tanque de choque)

P_t : Presión de trabajo = 60 bar = 6,0 Mpa

P_{ph} : Presión de prueba hidráulica = 105 bar = 10,5 Mpa

$S = 35.000\text{Psi} = 241,3 \text{ Mpa}$

$D = 60,32 \text{ mm}$

$t = 3,96 \text{ mm}$

$$T = 1$$

$$E = 1$$

$S_d = \frac{P_{ph} \times D}{T \times E \times t \times 2} = \frac{10,5 \times 60,32}{3,96 \times 1 \times 1 \times 2}$	$S_{ph} = 79,96 \text{ Mpa}$ 33,14 % TFME
--	--

Mecánica a desarrollar:

El tramo correspondiente a la entrada y salida del separador, By Pass del separador, cañerías de descarga desde separador a tanque de choque

serán armadas de acuerdo al diagrama indicado en el plano “Diagrama de Prueba Hidráulica”.

Previo a la realización de la prueba hidráulica, se realizará una prueba de hermeticidad utilizando aire comprimido a 7 bar. La detección de posibles fugas se realizará mediante agua jabonosa en todos los empalmes y uniones soldadas.

Durante toda la prueba deberán quedar expuestas y visibles todas las uniones tanto soldadas como bridadas.

Antes del ensayo deberá realizarse una cuidadosa limpieza del interior de la cañería mediante la circulación de aire comprimido, para eliminar cualquier objeto extraño o suciedad.

En los extremos de la cañería a ensayar se instalarán cabezales de carga provistas de conexiones necesarias para la carga de agua, venteo, toma de temperatura y presurización.

El llenado se realizará desde el extremo más bajo de la cañería, manteniendo abierto el venteo del extremo opuesto de manera de asegurar que no quede aire atrapado en esa sección de la cañería.

Se completa la carga de agua hasta asegurar el correcto purgado de la línea del lado de llenado.

Se elevará gradualmente la presión por medio de una bomba manual hasta alcanzar el 80% de la presión de prueba de resistencia (84 bar). Esta presión se mantendrá durante 10 minutos.

Si no se detectan fugas, se continuará elevando la presión hasta alcanzar la presión de 105 bar de prueba, la que se mantendrá durante 6 hs.

Una vez finalizada la prueba de resistencia, se mantendrá durante 6 hs la presión a un 90% de la presión de prueba de resistencia para la prueba de hermeticidad. Si no se detectan caídas de presión ni exudaciones durante la prueba de resistencia, no se realizará la prueba de hermeticidad.

Para el cálculo de las presiones se considerará la variación de temperatura durante la realización de la prueba.

Terminada la prueba de hermeticidad se realizará el vaciado del caño para lo cual se procederá a retirar la placa ciega que se encuentra a menor altura y abrir el venteo del extremo opuesto.

Posteriormente se retirarán los cabezales para proceder al secado.

Si durante la realización del ensayo se detectara alguna fuga, se procederá al despresurizado de la cañería, para realizar la reparación de acuerdo al procedimiento de soldadura adecuado y aceptado por CGP. Finalizada la reparación, se reiniciará la prueba.

Diagrama conexión instrumentos

Se adjunta diagrama de conexionado de instrumentos para la realización de la prueba.

Se utilizará un registrador de presión Z.10.RG y temperatura TZD.RG durante la ejecución de la prueba.

Procedimiento para el secado

Finalizada la prueba hidráulica se procederá al vaciado de la cañería. Para esto, se retirarán las placas ciegas de los extremos y se dejará escurrir el agua en forma natural. Se hará circular aire desde el extremo a mayor altura para ayudar al drenaje.

Posteriormente se procederá al secado de la cañería. El secado se realizará por circulación de aire caliente (40° C) seco, filtrado.

Se continuará con el sacado hasta entera conformidad de la inspección de obra.

Se adjuntan Actas Modelo de Prueba de Resistencia, y Hermeticidad y de las planillas a utilizar durante el desarrollo de las pruebas

Luego de montados todos los prefabricados y con todos los accesorios instalados, se realizarán las pruebas de estanqueidad con aire a 7 bar, verificando la existencia de pérdidas o fugas mediante solución jabonosa.

ACTA EJECUCIÓN PRUEBA HIDRÁULICA

En la localidad de..... a losdías del mes de..... del año 20...., en presencia del Sr..... en representación de CAMUZZI GAS PAMPEANA y el Sr..... en representación de la Empresa contratista se labra el presente ACTA DE EJECUCIÓN DE PREUBA HIDRÁULICA correspondiente a la obra **“ADECUACIÓN DE PLANTAS REGULADORAS – INSTALACIÓN DE UN SEPARADOR EN PC EL CHOURRON – Pcia De BUENOS AIRES** , Código de obra: **ERP 02-03-13**

Esta prueba se realizó en un todo de acuerdo a las Normas NAG 124 y cuyo detalle es el siguiente:

Cañería ensayada:

Normas/c, diámetro nominal..... (.....mm)
espesor:.....mm.

Longitud total ensayada:

.....mts

Presión de prueba.....

Resultado de la prueba:.....

En prueba de conformidad, las partes firman el presente Acta en cuatro (4) ejemplares de un mismo tenor y a un solo efecto.

.....
.....
Por la contratista

Por CGP

9.4. Ensayos no destructivo END

Partiendo de la correcta integridad de las cañerías, soportadas por buenas prácticas de construcción y certificados de calidad correspondientes, la sección más comprometida en los gasoductos son las uniones. Para uniones soldadas, se encuentran diferentes variables que atentan contra la correcta unión (ver apartado 9.5 – uniones soldadas), donde se entiende por correcta unión la que conserva o supera las propiedades de los tramos a unir. Para garantizar esta propiedad es que se realizan los END.

Por definición, un END es el examen de un objeto efectuado en cualquier forma que no impida su utilidad futura, en este caso se realizará la evaluación del 100% de las uniones soldadas mediante la técnica de radiografiado y tintas penetrantes.

El procedimiento de radiografiado será presentado por el Contratista antes de dar comienzo al radiografiado de las instalaciones y deberá estar firmado por un radiólogo Nivel III según Norma Iram de aplicación. El radiólogo deberá ser Nivel II como mínimo, según Norma IRAM de aplicación y habilitado mediante certificado habilitante. El operador podrá ser Nivel I. Se deberá cumplir además, la Norma IRAM-CNEA y 500-1003 o normas internacionales equivalentes. El procedimiento de tintas penetrantes, deberá estar firmado por un Nivel III de la Norma IRAM de aplicación, el que realice la evaluación del ensayo será Nivel II y el operador podrá ser Nivel I.

9.4.1. Radiografiado

La radiografía se puede realizar por rayos X o rayos gamma y consiste en una fotografía sombreada de un material donde las fisuras o poros se ven más oscuras.

Este ensayo consiste en la impresión de imágenes en placas radiográficas. La imagen se obtiene al exponer dicha película a una fuente de radiación de alta energía, al interponer un objeto entre esta fuente y la placa las partes más densas o discontinuidades aparecen con un tono más o menos gris. El Principio básico de la inspección radiográfica se basa en la propiedad que poseen los materiales de atenuar o absorber parte de la energía de radiación cuando son expuestos a esta. De esta manera se puede detectar diversas anomalías en la pieza analizada.

En los equipos serie 600 (y serie 300) se radiografiarán el 100% de las soldaduras a tope.



Ilustración 34. Radiografía tubería 3" recubierta

9.4.2. Gammagrafiado

La radiación Gamma, al igual que los rayos X, es un tipo de radiación electromagnética de alta energía (fotones), la luz visible también es radiación electromagnética, mientras más energía (algo así como "más fuertes") tenga esta radiación recibe distintos nombre, como ser ondas de radio, de luz, ultravioleta, rayos X o Radiación Gamma, que es la más fuerte.

A continuación, se indican las principales implicancias a tener en cuenta en el gammagrafiado. Se pone especial atención en ellas debido a que esta técnica será a utilizada en el proyecto de construcción estudiado.

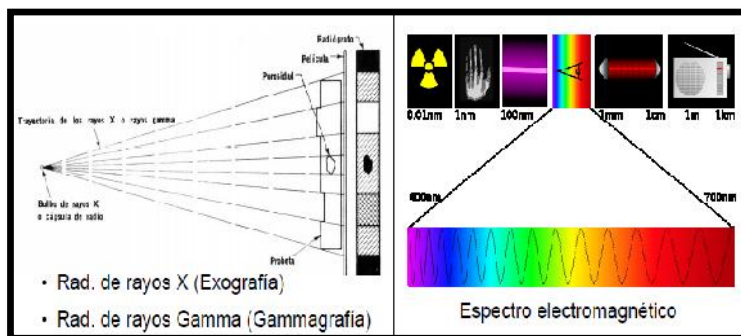


Ilustración 35. Comparación rayos Gamma vs Rayos X

- Se utilizarán máquinas de Rayos X, Radio o radioisótopos.
- El Radio o radioisótopos utilizados deberán proporcionar 4% de resolución.
- Los penetrómetros que se utilizarán serán del tipo ASME. - La distancia entre la fuente de radiación y la película, no deberá ser menor de 10 veces la distancia entre la superficie de soldadura más removida de la película y la superficie de la película.
- Deberán usarse pantallas de plomo para filtro cuando el voltaje sea equivalente a más de 150 Kv. El Espesor de la pantalla de plomo deberá estar específicamente identificada, cumpliendo con la norma o superándola.
- En toda exposición, el soporte de la película deberá estar respaldado por una lámina de plomo de 1/16 pulgada cuando se utilice radiación generada 110 kv. o menos, y por lámina de plomo de 1/8 pulgada cuando se utilice radiación de Rayos X o Gamma generada a voltajes mayores de 110 kv.
- Las películas a utilizarse deberán ser de alto contraste y grano fino. No deberán tener una densidad de base mayor de 0.030 H & D.
- Las películas deben almacenarse en un lugar limpio y seco en el cual estén libres de: Vapores químicos, Gas de iluminación industrial, radiación de rayos X o Gamma, calor excesivo, alta temperatura, presión indebida.



- Las radiografías deben estar libres de todo defecto originado por dobladura, suciedad, pantallas defectuosas, marcas estáticas, filtración de luz y manipulación.
- Los reveladores comerciales, líquidos comerciales, o agentes químicos secos, deberán mezclarse, mantenerse con la fuerza apropiada, utilizándolos o descartándolos de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
- Deberá usarse un baño de detención entre el revelador y el fijador.
- Cuando el tiempo de fijación exceda de cinco minutos deberá descartarse la solución.
- Todas las películas deberán lavarse en agua corriente, o en agua estática con cambios de dos minutos, equivalentes a cinco cambios completos de agua fresca. La temperatura del agua no deberá exceder los 32.2 grados centígrados ó 90 Fahrenheit, y deberá ser enfriada a esa temperatura cuando sea necesario.
- Cuando sea imposible cumplir con el lavado anterior, el requisito mínimo es que todas las películas deberán ser remojadas durante 2 horas en agua, en proporción de un galón por cada 250 pulgadas cuadradas de área de película. Durante éste periodo deberá agitarse con frecuencia la película. El agua de lavado no deberá ser utilizada nuevamente para un segundo grupo de películas.
- El radiógrafo será responsable por la protección y supervisión del personal que trabaje con o cerca de la fuente de radiación de Rayos X o Gamma. Esta protección y supervisión cumplirá con la reglamentación de la U.S. Bureau of Standard Handbooks HB 23, HB 41 y HB 42. La tolerancia total o dosificación no excederá de 0.3 Roentgen por semana.

9.4.3. Líquidos penetrantes

Este método consiste en aplicar un líquido sobre la superficie para que penetre en las discontinuidades. Se limpia la pieza quedando el líquido penetrante en las discontinuidades. Se aplica el líquido revelador que absorbe al líquido penetrante hacia la superficie del defecto y por contraste se analizan los defectos. Se utiliza para detectar fisuras y porosidades en la soldadura

Método

1) Consiste en limpiar perfectamente la zona de interés a ser ensayada de tal forma de dejar las posibles discontinuidades libres de suciedad o materiales extraños y su posterior secado.



Ilustración 36. Limpiador de superficie

2) Cubrir la superficie de interés con el LP y dejar transcurrir el tiempo necesario para permitir que el LP se introduzca por capilaridad en las discontinuidades.



Ilustración 37. Película de líquido penetrante

3) Se removerá el exceso de LP de la superficie, evitando extraer aquel que se encuentra dentro de las fallas. Esta remoción, podrá hacerse según la técnica empleada mediante: a) lavado con agua, b) aplicando un emulsionante y posterior lavado con agua, o c) mediante solventes.



Ilustración 38. Remoción de líquido penetrante

4) Sobre la superficie ya preparada se colocará el revelador en forma seca o finamente pulverizada en una suspensión acuosa o alcohólica, que una vez evaporada, deja una fina capa de polvo.



Ilustración 39. Colocación de removedor

5) Esta fina capa de revelador absorberá el LP retenido en las discontinuidades, llevándolo a la superficie para hacerlo visible, ya sea por contraste o por fluorescencia (según la técnica empleada) las indicaciones podrán registrarse y evaluarse.

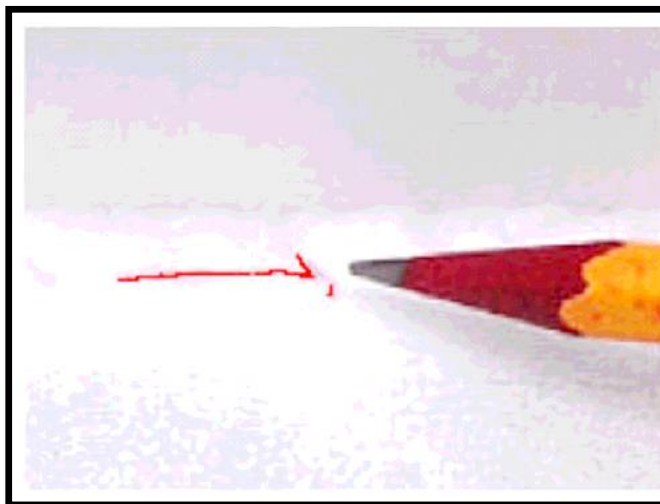


Ilustración 40. Registro de discontinuidades

Ventajas:

- Portabilidad.
- Bajo costo.
- Sensibilidad.
- Versatilidad. En principio cualquier sólido no poroso puede ser inspeccionado.
- Efectividad para inspección en producción.

Limitaciones:

- Solo pueden ser detectadas las discontinuidades abiertas a la superficie.
- Requiere preparación cuidadosa de la superficie.
- Ciertas variables deben ser controladas:
 - Temperatura.
 - Condición de la superficie.
 - El proceso es algo engorroso

Para equipos serie 600 (y serie 300) se realizará tintas penetrantes a 100% de las soldaduras a filete en la segunda y última pasada.

9.5. Materiales de construcción

9.5.1. Cañerías

Los tramos de cañerías, niples y codos que conforman la traza, se fabrican de acero ASTM A53 Grado B sin costuras según:

CALIDAD	Tensión mínima de Fluencia, F_y	Tensión mínima de Rotura, F_u	F_y/F_u	Alarga- miento
	[MPa]	[MPa]	$\leq 0,85$	[%]
ASTM A53 -Gr A	211	337	0,63	36
ASTM A53 -Gr B	246	422	0,58	30

Grade	C \leq	M \leq	P \leq	S \leq	Cu \geq	Ni \leq	Cr \leq	Mo \leq	V \leq
A	0.25	0.95	0.05	0.045	0.40	0.40	0.40	0.15	0.08
B	0.30	1.20	0.05	0.045	0.40	0.40	0.40	0.15	0.08

Ilustración 41. Propiedades de acero ASTM A53

9.5.2. Bridas

Podrán ser tipo SO-RF (Slip On-Raised Face) o WN-RF (Welding neck-Raised face) para Serie 150 y Serie 300, y serán WN-RF para Serie 600. Estarán construidas en acero ASTM-A-105 y responderán a la norma ANSI B 16.5.

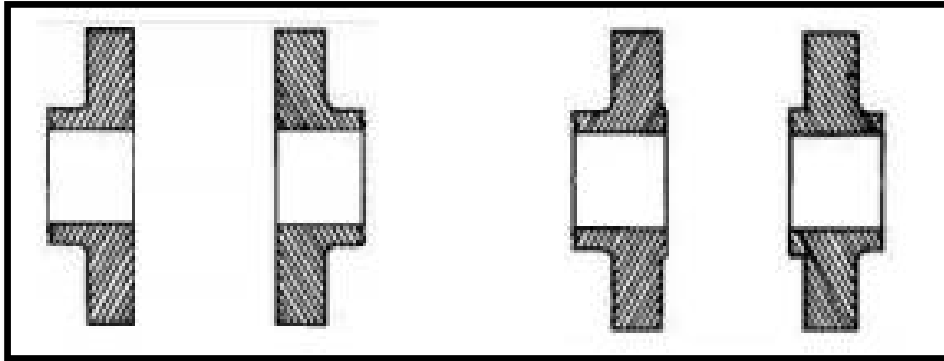


Figura 21. Brida FF -Flat Face- a la izquierda y brida RF -Raised fac-e a la derecha

Flange Welding Neck

Este tipo de flange tiene un cuello cónico, el cual proporciona un refuerzo para condiciones de esfuerzos laterales, originados por las dilataciones y contracciones a las que se ven sometidas algunas líneas. La unión entre el flange y la cañería es de tope, de la misma forma como se unen dos cañerías. Son recomendados para altas presiones, para el transporte de líquidos inflamables, bajas o altas temperaturas y en donde las fugas de algún tipo de fluido deban mantenerse al mínimo.

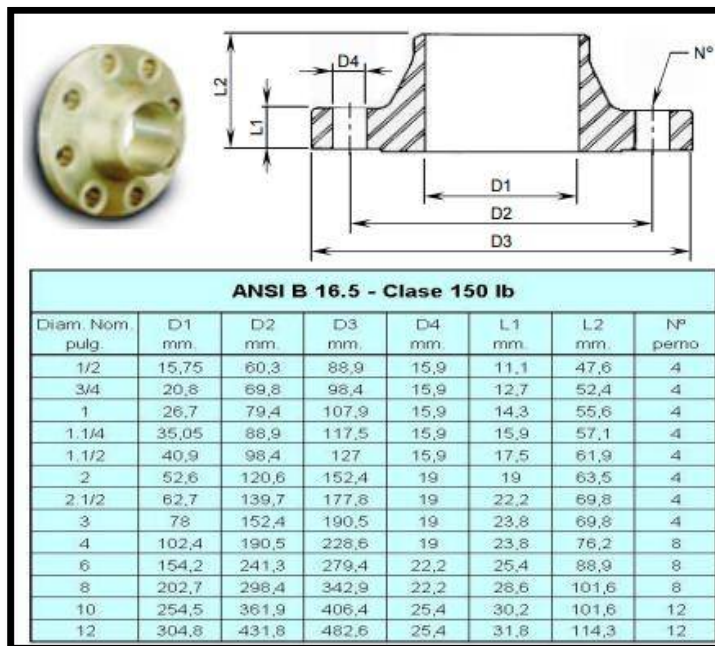


Ilustración 42. Bridas tipo Welding neck

Flange Slip On

Este tipo de flange es uno de los más comunes, debido que no se requiere un corte demasiado exacto en las cañerías, lo cual facilita el trabajo en el montaje y además presenta una menor dificultad en el alineado de las líneas. Tienen un bajo costo (\$), comparado con los otros modelos de flanges.

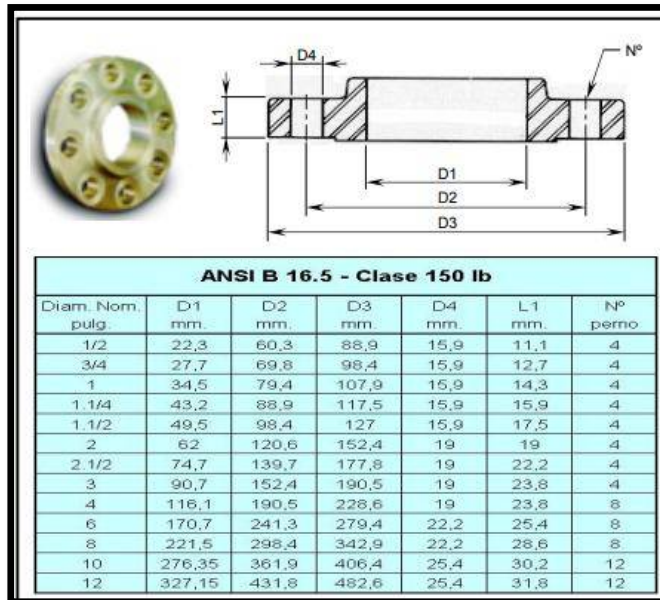


Ilustración 43. Bridas tipo Slip On

9.5.3. Espárragos

Espárragos totalmente roscados de acero ASTM-A 193 B7. Tuercas de acero ASTM-A 192 - 2H. Los espárragos se utilizarán en todas las uniones bridadas y de la cantidad necesaria indicada por el fabricante y la cual depende de la presión a la que se encuentra sometida la cañería.



Ilustración 44. Espárragos para uniones bridadas

9.6. Uniones soldadas

Para toda unión de tramos soldados, se utilizará un revestimiento de idénticas características o superiores al empleado en el conducto principal.

Estará compuesto por una lámina externa termocontraíble con un film de polietileno reticulado por proceso de radiación electrónica y una capa interna de adhesivo duro tipo "hot melt" en una de sus caras.

Previo a la instalación, se imprimirá la cañería con resina epoxídica compatible con el revestimiento termocontraíble.

Soldadura por arco con electrodo revestido: SMAW (Shielded Metal Arc Welding)

En este proceso de soldadura, la coalescencia del metal se produce por el calor generado por el arco eléctrico establecido entre el extremo del electrodo y la pieza.

El electrodo revestido constituye el metal de aporte de la soldadura y está formado por una parte central metálica conductora de corriente eléctrica, llamada "alma", recubierta por una capa no conductora, llamada "revestimiento". La función principal del revestimiento es proteger el metal fundido del aire que lo rodea, tanto durante la transferencia a través del arco como en la solidificación.

El circuito básico de un proceso SMAW está constituido por una fuente de poder, cuya característica es de corriente constante, la cual puede ser de corriente continua o alterna. Completando el circuito, la fuente lleva conectada a sus bornes una pinza porta-electrodo y una pinza de maza, que a su vez, va conectada a la pieza a soldar.

Principios de operación

El inicio del arco se produce cuando la punta del electrodo toca el metal base (pieza), provocando un corto circuito que da lugar al paso de la corriente eléctrica, luego se eleva el electrodo separándolo del metal base un par de milímetros permitiendo de ese modo la formación del arco eléctrico. Debido a la pequeña superficie por la cual atraviesa la corriente eléctrica, hace que la temperatura, por efecto joule, se eleve rápidamente en esa zona, generando una emisión termiónica que ioniza el arco. Los electrones desprendidos como consecuencia de la ionización, son incorporados al flujo de la corriente eléctrica dándole al arco una mayor estabilidad.

Una vez establecido el arco eléctrico, el calor generado por el mismo produce la fusión tanto del metal base, como del extremo del electrodo. A medida que se va consumiendo el electrodo se avanza con el mismo depositando el metal fundido sobre la superficie de la pieza. Una vez solidificado el metal depositado, forma el cordón de soldadura.

La temperatura del arco eléctrico es de aproximadamente 5000°C (medida en su parte central), esto produce la fusión casi instantánea del metal, generando pequeñas gotas de metal fundido en el extremo del electrodo que es transferido a través del arco hacia la pileta líquida. (Ver figura).

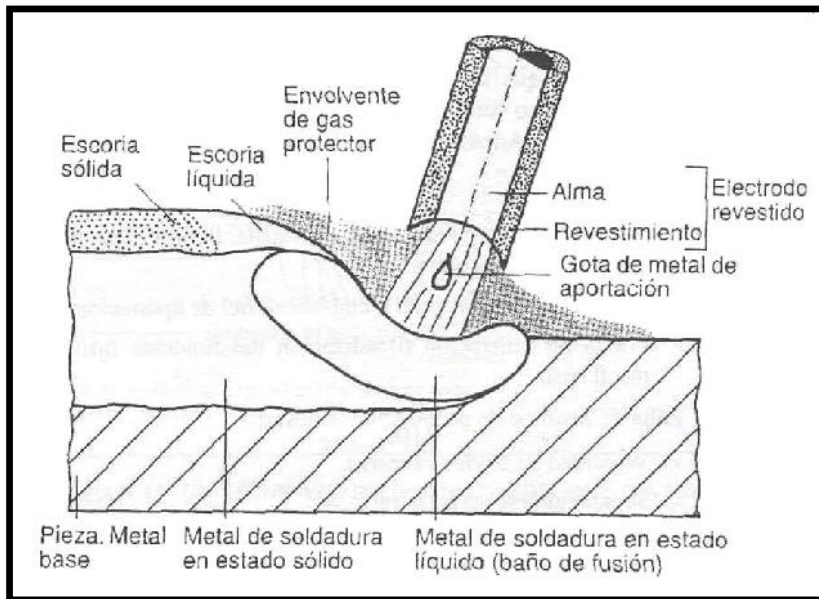


Ilustración 45. Soldadura SMAW utilizada en gasoductos

Procedimiento de soldadura

Camuzzi Gas Pampeana		ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA		Camuzzi Gas del Sur								
EMPRESA:	CAMUZZI GAS PAMPEANA / SUR	EPS Nº:	SCE-CO-501-0111									
DIRECCIÓN:	Av. Alicia Moreau de Justo 240 Piso 3 - Bs. As.	FECHA:	18/12/2005									
JUNTA:	A TOPE EN V CON RESPALDO y FILETE SOLAPADO	AVALADO POR WCP Nº:	COP-AL-113/03 Rev 0									
PROCESO:	SWAW	CÓDIGOS APLICABLES:	API 1104-99 - APENDICE B									
TPD:	MANUAL	HOJA:	1 DE 3									
MATERIAL BASE			ESQUEMA									
ITEM	ESPECIFICACIÓN	DIÁMETRO (mm)	ESPESOR (mm)									
Cable Conducto (1)	2P-15C, X42	6x35	2-4,8									
Montura (2)	2P-15C, X42	10x35	4,8 y 12,7									
Respaldos (3)	AMBOS, M. COSTURAS	N/A	1,2 y 1,3									
DBS: Este procedimiento es aplicable a todos los aceros al carbono.												
Respaldos:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Coste Técnico:	<input type="checkbox"/>	Coste Mecánico:	<input checked="" type="checkbox"/>							
Permanente:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Arcolado:	<input type="checkbox"/>	Costo (TP-PM):	<input type="checkbox"/>							
DISÑO DE JUNTA												
Costura Longitudinal			Costura Circunferencial									
TÉCNICA DE SOLDADURA												
PROCESO:				SWAW								
TIPO:				MANUAL								
LIMPIEZA INICIAL:				CEPILLO								
LIMPIEZA ENTRE PASADAS:				AVOLADO ENTRE 1 Y 2 PASADA, RESTO CEPILLADO.								
CORDÓN O COSTURA:				AMBOS								
PASADA SIMPLE / MULTIPLE:				MULTIPLE								
OSCILACIÓN:				2 a 3 DIÁMETRO DE ELECTRODO								
PROGRESIÓN:				ASCENDENTE								
POSICIÓN:				TODAS - CAÑO FLUIDO								
TIEMPO ENTRE 1ª Y 2ª PASADA:				5 min								
DIMENSIÓN BOQUILLA DE GAS:				N/A								
DISTANCIA SOQUILLA PIEZA:				N/A								
ELECTRODO DE TUNGSTENO (Tipo y Diámetro):				N/A								
VELOCIDAD DE AVANCE DEL ALAMBRE (Rango):				N/A								
ELECTRODO SIMPLE / MULTIPLE:				N/A								
DISTANCIA ENTRE ELECTRODOS:				N/A								
Proceso de Soldad.	Pasada Nº	Clasific. AWS	Ø (mm)	Clasificación Flux/Env	Tipo y Corp.	Caudal (l/min)	Veloc. de sold (mm/min)	Tipo de corriente y polaridad	Rango de intensidad (A)	Rango de Corriente (A)	Calor Aportado (J/mm)	DBS.
(1)	1	E 7015	3,5	---	---	---	8-4 - 15	CC (+)	25 - 30	80 - 95	800 - 1700	
	2	E 7015	3,5	---	---	---	8-4 - 15	CC (+)	25 - 30	80 - 95	800 - 1700	
	N	E 7015	2,5	---	---	---	8-4 - 15	CC (+)	25 - 30	80 - 95	800 - 1700	
<small>(1) SWAW: Electrodo sumergido. TIGAW: Soldadura con electrodos tubulares. SAW: Arco sumergido. OTAW: Soldadura con electrodo de tungsteno (TIG). GMAW: Soldadura bajo gas (MIG/MAG). PAW: Soldadura Plasma.</small>												

Ilustración 46. Ejemplo procedimiento de soldadura de comitente

Calificación del soldador

La calificación de los soldadores y de los procedimientos deberá ser realizada ante los organismos habilitados: Fundación Latinoamericana de Soldadura, Instituto Nacional de Tecnología Industrial (I.N.T.I.) y RFO Soldadura. La documentación de soldadura debe ser entregada, para revisión, con un plano Welding Map que indique, por cada soldadura a utilizar, el procedimiento (con registro que lo avala) a aplicar y certificado de soldador.

El registro de Calificación de Aptitud del Soldador u Operador de Soldadura RCA

El propósito de la calificación de un soldador es el de determinar su habilidad para depositar metal de soldadura sano.

El propósito de la calificación de un operador de soldadura es el de determinar su habilidad para operar el equipo de soldadura.

El registro de calificación de aptitud del Soldador u Operador de soldadura es un documento empleado para registrar las calificaciones de un soldador u operador de soldadura.

La calificación de un de Soldador u Operador de Soldadura involucra los siguientes pasos:

- Soldar un cupón de soldadura usando los parámetros de una EPS calificada. Registrar los valores reales de los parámetros de soldadura en el RCA.
- Realizar ensayos mecánicos y evaluar los resultados.
- Certificar al soldador.

El Registro de Calificación del Procedimiento de Soldadura RCP

El propósito de la calificación de un procedimiento de soldadura es el de asegurar que la soldadura propuesta para la construcción tendrá las propiedades mecánicas requeridas.

La descripción completa del procedimiento de soldadura se realiza a través de la EPS. Para que la EPS propuesta sea válida debe calificarse de acuerdo a los requisitos que establece el código de aplicación (ASME, API, AWS, IRAM-IAS, NAG100).

La calificación de la EPS se realiza soldando un cupón de acuerdo con los datos contenidos en ella y sometiéndolo a ensayos.

El registro de calificación de procedimiento de soldadura (RCP) es un documento donde se registran los valores reales de los parámetros de soldadura (tensión, corriente, velocidad de avance, etc.) que se observan durante la soldadura del cupón. También se registran en el RCP los resultados de los ensayos mecánicos o radiográficos que se realizan sobre el cupón.

Especificación procedimientos de soldadura EPS

La EPS es un documento donde se detallan las condiciones de soldadura requeridas para una aplicación determinada, incluyendo:

- Proceso utilizado (GMAW, SMAW, GTAW).
- Parámetros de soldadura (Corriente, Voltaje, Velocidad de Avance).
- Consumibles (Por ejemplo Alambre Macizo ER 70S-6)
- Gas de Protección (caudal y composición, Por ejemplo 80%Ar-20%CO₂, 15 litros/min)
- Posición de la soldadura.

La EPS debe servir como guía para el personal de soldadura. Es importante entonces que provea rangos para los valores de las variables de soldadura.

ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS) QW - 482 - SECTION IX ASME Boiler and Pressure Vessel Code		WPS No.: EG26 Rev.: Hoja No. 2 de 2																																		
WPS No.: EG26 Rev.: Fecha: 15/01/2007 Procedimiento de Soldadura: GMAW Operado por PDR No(s): EG26 Tipo: Manual Hoja No. 2 de 2		POSICIÓN (QW-482) Posiciones de base: todas Aceleración de soldadura: ascendente Posiciones para filete: todas																																		
JUNTAS (QW-482) Diseño de bridas: en V Resaca: NO Material de respaldo: Otros:		GAS (QW-482) <table border="1"> <thead> <tr> <th>Gas(es)</th> <th>Porcentaje media</th> <th>Caudal [litros]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Protección</td> <td>Ar 80%-CO₂ 20%</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Resapado:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Secado:</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Gas(es)	Porcentaje media	Caudal [litros]	Protección	Ar 80%-CO ₂ 20%	15	Resapado:			Secado:																							
Gas(es)	Porcentaje media	Caudal [litros]																																		
Protección	Ar 80%-CO ₂ 20%	15																																		
Resapado:																																				
Secado:																																				
ESQUEMA 		PRECALENTAMIENTO (QW-482) Temp. de precalentamiento: quitar humedad Temp. entre pasadas: Intermetimiento de temp.:																																		
METAL BASE (QW-482) Tipo: P1 (Grupo 1) a No. P8 (Grupo 8) a Especificación SA 36 a Especificación SA 38 Comp. Química y prop. Mec.: a Comp. Química y prop. Mec.:		TRAT. TÉRMICO POSTERIOR A LA SOLDADURA (QW-482) Temperatura: N.A. Tiempo: Velocidad de calentamiento: Velocidad de enfriamiento: Otros:																																		
RANGO DE ESPESORES (metal base): A tope: 15 mm a 15 mm Filete: Todos Diámetro caño: mayores 76 mm		CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (QW-482) Corriente: CONTINUA Polaridad: POSITIVA Aparato: Voltaje Tipo y tamaño de electrodo: torpedero Tipo de transferencia en GMAW: CORTOCIRCUITO Rango de velocidad del alambre: Otros:																																		
METAL DE APORTE (QW-482) Especificación SFA A5.10..... 5.18 Clasificación AWS..... ER 70S-6 Número..... 6 Número A..... Dimensiones del consumible..... 1.2 mm 5.2 mm Metal depositado..... Rango de espesores a tope..... máximo 10 mm Filete..... todos Fuente y electrodo (clase)..... N.A. Malla comercial: Fundido..... Electrolítico..... Resaca Consumible..... N.A. Otros:		YECMA (QW-482) Movimiento de soldadura: Recto u oscilante. Orificio o tamaño de la boquilla: Limpieza inicial y entre pasadas: Pasadas por lado: 1 Electrodo único o múltiple: único. Otros: Método de limpieza de raíz: amolado Oscilación arco máxima: Distancia tubo de contacto / placa: Velocidad de avance: Muestreo entre pasadas: NO																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CAPAS</th> <th>PROCESO</th> <th>METAL DE APORTE</th> <th>CLASE</th> <th>T (mm)</th> <th>TIPO</th> <th>CORRIENTE</th> <th>AMP.</th> <th>VOLT.</th> <th>VELOCIDAD (mm/m)</th> <th>OBSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>GMAW</td> <td>ER 70 S6</td> <td>1.2</td> <td>1.2</td> <td>CCEP</td> <td>130-150</td> <td>19-20</td> <td>4-6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>GMAW</td> <td>ER 70 S6</td> <td>1.2</td> <td>1.2</td> <td>CCEP</td> <td>200-240</td> <td>24-26</td> <td>6-8</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		CAPAS	PROCESO	METAL DE APORTE	CLASE	T (mm)	TIPO	CORRIENTE	AMP.	VOLT.	VELOCIDAD (mm/m)	OBSERVACIONES	1	GMAW	ER 70 S6	1.2	1.2	CCEP	130-150	19-20	4-6			2	GMAW	ER 70 S6	1.2	1.2	CCEP	200-240	24-26	6-8				
CAPAS	PROCESO	METAL DE APORTE	CLASE	T (mm)	TIPO	CORRIENTE	AMP.	VOLT.	VELOCIDAD (mm/m)	OBSERVACIONES																										
1	GMAW	ER 70 S6	1.2	1.2	CCEP	130-150	19-20	4-6																												
2	GMAW	ER 70 S6	1.2	1.2	CCEP	200-240	24-26	6-8																												

Ilustración 47. Especificación procedimiento de soldadura.

10. Programa de seguridad e higiene

11. Normas aplicadas instructivos de trabajo

1. Recomendaciones Mínimas para trabajos de reparación y acondicionamiento de gasoductos en servicio – GE – Higiene y Seguridad Industrial – 1987.
2. Las "Normas Argentinas Mínimas de Seguridad para el Transporte y Distribución de Gas Natural y otros Gases por Cañería" - NAG 100.
3. La Norma API 1104 para la calificación de soldadores y procedimientos de soldadura.
4. La Norma GE-N1-129 para tubos de polietileno.
5. La Norma GE-N1-131 para accesorios unidos por electrofusión.
6. La Norma GE-N1-132 para accesorios de transición.
7. La Norma GE-N1-133 para válvulas de polietileno.
8. La Norma GE-N1-136, instrucciones para la instalación de redes de polietileno.
9. La "Norma de Aprobación para Conjuntos puerta – marco de gabinetes o nichos que alojan al sistema de regulación – medición" - NAG 137.
10. La Norma API 6D de válvulas y las normas API 12A, 12B, 12D, 12F y 650.
11. Las Normas ANSI B 16.5, material ASTM A 234, grado B (ASTM A-105 o ASTM 181, grado 70), para bridas y accesorios bridados.
12. Las Normas ASTM A 193 Gr B7 y ASTM A 194 Gr 2H respectivamente para espárragos y tuercas.
13. Las Normas ASTM A 53 (G°A y G°B), API 5L (G°A y G°B) y API 5LX para los materiales de las cañerías de acero.
14. Las Normas ANSI B 16.9 para los accesorios para soldar, la ASTM A 234 WPB para sus materiales y para rosca o soldar a enchufe ASTM A 105. SCE-GT-500-0001/7 PET - 3
15. La Norma GE-N1-108, Revisión 3era. (año 1992) - "Revestimiento Anticorrosivo de Tuberías en Condiciones de Operación Normales".
16. La Norma GE-N1-109, para el almacenamiento de caños de acero revestidos y sin revestir.
17. La Norma GE-R2-105: "Normas Mínimas de Seguridad para Obras y Trabajos".
18. La Norma GE-N1-112: "Norma para el proyecto, construcción y operación de plantas de almacenamiento de gases licuados de petróleo"
19. La Norma GE-N1-124: "Procedimiento General para Pruebas de Resistencia y Hermeticidad de Gasoductos".

20. La Norma GE-N1-148: "Condiciones de seguridad para la ubicación e instalación de estaciones de separación y medición y estaciones reductoras de presión".
21. Las Normas IRAM 2184-1 y 2184-1-1 "Protección de estructuras contra descargas eléctricas atmosféricas".
22. "Guía de prácticas recomendadas para la protección ambiental durante la construcción de conductos de gas y su posterior operación" emitida por el ENARGAS.
23. El código ASME sección II, V, VIII y IX.
24. La Norma API 510: "Pressure Vessel Inspection Code"
25. Los reglamentos CIRSOC para obras civiles.
26. Las últimas revisiones de las especificaciones, planos tipo, y procedimientos incorporados por referencia a las presentes especificaciones y demás vigentes de la Distribuidora.
27. Reglamentaciones vigentes los Entes de Vialidad, Ferrocarriles, Hidráulica, Riego, a nivel nacional, provincial, municipal o privados.
28. Toda otra normativa de carácter nacional, provincial, municipal o privada aplicable

Instructivos de trabajo

N SM - 400 PLAN DE CONTINGENCIAS AMBIENTALES PCP - 25

N SM – 105 REQUISITOS DE SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE PARA CONTRATACIONES DE OBRAS y SERVICIOS.

N SM – 106 ACCIDENTES DE TRABAJO

I SM – 101 CAMPAMENTOS Y OBRADORES

I SM – 103 EXCAVACION – ZANJEO

I SM – 109 TAPADA DE CAÑERÍA

I SM – 111 LIMPIEZA RESTAURACION Y REVEGETACION

I SM – 112 MANEJO DE RESIDUOS

I SM – 113 CARTELERIA y SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD y MEDIO AMBIENTE

I SM – 116 RESTOS ARQUEOLÓGICOS, PALEONTOLÓGICOS O HISTÓRICOS

I SM - 119 PROTECCION CATODICA

I SM – 123 CAPACITACION DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE EN OBRAS Y SERVICIOS

I SM – 125 EMERGENCIAS AMBIENTALES – DERRAMES MENORES

I SM – 126 EMERGENCIAS AMBIENTALES – DERRAMES MAYORES

I SM - 127 IDENTIFICACIÓN DE TRANSPORTES Y SUSTANCIAS

I SM - 128 IDENTIFICACIÓN DE TANQUES Y TAMBORES DE ALMACENAMIENTO

I SM - 132 CONDUCCIÓN DE VEHÍCULOS

I SM - 133 ACCIDENTES DE VEHÍCULOS

I SM - 134 OBRA CIVIL

I SM- 137 PROTECCIÓN RESPIRATORIA

I SM - 139 REPARACIÓN DE CAÑERÍAS

I SM - 140 PERFORACIÓN Y OBTURACIÓN

I SM - 141 MANIPULEO Y ALMA

CENAMIENTO DE LÍQUIDOS INFLAMABLES

I SM - 143 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

I SM - 146 PERMISOS DE TRABAJO

UADA

