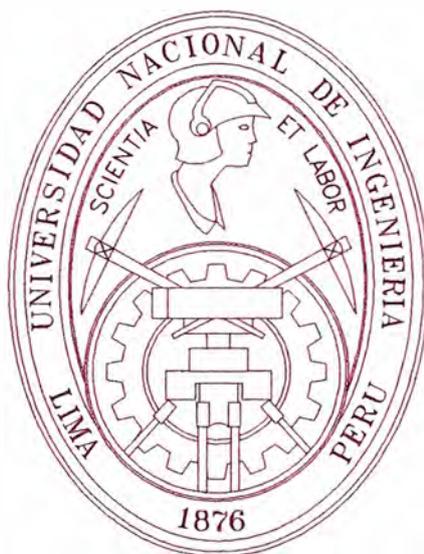


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**FABRICACIÓN DE TUBERÍAS DE ALTA Y BAJA
PRESIÓN DE UN TURBOGENERADOR DE 12MW.**

INFORME DE SUFICIENCIA

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

JOE ALTAMIRANO FUENTES

PROMOCION 2006-I

LIMA-PERÚ

2010

DEDICATORIA

Este informe está dedicado a mis padres, por todo lo brindado en estos tiempos, a mis colegas de la empresa Casagrande y a todas las amistades que estuvieron conmigo desde que comencé mis estudios.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPITULO 1 Introducción

1.1	Antecedentes.....	6
1.2	Objetivos.....	9
1.3	Alcances.....	9
1.4	Limitaciones.....	10

CAPITULO 2 Conceptos Generales

2.1	Aplicaciones de las Normas ASME en fabricación y montajes de tuberías.	11
2.2	Acero Cromo Molibdeno.....	12
2.3	Procesos de soldadura aplicados.....	20
2.4	Ensayos no destructivos.....	36
2.5	Expansión térmica en tuberías.....	49
2.6	Aislamiento térmico.....	52
2.7	Turbogeneradores.....	54

CAPITULO 3 Planteamiento del problema

3.1 Alimentar de vapor al turbogenerador de 12 Mw.....	56
3.2 Aumentar la producción del procesamiento de azúcar alimentando de vapor a los pre-evaporadores de 3500m ²	57
3.3 Suministrar energía eléctrica a los equipos de la empresa.....	57

CAPITULO 4 Fabricación y montaje de tuberías

4.1 Planificación de recursos.....	58
4.2 Montaje de soportería de las líneas de tuberías.....	66
4.3 Montaje de las tuberías de alta presión.....	67
4.4 Fabricación y montaje de las tuberías de baja presión.....	70
4.5 Montaje de las líneas de condensación.....	71
4.6 Montaje el aislamiento térmico.....	73

CAPITULO 5 COSTOS

5.1 Costos.....	75
Conclusiones.....	79
Recomendaciones.....	80
Material de consulta.....	81
Anexos.....	83

Prólogo

Este trabajo es acerca de mi experiencia que tuve en el montaje de líneas de tubería transportar de vapor de un caldero que produce 120 t /h de vapor a 64 bar y 400 °C hacia un turbogenerador de 12 Mw y la fabricación y montaje de líneas de baja presión para transportar vapor de 2 bar a 150 °C del turbogenerador hacia los pre-evaporadores de jugo de azúcar.

El informe contiene de las siguientes partes:

La introducción donde describe los antecedentes, objetivos, alcances y limitaciones del proyecto.

El capítulo 2 describe el fundamento o criterios para la selección de los materiales, procedimientos de trabajos y aplicación de las normas correspondientes durante la fabricación y montaje de las líneas de tubería.

El capítulo 3 planteamiento del problema.

El capítulo 4 describe la planificación y procedimientos del montaje de las líneas de tuberías de alta y baja presión.

Capítulo 5 costos.

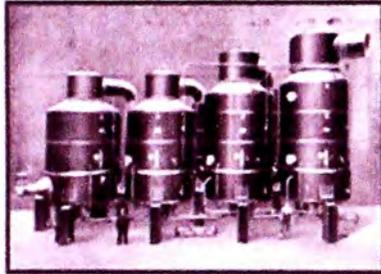
En la parte final las conclusiones y recomendaciones.

Figura 1.1 Esquema del procesamiento de la caña de azúcar de un ingenio azucarero.



Esquema del Montaje de tuberías.

Evaporadores 3500 m²



Turbogenerador de
12Mw



Tuberías de baja
Presión.
2 bar, 150 °C

Caldero de Vapor
120 t/h de vapor



Tuberías de alta
Presión
64 bar, 400 °C

Figura 1.2 Esquema del montaje de las tuberías de vapor.

1.2 Objetivos

Alimentar de vapor al turbogenerador de 12 Mw, mediante una línea de tubería de alta presión.

Alimentar de vapor a los pre-evaporadores 3500 m² , mediante una línea de tubería de baja presión.

1.3 Alcances

La fabricación y montaje de la línea de baja presión, se llevó a cabo con personal propio de la empresa.

La tubería de alta presión se seleccionó y se realizó el montaje de las líneas.

Fabricación y montaje de la línea de condensado y soportes deslizantes.

Se cuenta con un presupuesto y tiempo planificado para los proyectos se incluye Materiales, Mano de obra, insumos, equipos y maquinarias.

- No incluye obras civiles de turbogenerador, Cimentación.
- No incluye Montaje del turbogenerador.
- No incluye pruebas de funcionamiento del turbogenerador.

1.4 Limitaciones.

Generación energía eléctrica de 12Mw, 440v, 60hz.

Presupuesto del proyecto consta solo para el montaje de las líneas de tuberías de vapor.

El flujo de vapor tiene que ser transportado por tuberías de materiales resistentes a las altas temperaturas y presiones.

CAPITULO 2

Conceptos generales

2.1 Aplicaciones de las Normas de Soldadura ASME en montajes de tuberías.

Las Normas de soldadura ASME B31.1 y B31.3 se utilizo para fabricación y montaje por tratarse de tuberías que transportan vapor, la norma ASME IX se utilizo para la calificación del procedimiento de soldadura y la calificación de habilidad de los soldadores de esta manera garantizar un buen trabajo.

Proceso de calificación de la soldadura según ASME IX:

2.1.1 Requerimientos generales de la soldadura.- En esta parte de define aspectos importantes de las posiciones y orientaciones de las probetas de soldadura, ensayos mecánicos de las como tracción, dobléz, tenacidad de las probetas que serán ensayadas.

2.1.2 Calificación del procedimiento de la soldadura.- Preparación de cupones e identificación de las variables esenciales para la soldadura adecuada ver figura 2.1. Las variables esenciales se colocan en un formato llamado WPS que es la referencia principal en los trabajos de soldadura.

2.1.3 Calificación del desempeño de la soldadura.- Se calificara a los soldadores tomando como referencia las variables esenciales calificadas en el procedimiento de soldadura, elaboración de probetas, ensayos mecánicos y no destructivos.



Figura 2.1 Calificación de un procedimiento de soldadura según ASME IX

2.2 Acero cromo molibdeno.

Debido a la necesidad del mercado de contar con materiales de bajo costo que soporten una temperatura ligeramente elevada, se crean aceros aleados como el acero al Cr-Mo, el Cr ayuda a la resistencia a la corrosión y oxidación, el Mo incrementa la resistencia a elevadas temperaturas; en conjunto incrementan la resistencia al ataque por hidrógeno y a la fluencia lenta (creep).

2.2.1 Fluencia lenta

Cuando un material es sometido a una carga constante a una temperatura determinada se deformará lentamente y si aumentamos la temperatura se deformara indefinidamente hasta llegar a la fractura a este fenómeno se le denomina fluencia en caliente o termo fluencia o Creep.

El estudio de la fluencia se realiza con muestras similares a las utilizadas en ensayo de tracción figura 2.2, pero sometidas a temperatura y tensión constante. Al

aplicar la fuerza (I) se produce una deformación instantánea alargándose la probeta a una velocidad que disminuye parabólicamente con el tiempo, esta es la llamada fase transitoria o primaria, aumenta la densidad de las dislocaciones.

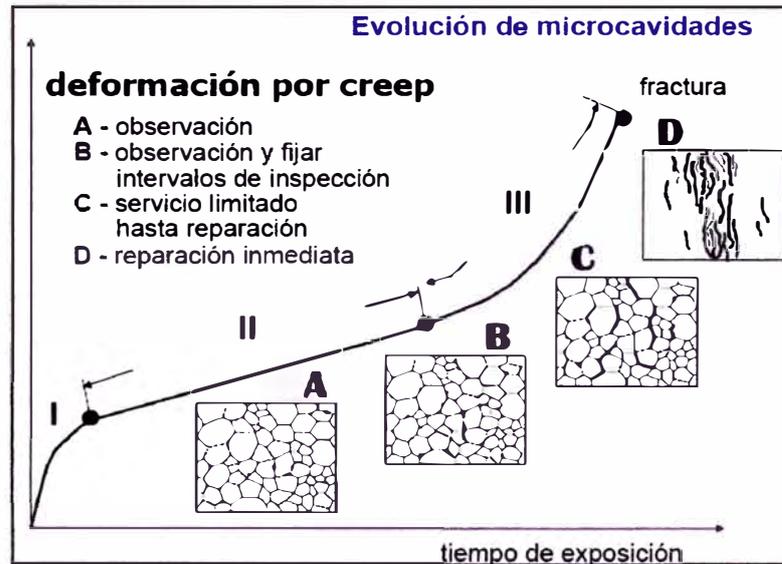


Figura 2.2 Evolución de microcavidades

Posterior a ello la velocidad de transformación se hace constante (II) a esta etapa se le denomina fluencia secundaria, de estado estacionario o cuasi viscosa. Se produce un balance entre el fenómeno de endurecimiento por deformación y ablandamiento por mecanismos de recuperación.

En muchos ensayos antes de la rotura vuelve a aumentar la velocidad (fluencia terciaria III) y se producen cambios microscópicos en el material, se recrystalizan, coalescencia de fases secundarias y/o la formación de microcavidades o microgrietas provocando finalmente la fractura del material.

2.2.2 Composición del acero cromo molibdeno.

Estos aceros aleados contienen de 0.5 a 9 % Cr y 0.5 a 1 % de Mo, el contenido de carbono es aproximadamente 0.2%. Los aceros Cr-Mo son ampliamente usados en la industria del petróleo por sus altas temperaturas.

En la tabla 2.1 se muestra la nomenclatura técnica según la ASTM dependiendo de la forma de fabricación y el porcentaje de Cr y Mo del material base:

Tabla 2.1 Designación de Nomenclatura

Type	Forgings	Tubes	Pipe	Castings	Plate
1/2Cr-1/2Mo	A182-F2	A213-T2	A335-P2 A369-FP2 A426-CP2		A387-Gr 2
1Cr-1/2Mo	A182-F12 A336-F12	A213-T12	A335-P12 A369-FP12 A426-CP12		A387-Gr 12
1-1/4Cr-1/2Mo	A182-F11 A336-F11/F11A A541-C15	A199-T11 A200-T11 A213-T11	A335-P11 A369-FP11 A426-CP11	A217-WC6 A356-Gr6 A389-C23	A387-Gr 11
2Cr-1/2Mo		A199-T3b A200-T3b A213-T3b	A369-FP3b		
2-1/4Cr-1Mo	A182-F22/F22a A336-F22/F22A A541-C16/6A	A199-T22 A200-T22 A213-T22	A335-P22 A369-FP22 A426-CP22	A217-WC9 A356-Gr10 A643-GrC	A387-Gr 22 A542
3Cr-1Mo	A182-F21 A336-F21/F21A	A199-T21 A200-T21 A213-T21	A335-P21 A369-FP21 A426-CP21		A387-Gr 21
5Cr-1/2Mo	A182-F5/F5a A336-F5/F5A A473-501/502	A199-T5 A200-T5 A213-T5	A335-P5 A369-FP5 A426-CP5	A217-C5	A387-Gr 5
5Cr-1/2MoSi		A213-T5b	A335-P5b A426-CP5b		
5Cr-1/2MoTi		A213-T5c	A335-P5c		
7Cr-1/2Mo	A182-F7 A473-501A	A199-T7 A200-T7 A213-T7	A335-P7 A369-FP7 A426-CP7		A387-Gr 7
9Cr-1Mo	A182-F9 A336-F9 A473-501B	A199-T9 A200-T9 A213-T9	A335-P9 A369-FP9 A426-CP9	A217-C12	A387-Gr 9

2.2.3 Principales Propiedades

Algunas aleaciones de Cr-Mo pueden contener pequeñas adiciones de Co, Ti, Va o mayores cantidades de C o Si para aplicaciones específicas.

Generalmente la mejor resistencia a elevadas temperaturas es obtenida con 2-1/4Cr-1Mo. Los aceros Cr-Mo, son tratables térmicamente. Las propiedades mecánicas de estos aceros dependen del tratamiento térmico realizado durante la fabricación y soldadura, Ver tabla 2.3.

Si son enfriados rápidamente desde la temperatura crítica, se incrementa la dureza, la resistencia y reduce la ductilidad y tenacidad, si el contenido de C es menor a 0.15%, entonces estos aceros no podrán ser templados.

Tabla 2.2 Composición química de los aceros Cr-Mo.

Type	Composition, percent ^a						
	C	Mn	S	P	Si	Cr	Mo
1/2Cr-1/2Mo	0.10-0.20	0.30-0.60	0.045	0.045	0.10-0.30	0.50-0.80	0.45-0.65
1Cr-1/2Mo	0.15	0.30-0.60	0.045	0.045	0.50	0.80-1.25	0.45-0.65
1-1/4Cr-1/2Mo	0.15	0.30-0.60	0.030	0.045	0.50-1.00	1.00-1.50	0.45-0.65
2Cr-1/2Mo	0.15	0.30-0.60	0.030	0.030	0.50	1.65-2.35	0.45-0.65
2-1/4Cr-1Mo	0.15	0.30-0.60	0.030	0.030	0.50	1.90-2.60	0.87-1.13
3Cr-1Mo	0.15	0.30-0.60	0.030	0.030	0.50	2.65-3.35	0.80-1.06
5Cr-1/2Mo	0.15	0.30-0.60	0.030	0.030	0.50	4.00-6.00	0.45-0.65
7Cr-1/2Mo	0.15	0.30-0.60	0.030	0.030	0.50-1.00	6.00-8.00	0.45-0.65
9Cr-1Mo	0.15	0.30-0.60	0.030	0.030	0.25-1.00	8.00-10.00	0.90-1.10

a. Single values are maximum.

La tabla 2.3 muestra algunas de las propiedades mecánicas más importantes de acuerdo al tipo de fabricación.

tabla 2.3 Propiedades mecánicas

Product form	Tensile strength, ksi	Yield strength, ksi	Elongation, percent	Reduction of area, percent
Forgings	60-90	30-65	20-22	45-50
Tubing	60 ^a	30 ^a	30 ^a	—
Pipe	60-90	30-60	18-20	35 ^b
Castings	70-90	40-60	18-20	35 ^b
Plate	60-115	30-100	13-18	40 ^b

a. Minimum
b. Minimum, but may not apply to all grades.

2.2.4 Consideraciones metalúrgicas.

El acero cromo molibdeno es un acero de baja aleación por lo cual será susceptible a la fisuración en frío y propenso a las formaciones martensíticas durante el ciclo de soldeo.

Por el cual se tendrá que tener en cuenta un procedimiento adecuado de soldadura para proteger la fisuración en la ZAC.

2.2.5 Selección de material de tuberías.

Las tuberías, válvulas conexiones necesariamente tienen que ser materiales que tengan buenas propiedades mecánicas deseadas y cumplir todas las exigencias para soportar las altas temperaturas y presión de vapor.

Se selecciono para la línea de tuberías de alta SA 335 P11 por cumplir con los requerimientos para transportar vapor a presión de 64 bar y temperatura 400 °C y para línea de tuberías de baja planchas de acero ASTM A36 de acuerdo a la norma ASME B31.1; por cumplir los requerimientos de transportar vapor a 2 bar y 150 °C.

2.2.6 Soldabilidad de los aceros cromo molibdeno

En el mercado existen varios procesos de soldadura utilizada el cual se selecciono el proceso GTAW para el pase raíz y el SMAW para el relleno.

La ventaja del proceso GTAW mantiene el arco estable, aporte de calor concentrado, no genera salpicaduras, trabaja en toda posición, ayuda a tener un pase de raíz con buena fusión y penetración; han servido para seleccionar este proceso en la unión de estos materiales.

La gran desventaja del GTAW es que dependiendo de la composición química del material base y el tipo de fluido que pasa dentro de la tubería, podría ser necesario utilizar un gas de respaldo.

La soldadura SMAW se uso en el relleno de las juntas por ser adecuada por versatilidad, mediana tasa de deposición y menor costo de horas hombre.

2.2.7 Material de aporte

Al variar los materiales base por su composición química, propiedades mecánicas o determinadas características propias, se requieren nuevos materiales de aportes que cumplan los requerimientos del mercado.

Para los aceros de baja y mediana aleación como son el 1Cr-0.5Mo, o el 5Cr-1Mo o el 9Cr-1Mo, se van generando nuevos aportes de soldadura.

Hoy se puede encontrar los materiales de aporte de acuerdo a los materiales base que se van a soldar y este tipo de aportes no es la excepción, seguidamente las vamos a

presentar tablas en las cuales se podrá seleccionar el material de aporte de acuerdo al material base y proceso de soldadura a utilizar.

En la siguiente tabla 2.4 se muestra la clasificación de los aportes de soldadura dependiendo de la composición química del material base y del proceso de soldadura a utilizar de la AWS.

Tabla 2.4 Materiales de aporte

Steel	SMAW	GTAW, GMAW	FCAW	SAW
1/2Cr-1/2Mo	E801X-B1	—	E7XT5-A1 E8XT1-A1	F80X-E00X-B1
1Cr-1/2Mo, 1 1/4Cr-1/2Mo	E801X-B2 or E701X-B2L	ER80X-B2 or ER70X-B2L	E8XTX-B2 or E8XTX-B2L or E8XTX-B2H	F80X-E00X-B2 or F80X-E00X-B2H
2 1/4Cr-1Mo	E901X-B3 or E801X-B3L	ER90X-B3 or ER80X-B3L	E9XTX-B3 or E9XTX-B3L or F9XTX-B3H	F90X-E00X-B3
3Cr-1Mo	—	—	—	—
5Cr-1/2Mo	E502-1X or E801X-B6 or E801X-B6L	ER502 ⁹ or ER80X-B6	E502T-1 or 2 or E6XT5-B6	F90X-E00X-B6 or F90X-E00X-B6H
7Cr-1/2Mo	E7Cr-1X ⁷ or E801X-B7 or E801X-B7L	—	—	—
9Cr-1Mo	E505-1X or E801X-B8 or E801X-B8L	ER505 or ER80X-B8	E505T-1 or 2 or EX15-B8 or E6XT5-B8L	F90X-E00X-B8
9Cr-1Mo and V+Nb+N	E901X-B9	ER90X-B9	—	F90X-E00X-B9

2.2.8 Selección de la temperatura de pre-calentamiento

De acuerdo a la norma AWS D10.8 (Recommended Practices for Welding of Chromium-Molybdenum Steel Piping and Tubing ANSI/AWS D10.8-96), nos presenta una tabla en la cual nos da la temperatura de precalentamiento dependiendo del contenido de Cr y Mo así como el espesor del material base.

Tabla 2.5 Temperatura de precalentamiento

Base Metal	°F	°C
C-Steel	50	10
C-Mo and 1/2 Cr-Mo	175	80
1-1-1/4 Cr-Mo	250	120
2-3 Cr-Mo	300	150
5-9 Cr-Mo	400	200
9 Cr-Mo-V	400	200
300-SS	50	0

2.2.9 Selección del tratamiento térmico Post-Soldadura

Para poder poner en servicio una junta soldada de Acero Cr-Mo se requiere el tratamiento térmico de post soldadura el cual depende básicamente de la composición. Algunos aceros que se realiza un alto pre-calentamiento y son planchas delgadas no requieren tratamiento térmico post soldadura, los aceros que contienen hasta 1.25%Cr y 0.5%Mo presentan la suficiente ductilidad que es permitida por varios códigos no realizar post-calentamiento esto dependerá del adecuado pre-calentamiento realizado. Los aceros Cr-Mo que presentan alta dureza luego de la soldadura requieren obligatoriamente el tratamiento post-soldadura.

El tratamiento post-soldadura se realiza para reducir los esfuerzos en el junta soldada y ZAC incrementar la ductilidad y tenacidad del material de la junta soldada. La junta soldada será calentada a temperaturas cercanas y debajo de la transformación de la ausentita. Como se muestra en la siguiente tabla 2.6.

Tabla 2.6, Temperaturas de precalentamiento recomendadas

Recommended stress-relief temperature ranges for chromium-molybdenum steels	
Steel	Temperature range °F
1/2Cr-1/2Mo	1150-1300
1Cr-1/2Mo	1150-1350
1-1/4Cr-1/2Mo	
2-1/4Cr-1Mo	1250-1375
3Cr-1Mo	
5Cr-1/2Mo	1250-1400
7Cr-1/2Mo	
9Cr-1Mo	
a. temperature should not exceed the tempering temperature of the steel.	

2.3 Procesos de soldadura aplicados.

2.3.1 Proceso soldadura GTAW (Gas Tungsten Arc Welding)

2.3.1.1 Principios del Proceso

El procedimiento de soldeo por arco bajo gas protector con electrodo no consumible utiliza como fuente de energía el arco eléctrico que se establece entre el electrodo no consumible la pieza a soldar, mientras que el gas inerte protege el baño de fusión. El material de aportación cuando se utilice se aplicara por medios de varillas.

Ver figura 2.3

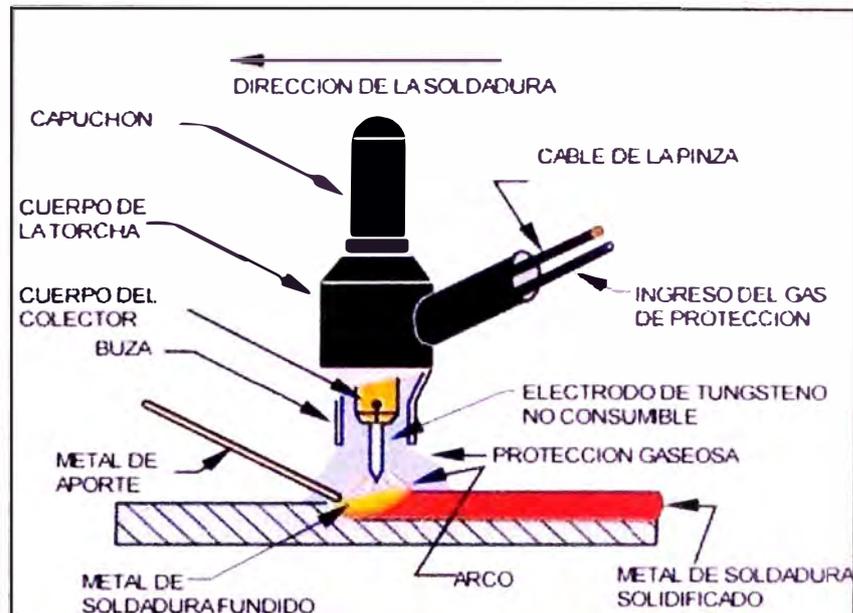


Figura 2.3 Descripción del proceso GTAW

2.3.1.2 Ventajas

Proceso adecuado para unir la mayoría de los metales

Arco estable y concentrado.

Aunque se trata de un proceso esencialmente manual, se ha automatizado para algunas fabricaciones en serie, como tubería de pequeño espesor, soldada longitudinal o helicoidalmente y para la fijación de tubos a placas en intercambiadores de calor.

No se producen proyecciones. (al no existir transporte del metal en arco).

No se produce escorias.

Soldaduras lisas y regulares.

Se puede utilizar con o sin metal de aporte, en función de la aplicación

Puede emplearse en todo tipo de uniones y posiciones.

Alta velocidad de soldeo en espesores por debajo de 3 – 4 mm

Se pueden conseguir soldaduras de gran calidad

Permite un control excelente de la penetración en la pasada de raíz

No requiere el empleo de fuentes de energía excesivamente caras

Permite el control independiente de la fuente de energía y del metal de aportación

No produce humos.

2.3.1.3 Limitaciones

La tasa de deposición es menor que la que se puede conseguir con otros procesos de soldeo por arco.

Su aplicación manual exige en general gran habilidad por parte del soldador

No resulta económico para espesores mayores de 10 mm

En presencia de corrientes de aire puede resultar difícil conseguir una protección adecuada de la zona de soldadura.

Mayor cantidad de radiación ultravioleta que en otros procesos, requiere protección adecuada.

2.3.1.4 Electrodo no consumibles

Al principio los electrodos fueron de wolframio puro, pero posteriormente se pudo comprobar que al añadir a este metal óxidos de torio o de zirconio aumenta la emisividad, incrementándose el flujo de electrones, favoreciéndose el encendido y reencendido del arco y, como consecuencia, su estabilidad. Además, estos elementos permiten utilizar mayores intensidades de corriente, pues elevan el punto de utilización

del electrodo, de esta forma se evita el fenómeno de desgaste del electrodo de wolframio puro que adicionalmente contaminaría el baño de fusión.

Tabla 2.7 Clasificación de los electrodos del GTAW

Especificación	Clasificación	Óxido de aleación		Color de Identificación
		Tipo	%	
ANSI / AWS A5.12-92	EWP	-	-	Verde
	EWCe-2	CeO ₂	1,8 - 2,2	Naranja
	EWLa-1	La ₂ O ₃	0,9 - 1,2	Negro
	EWLa-2	La ₂ O ₃	1,5 - 2,0	Azul
	EWTh-1	ThO ₂	0,8 - 1,2	Amarillo
	EWTh-2	ThO ₂	1,7 - 2,2	Rojo
	EWZr-1	ZrO ₂	0,15 - 0,40	Marrón
	EWG	Tierra rara	No se especifica	Gris

2.3.1.5 Clasificación de los electrodos GTAW.

EWP.- Tungsteno puro Se emplea generalmente en soldaduras de aluminio y magnesio. Poseen menor emisividad que los electrodos aliados.

EWCe.- No es radioactivo a diferencia del torio y trabajan bien en AC y DC.

EWLa.- No es radioactivo a diferencia del torio y trabajan con similares características que el EWLa.

EWTh.- Mejora la emisión de los electrones y puede transportar mayor corriente que el tungsteno puro, se utiliza en aceros al carbono.

EWZr.- Son óptimos para soldar con corriente alterna porque tienen buen arranque y estabilidad, buena resistencia a la contaminación del depósito.

Tabla 2.8 Longitudes disponibles:

Longitudes de Electrodo	
Pulg.	mm.
3	75
6	150
7	175
Otras longitudes se pueden proveer según requerimiento	

2.3.1.5.1 Diámetro del electrodo.

A mayor diámetro mayor capacidad de transporte de corriente, arco más grande e impreciso, a menor diámetro mayor control sobre el arco.

Tabla 2.9, Diámetros de electros y amperajes recomendados

Diámetro en pulgadas	DCEN (A) EWX-X	DCEP (A) EWX-X	AC no balanceada (A) EWP	AC no balanceada (A) EWX-X	AC balanceada (A) EWP	AC balanceada (A) EWX-X
0.01	Hasta 15	Na	Hasta 15	Hasta 15	Hasta 15	Hasta 15
0.02	5-20	Na	5-15	5-20	10-20	5-20
0.04	15-80	Na	10-60	15-80	20-30	20-60
1/16"	70-150	10-20	50-100	70-150	30-80	60-120
3/32"	150-250	15-30	100-160	140-235	60-130	100-180
1/8"	250-400	25-40	150-200	225-325	100-180	160-250
5/32"	400-500	40-55	200-275	300-400	160-240	200-320
3/16"	500-750	55-80	250-350	400-500	190-300	290-390
1/4"	750-1000	80-125	325-450	500-630	250-400	340-525

2.3.1.6 Material de aporte

El metal de aportación en el soldeo GTAW no es siempre necesario cuando se sueldan piezas delgadas (de menos de 3 mm de espesor) utilizando una preparación de bordes recta o con bordes levantados.

Con la finalidad de obtener uniones sin defectos es muy importante que el metal de aportación se mantenga libre de contaminaciones ya sea en forma de humedad, polvo o suciedad. Debe por tanto mantenerse en su paquete hasta el momento de ser utilizado. Durante el soldeo es importante que la parte caliente de la varilla esté siempre lo suficientemente cerca del baño de fusión como para que lo cubre el gas de protección.

Puesto que el TIG es un proceso que no produce escorias y que se realiza en una atmósfera inerte que no provoca reacciones en el baño el material de aportación cuando se utilice deberá tener básicamente una composición química similar a la del material base.

Normalmente, se presentan en forma de varillas de distintos diámetros: 1.1, 1.6, 2, 2.4, 3.2, 4 y 4.8 mm, con una longitud de 900 mm.

Tabla 2.10 Especificaciones AWS para los materiales de aporte GTAW.

ESPECIFICACION AWS	TITULO
A 5.2	Varillas de hierro y acero para soldadura con gas
A 5.7	Varillas desnudas y electrodos para soldadura del cobre y aleaciones
A 5.9	Varillas y electrodos para soldadura por arco de acero al cromo y al cromo - níquel, resistentes a la corrosión, desnudos y compuestos con núcleo de metal y trenzados
A 5.10	Varillas desnudas y electrodos para soldadura del aluminio y aleaciones
A 5.13	Varillas y electrodos de soldadura para recubrimiento
A 5.14	Varillas desnudas y electrodos para soldadura del níquel y aleaciones
A 5.16	Varillas desnudas y electrodos para soldadura del titanio y aleaciones
A 5.18	Varillas y Electrodo para soldadura de arco de metal y gas de aceros al carbono
A 5.19	Varillas desnudas y electrodos para la soldadura de aleaciones de magnesio
A 5.24	Varillas desnudas y electrodos para soldadura de zirconio y aleaciones

2.3.1.7 Gases Protectores. El gas protector tiene la función de proteger el charco de soldadura, el material de aporte y el electrodo de Wolframio de la contaminación atmosférica. Entre los principales gases tenemos: Ar, He y mezclas Ar-He y Ar-H.

Argón.- Entre las principales características tenemos: Posee mayor resistencia a corriente de aire transversales, requiere menores caudales de gas, mayor facilidad para la iniciación del arco, menor costo y mayor disponibilidad, menor penetración que el Helio durante el soldeo, arco más silencioso y uniforme, para el proceso GTAW se utiliza como mínimo requerido 99.95%. como gas inerte.

Helio.- Entre las principales características tenemos: Son recomendados para soldar materiales de alta conductividad térmica, adecuado para aplicaciones mecanizadas de alta velocidad, transfiere mayor calor que el argón, es ideal para

soldar planchas gruesas y es más ligera que el argón por tener menor densidad, para el proceso GTAW se requiere como mínimo 99.99% como gas inerte.

2.3.1.7.1 Velocidades de flujo de los gases protectores recomendados

El flujo de gas durante la soldadura dependerá del tamaño de la tobera, del charco de soldadura y corriente de aire. Los valores promedios para el Ar y He.

Argón: 7-16 Lt/min.(5-35Pies³/min)

Helio: 14-24 Lt/min.(30-50Pies³/min)

2.3.1.8 Selección del tipo de corriente

El proceso TIG puede utilizarse tanto en corriente continua como en corriente alterna; la elección de la Clase de corriente y polaridad se hará en función del material a soldar, con el fin de realizar esta elección Correctamente vamos a destacar algunos aspectos diferenciales de ambas alternativas.

2.3.1.8.1 Arco con corriente continua

Cuando se utiliza la polaridad directa por ejemplo, si el electrodo conectado al polo negativo la energía del arco se concentra fundamentalmente en la pieza por lo que se obtiene un rendimiento térmico relativamente aceptable una velocidad de soldeo más rápida y una buena penetración. Por otra parte, el electrodo soporta intensidades del orden de 8 veces mayores que si estuviese conectado al polo +, sin fundirse ni deteriorarse.

2.3.1.8.2 Arco con corriente alterna

La corriente alterna tiene las ventajas de las dos polaridades: el buen comportamiento durante el semiciclo de polaridad directa y el efecto decapante del baño durante el semiciclo de polaridad inversa, por lo que suele emplearse en el soldeo de aleaciones ligeras, tales como las de aluminio y magnesio.

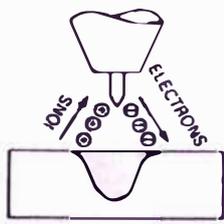
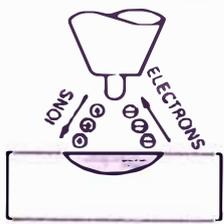
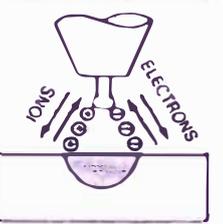
CURRENT TYPE	DCEN	DCEP	AC (BALANCED)
ELECTRODE POLARITY	NEGATIVE	POSITIVE	
ELECTRON AND ION FLOW			
PENETRATION CHARACTERISTICS			
OXIDE CLEANING ACTION	NO	YES	YES, ONCE EVERY HALF CYCLE
HEAT BALANCE IN THE ARC (APPROX.)	70% AT WORK END 30% AT ELECTRODE END	30% AT WORK END 70% AT ELECTRODE END	50% AT WORK END 50% AT ELECTRODE END
PENETRATION	DEEP, NARROW	SHALLOW WIDE	MEDIUM
ELECTRODE CAPACITY	EXCELLENT e.g. 1/8 in. (3.2 mm) 400 A	POOR e.g. 1/4 in. (6.4 mm) 120 A	GOOD e.g. 1/8 in. (3.2 mm) 225 A

Figura 2.4 Tipos de corriente y polaridad para soldadura GTAW.

2.3.1.9 Fuente de energía

La fuente de energía para el soldeo TIG debe presentar una característica descendente (de intensidad constante), para que la corriente de soldeo se vea poco afectada por las variaciones en la longitud del arco.

La fuente de energía debe tener un rango de variación continua de intensidad y una intensidad mínima baja (5 – 8 A). Además debe ser capaz de suministrar una intensidad tan alta como sea requerida por los espesores y el material que se va a soldar. Se da a continuación una indicación de las intensidades requeridas por milímetro de espesor de

chapa para diferentes materiales.

- Acero baja aleación: 30-40 A.
- Acero Inoxidable: 30-40 A.
- Aluminio: 40-50 A.
- Cobre: 75-80 A.

Entre las principales funciones se tiene:

Funciones de control pendiente

Algunos equipos poseen integrada una función de control de pendiente. Durante la pendiente positiva la corriente se incrementa paulatinamente en el momento de arranque. Esto da al soldador más tiempo para colocar el electrodo en la posición de soldeo. También reduce el riesgo de fusión del electrodo. La función de pendiente negativa, conocida también como función de llenado del rechupe, permite una reducción gradual de la corriente al final de la soldadura. Esto evita la formación de defectos de soldeo causados por la aparición de rechupes que se podrían formar al final de la soldadura.



Figura 2.6 Temporización de pre-flujo y post-flujo.

2.3.1.10 El Porta-electrodo.

Los portaelectrodos tienen la misión de conducir la corriente y el gas de protección hasta la zona de soldeo. Pueden ser de refrigeración natural (por aire) o de refrigeración forzada (mediante circulación de agua). Los primeros se emplean en el soldeo de espesores finos que no requieren grandes intensidades y los de refrigeración forzada se recomiendan para trabajos que exijan intensidades superiores a los 150 –200 amperios. En estos casos la circulación de agua por el interior del portaelectrodos evita el sobrecalentamiento del mismo. A partir de 300 amperios en régimen discontinuo es necesario que también la boquilla esté refrigerada por agua.

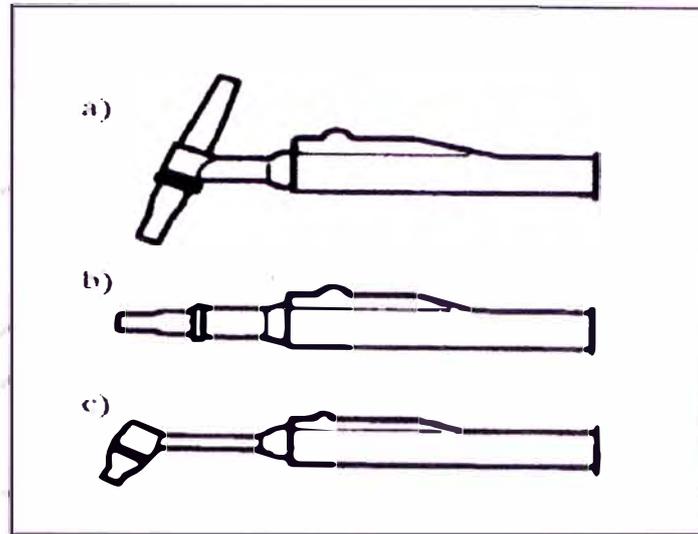


Figura 2.7 Tipos de portaelectrodos

A: Normal

B: Recta.

C: Corta

2.3.1.11 Partes Principales de los equipos de soldeo GTAW

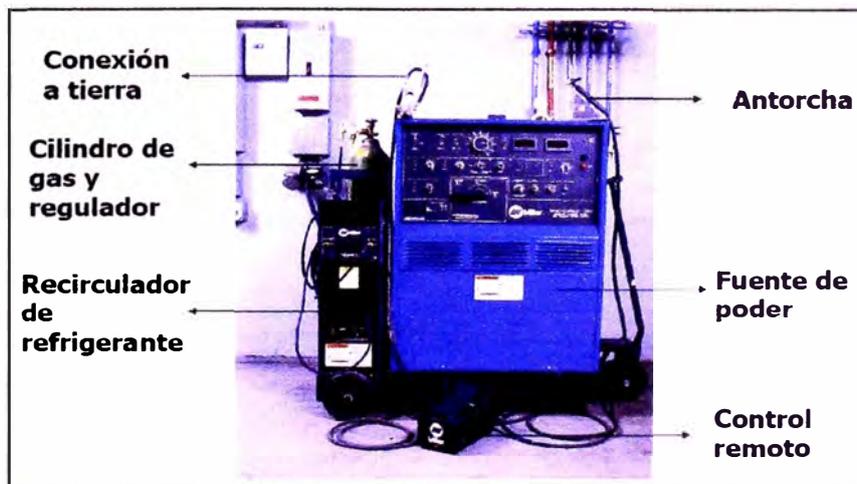


Figura 2.8 Partes principales del un equipo GTAW

2.3.2 Soldadura arco manual SMAW (Shield Metal Arc Welding)

La soldadura manual es la más utilizada en la industria Peruana por su versatilidad ya que se puede soldar mayoría de los metales, se puede utilizar en lugares de difícil acceso y en toda posición.

La soldadura por arco eléctrico manual es un proceso de soldadura en el que la coalescencia se produce por el calor generado por el arco eléctrico establecido entre el extremo del electrodo revestido y la superficie del metal base en la unión que se está soldando. La norma del proceso de soldadura manual según la American Welding Society es AWS 3.0.

2.3.2.1 Principios de proceso.

El soldeo del arco con el electrodo revestido es el que la fusión de metal se produce gracias al calor generado por un arco eléctrico establecido entre el extremo de un electrodo revestido y el metal base de la unión a soldar. El material de aportación se obtiene por la fusión del electrodo en forma de pequeñas gotas y la protección se obtiene por la descomposición del revestimiento en forma de gases y en forma de escoria líquida que flota.

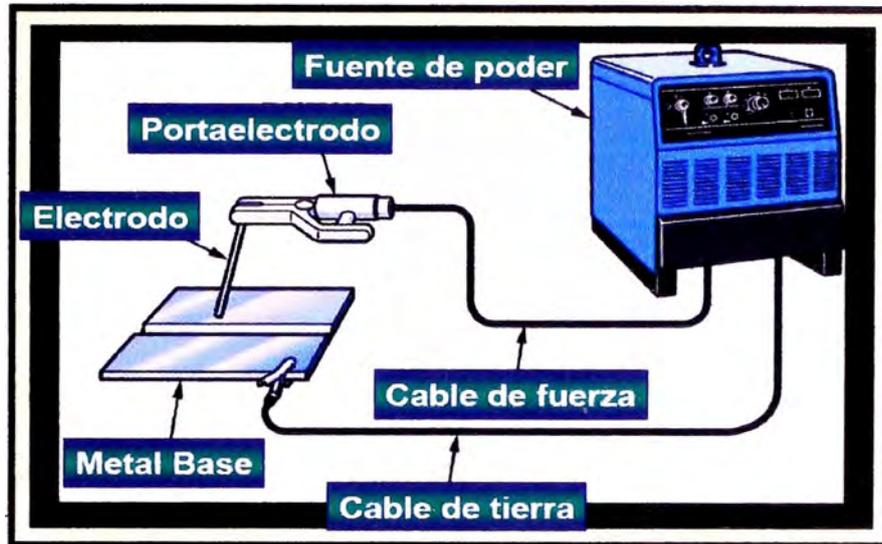


Figura 2.9 Esquema del proceso SMAW

2.3.2.2 Tipos de fuente de poder.

Las fuentes de poder son de corriente constante es decir que la corriente seleccionada no variara durante del proceso. Puede funcionar como corriente continua como alterna, puede funcionar con red trifásica o monofásica, la capacidad de la máquina de acuerdo a su ciclo de trabajo, tiene un voltaje de vacio no mayor a 65 voltios. Lo más importante es que la corriente se mantenga constante.

Entre los principales tipos de maquinas tenemos:

- Maquinas Estáticas (Transformadores, Rectificadores)
- Maquinas Rotativas (De motor eléctrico, De combustión Interna)
- Maquinas Inversoras (Trifásicas, Monofásicas).

2.3.2.3 Material base

Para cada material existe un proceso de soldadura diferente así como material de aporte diferente. Entre las principales características que se tiene en cuenta en el metal base son los siguientes: Composición química, dimensiones y formas, si anteriormente a recibido tratamientos térmicos, Curvas de Revenido, características mecánicas, condiciones de servicio y soldabilidad.

De acuerdo a estas características se pueden conocer las transformaciones estructurales que sufrirá la pieza y si necesita un tratamiento térmico durante el proceso, posible problemas de agrietamiento (fisuración en frío y en caliente), el material de aporte que se va utilizar, la soldabilidad del material base, dilataciones y contracciones, dilución.

2.3.2.4 Material de aporte

El elemento fundamental para la soldadura manual es el electrodo, que soporta el arco y que al consumirse produce la aportación del material que unido al material fundido del metal base va a constituir el material soldado. El electrodo está básicamente constituido por un alambre de composición similar al del metal base con o sin un revestimiento que lo envuelve.

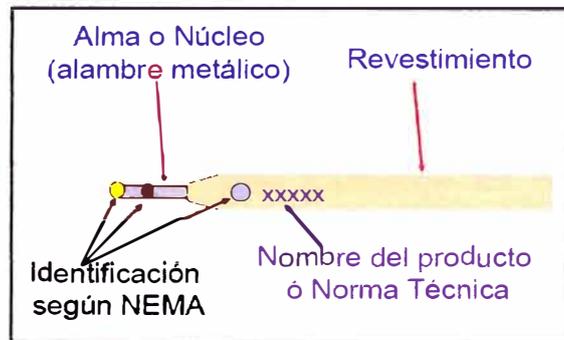


Figura 2.10 Partes de un electrodo revestido

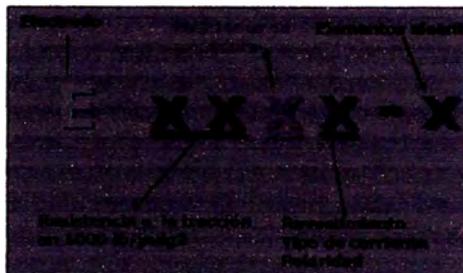


Figura 2.11 Especificación un electrodo según la AWS A5.1 y A5.5

2.3.2.5 Funciones del revestimiento del material de aporte.

F. Eléctrica.

Asegurar una buena ionización entre el cátodo y el ánodo, permitir el empleo de corriente alterna o corriente continua y facilitar el encendido del arco (cebado).

F. Metalúrgica

Generación de gases para proteger al metal fundido de los gases dañinos

del medio ambiente, agregar elementos formadores de escoria protectora, evita los cambios bruscos de temperatura elimina a los elementos de azufre y fosforo, compensar la pérdida de elementos aleantes por la acción de las altas temperaturas del arco que tienden a perderse los elementos silicio y cromo, aporta elementos de aleación para poder obtener características y propiedades determinadas como Cromo, Manganeso, Níquel, Etc.

F. Mecánica o física

Formar el cañón o cráter del electrodo (la transferencia de gotas al baño de fusión, Influenciar en la formación del cordón de soldadura (escoria), Influenciar en la protección del baño de fusión, Influenciar en la penetración, evitar un arco errático, permitir operar el electrodo en diferentes posiciones de soldadura, ayudar la transmisión del calor al metal, permitir en algunos casos la soldadura por arrastre.

2.3.2.5.1 Tipos de revestimientos del material de aporte según AWS.

Celulósicos, Rutilicos, hierro en polvo, básicos y mixtos.

Características de los principales electrodos utilizados en industria:

❖ Electrodo celulósicos.

- El revestimiento está formado por sustancias orgánicas que generan grande cantidades de calor debido a la celulosa.

- Pueden trabajar con amperajes altos pero son susceptibles a que se queme el revestimiento.

Se puede soldar con corriente continua o alterna.

Aplicaciones especiales en tuberías.

El electrodo más comercial en nuestro mercado es el E6011.

Entre las Principales características de los electrodos celulósicos tenemos:

Son de alta penetración debido a la celulosa.

Se puede soldar a toda posición.

Son ideales para los pases raíces.

- Por lo general no necesitan un secado tan riguroso como los electrodos básicos.

Se puede trabajar con ambos tipos de corriente.

Se puede trabajar con ambos tipos de corriente.

❖ **Electrodos básicos**

Su principal componente es el CaCO_3 , F_2Ca , lo que produce una escoria básica desulfurizante.

En Mn y Si aumentan la basicidad de la escoria.

La soldadura presenta altos valores mecánicos.

- Son hidroscopios por lo que necesitan almacenarse en hornos a temperaturas especificadas.
- Se sueldan en toda posición.

El electrodo más comercial en el mercado es el E7018.

2.3.2.5.2 Problemas humedad en los electrodos.

Los principales problemas que presenta la humedad son: Porosidad en el material depositado, incremento de salpicaduras, mal aspecto exterior del cordón exterior, mala estabilidad del arco, socavaciones en el material depositado, formación de precipitados sobre el revestimiento.

❖ Resecado de electrodos revestidos.

Una vez que se haya acumulado humedad en los electrodos y son mayores de lo que dice la norma entonces se tiene que llevar a hornos especiales de acuerdo a la temperatura y tiempo que establece la norma.

No se debe pasar las temperaturas que el fabricante recomienda.

Se recomienda usar hornos de mantención en campos y termos portátiles cuando en ambiente de trabajo es húmedo especialmente cuando se suelda electrodos básicos.

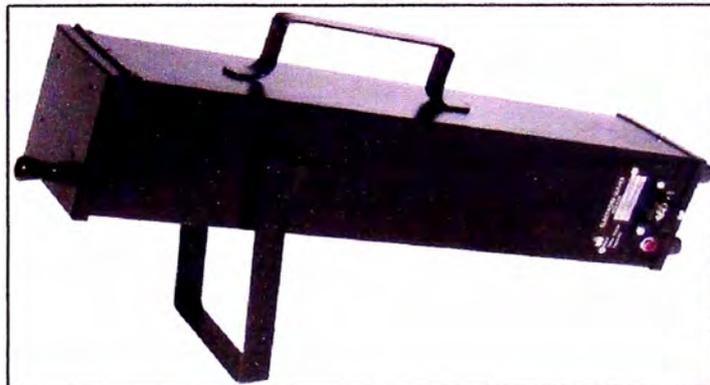


Figura 2.12 Horno de portátil de electrodos revestidos

2.4 Ensayos no Destructivos

Los ensayos no destructivos se realizan para buscar defectos en las estructuras, piezas y poder ser reparada antes que entre en servicio y también es una forma de garantizar la calidad de la soldadura. En las tuberías de Cr-Mo se utilizan por lo general exámenes radiográficos y ultrasonido por su alta confiabilidad, Las tuberías fabricadas de planchas estructurales ASTM A-36 líquidos penetrantes.

A continuación se describirá los principales procesos utilizados en el montaje de tuberías y soporterías.

2.4.1 Inspección Visual (VT).- La inspección visual es el método más utilizado en las industrias el cual permiten identificar los defectos superficiales e imperfecciones en las juntas soldadas permitiendo la identificación de los defectos en procesos de fabricación donde existe soldadura secuencial reduciendo los costos por la detección a tiempo de los defectos e imperfecciones.

Una completa inspección visual se realiza antes, durante y después del proceso de soldadura el cual permite identificar la mayoría de los defectos que son detectados después por otros métodos de inspección.

2.4.2 Ensayo Radiográfico (RT).- La radiografía es un método de ensayos no destructivos basados en el principio de la transmisión o absorción de radiación preferencial, las áreas de espesor reducido o menor densidad transmiten más y en consecuencia absorben menos radiación. La radiación que pasa a través del objeto de ensayo formará una imagen contrastante en una película que recibe la radiación.

2.4.3 Ensayo Ultrasonido (UT).- Es un método de inspección de alta frecuencia que se utiliza ondas sonoras de alta frecuencia por encima del rango audible por el ser humano para medir propiedades geométricas y físicas en los materiales. Las ondas sonoras viajan a distintas velocidades en los distintos materiales, sin embargo la velocidad de propagación del sonido en un material dado es un valor constante para este material.

Las aplicaciones del ensayo por ultrasonido incluyen la detección de discontinuidades superficiales y sub-superficiales y es más sensible a las discontinuidades planares especialmente aquellas que están orientadas en forma perpendicular al haz sonoro, por este método se puede detectar laminaciones, fisuras y falta de fusión inclusiones y agujeros a la vez que determina si el metal es sano y pueden realizarse mediciones de espesor.

2.4.4 Ensayo de líquidos penetrantes (PT).- Este ensayo revela discontinuidades superficiales mediante la afloración de un medio penetrante contra un fondo contrastante coloreado. Esto se logra mediante la aplicación de un penetrante generalmente líquido sobre una superficie limpia de la pieza a ensayar. Una vez que se deja permanecer al penetrante sobre la superficie durante una cantidad de tiempo de penetración, este se va a infiltrarse dentro de cualquier abertura superficie a continuación se remueve el exceso de penetrante y a continuación se coloca el revelador de saca el penetrante de las discontinuidades. La limitación más importantes que el penetrante no detecta discontinuidades sub superficiales.



Figura 2.13 Ensayos de fisuras.

En la figura 2.13 se observa la aplicación de líquidos penetrantes al pase raíz de una junta longitudinal en la fabricación de una tubería de baja presión.

2.4.4.1 Aplicación del penetrante.

Los penetrantes se aplican por inmersión, rociado con un cepillo o brocha, vertiendo el líquido sobre la pieza o cualquier otro método, vertiendo el líquido sobre la pieza o cualquier otro método que cubra la zona que se inspecciona.

Será necesario obtener una película fina uniforme en toda la superficie y se deberá esperar un tiempo llamado tiempo de penetración para que el líquido penetre en grietas. Este tiempo oscila entre los 5 y 15 minutos dependiendo del material y la clase de grietas.

Eliminación del exceso de penetrante, se debe retirar la capa superficial del penetrante de forma que lo único que permanezca sea el que se hubiera alojado en las discontinuidades.

Se entiende por exceso de penetrante todo líquido que no se ha introducido en los defectos y que permanece sobrante sobre la superficie de la pieza a inspeccionar.

Esta etapa es crítica y de su correcta realización dependerá el resultado final de la inspección, ya que es necesario eliminar y limpiar el exceso de penetrante de tal modo que no extraigamos el penetrante introducido en los defectos. Si no se ha eliminado perfectamente el líquido penetrante, en la inspección final aparecerán manchas de penetrante produciendo indicaciones falsas e incluso, el enmascaramiento de las grietas. Para saber si hemos eliminado bien el exceso de penetrante es necesario hacer una inspección visual. Es aconsejable quitar en primer lugar la mayor parte del penetrante con trapos o papel absorbente y después eliminar el resto utilizando trapos o papel ligeramente impregnados en disolvente.

2.4.4.2 Aplicación del revelador.

Aplicar el revelador y dejarlo actuar, el revelado es la operación que hace visible al ojo humano la posición del defecto, el revelador es básicamente un producto en polvo de compuestos químicos blancos e inertes y con una granulometría tal que dispone de un gran poder de absorción. Una vez aplicado el revelador, hay que esperar un tiempo para que absorba el penetrante, este tiempo oscila entre 5 y 15 minutos.

Durante la preparación de las piezas para la inspección es necesario secarlas después de la aplicación del revelador húmedo o eliminar el remanente antes del uso del polvo revelador seco.

2.4.4.3 Inspección final de la pieza.

Una vez transcurrido el tiempo de revelado, se procede a la inspección de los posibles defectos de las piezas procesadas.

El tiempo de revelado depende del tipo de penetración, del revelador y del defecto, pero deberá permitirse tiempo suficiente para que se formen las indicaciones. La inspección se realiza antes de que el penetrante comience a exudar sobre el revelador hasta el punto de ocasionar la pérdida de definición.

El proceso de inspección se compone de dos etapas.

- ❖ Inspección.
- ❖ interpretación.

Una regla práctica es que el tiempo de revelado nunca debe ser menor a siete minutos.

Indicaciones relevantes. Son las causadas por discontinuidades que están generalmente presentes en el diseño.

Indicaciones falsas. Son el resultado de alguna forma de contaminación con penetrantes, estas indicaciones no pueden referirse a ningún tipo de discontinuidad.

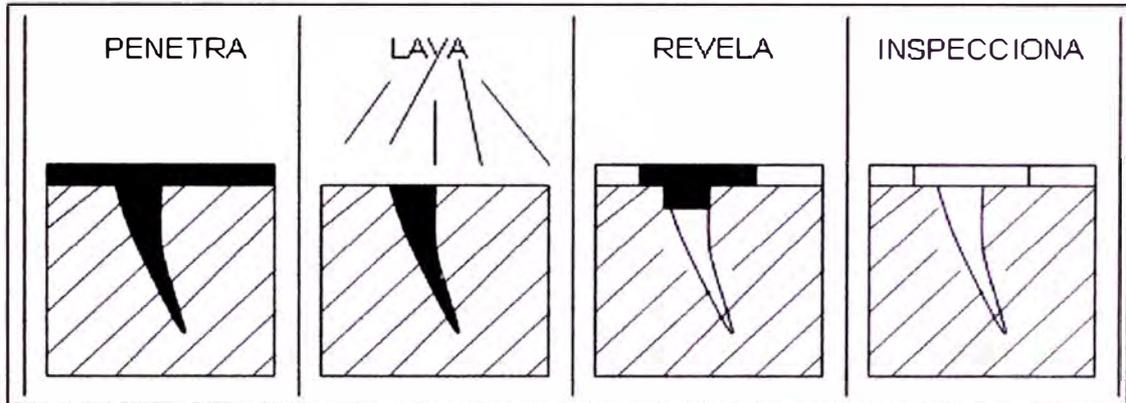


Figura 2.14 Esquema de aplicación de líquido penetrante

2.4.5 Partículas Magnéticas (MT)

Aplicar la técnica de partículas magnéticas, para la detección de posibles discontinuidades en la inspección de materiales ferro magnético.

La técnica de partículas magnéticas es una técnica no destructiva relativamente sencilla, basada en la propiedad de ciertos materiales de convertirse en un imán.



Figura 2.15 Aplicación de MT en una estructura buscado defectos.

2.4.5 .1 Descripción de las Partículas Magnéticas

Es un método que utiliza principalmente corriente eléctrica para crear un flujo magnético en una pieza y al aplicarse un polvo ferro magnético produce la indicación donde exista distorsión en las líneas de flujo (fuga de campo).

Propiedad física en la que se basa. (Permeabilidad)

Propiedad de algunos materiales de poder ser magnetizados.

La característica que tienen las líneas de flujo de alterar su trayectoria cuando son interceptadas por un cambio de permeabilidad.

Los materiales se clasifican en:

Tabla 2.11 Tipos de materiales Magnetizables

Diamagnéticos	Paramagnéticos	Ferromagnéticos
<ul style="list-style-type: none">•No son magnetizables.•No son atraídos por un campo magnético.•Son ligeramente repelidos por un campo magnético.	<ul style="list-style-type: none">•Materiales que son débilmente atraídos por un campo magnético y tienen una pequeña tendencia a la magnetización; estos no son inspeccionables por partículas magnéticas.	<ul style="list-style-type: none">•Son fácilmente magnetizables.•Son fuertemente atraídos por un campo magnético.•Son capaces de retener su magnetización después que la fuerza magnetizante ha sido removida.
<ul style="list-style-type: none">•Mercurio.•Oro.•Bismuto.•Zinc.•Cobre•Plata.	<ul style="list-style-type: none">•Aluminio, magnesio.•Molibdeno, litio.•Cromo, platino.•Sulfato de cobre.•Estaño, potasio.•Aceros inoxidable austeníticos y de la serie 300.	<ul style="list-style-type: none">•Hierro, níquel, cobalto y gadolinio.•Mayoría de los aceros, inclusive inoxidable de la serie 400 y 500.•Aleaciones de cobalto y níquel.•Aleaciones de cobre, manganeso y aluminio.

2.4.5 .2 Tipos de discontinuidades:

- Superficiales
- Sub superficiales (muy cercanas a la superficie)

Poros, grietas, rechupes, traslapes, costuras, laminaciones, etc.

Materiales: Materiales ferromagnético (aceros, fundiciones, soldaduras, níquel, cobalto y sus aleaciones).

2.4.5 .3 Aplicaciones:

Se utilizan para la detección de discontinuidades superficiales y subsuperficiales (hasta 1/4" de profundidad aproximadamente, para situaciones prácticas) en materiales ferromagnéticos.

Este método se aplica a materiales ferromagnéticos, tales como:

- Piezas de fundición, forjadas, roladas.
- Cordones de soldadura.
- Inspección en servicio de algunas partes de avión, ferrocarril, recipientes sujetos a presión,
- Ganchos y engranes de grúa, estructuras de plataforma, etc.
- Es sensible para la detección de discontinuidades de tipo lineal, tales como;
- Grietas de fabricación o por fatiga.
- Desgarres en caliente.
- Traslapes.
- Costuras, faltas de fusión, Laminaciones, etc.

2.4.5 .4 Ventajas:

Se puede inspeccionar las piezas en serie obteniéndose durante el proceso, resultados seguros e inmediatos.

La inspección es más rápida que los líquidos penetrantes y más económicos.

Equipo relativamente simple, provisto de controles para ajustar la corriente, y un amperímetro visible, conectores para HWDC, FWDC y AC.

Portabilidad y adaptabilidad a muestras pequeñas o grandes.

Requiere menor limpieza que Líquidos Penetrantes.

Detecta tantas discontinuidades superficiales y sub-superficiales.

Las indicaciones son producidas directamente en la superficie de la pieza, indicando la longitud, localización, tamaño y forma de las discontinuidades.

El equipo no requiere de un mantenimiento extensivo.

Mejor examinación de las discontinuidades que se encuentran llenas de carbón, escorias u otros contaminantes y que no pueden ser detectadas con una inspección por Líquidos Penetrantes.

2.4.5 .5 Desventajas:

Es aplicable solamente a materiales ferromagnético; en soldadura, el metal depositado debe ser también ferromagnético.

Requiere de una fuente de poder.

Utiliza partículas de fierro con criba de 100 mallas (0.00008 in)

No detectará discontinuidades que se encuentren en profundidades mayores de 1/4".

La detección de una discontinuidad dependerá de muchas variables, tales como la permeabilidad del material, tipo, localización y orientación de la discontinuidad, cantidad y tipo de corriente magnetizante empleada, tipo de partículas, etc.

La aplicación del método en el campo es de mayor costo.

La rugosidad superficial puede distorsionar las líneas de flujo.

Se requieren dos o más inspecciones secuenciales con diferentes magnetizaciones.

Generalmente después de la inspección se requiere de una des-magnetización.

Debe tenerse cuidado en evitar quemadas por arco eléctrico en la superficie de la pieza con la técnica de puntas de contacto.

Aunque las indicaciones formadas con partículas magnéticas son fácilmente observables, la experiencia en el significado de su interpretación es muchas veces necesario.

2.5 Expansión térmica en tuberías

2.5.1 Efectos de la deformación.

Los metales se solidifican formando estructuras cristalinas, dentro de estas estructuras cada átomo ocupa una posición de equilibrio y vibra en su posición con una cierta amplitud y dependiendo de la temperatura.

Con el cambio de este parámetro va a cambiar el valor de amplitud y dará lugar a una modificación de la estructura volumétrica, llamada expansión térmica.

2.5.2 Expansión térmica axial.

Tomemos como ejemplo un segmento de una tubería bajo los efectos de la expansión térmica.

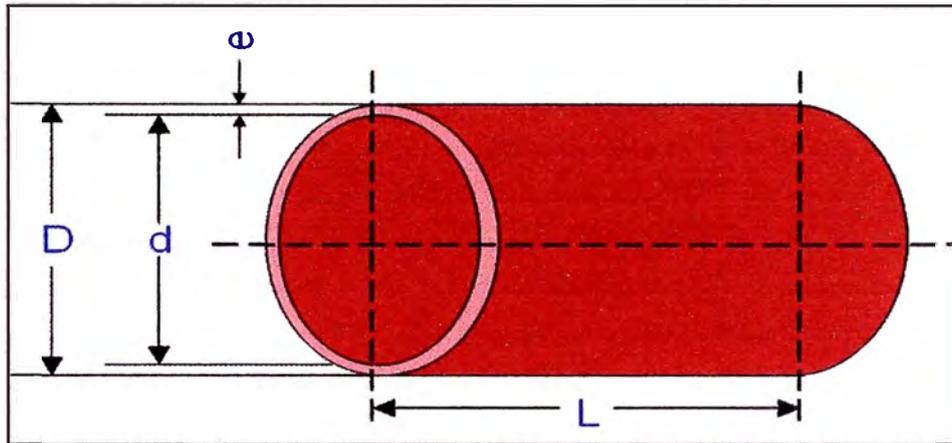


Figura 2.16 Esquema de la dilatación de un tubo

La expansión térmica axial del tubo se determina mediante la siguiente ecuación

$$X = L \times \Delta T \times K$$

X: Dilatación térmica axial en (mm).

L: Longitud inicial del tubo (m).

ΔT : Máxima variación de temperatura ($^{\circ}\text{C}$).

K: Coeficiente de unidad térmica ($\text{mm} / \text{m} \text{ } ^{\circ}\text{C}$)

En la tabla siguiente se muestran los coeficientes de expansión térmica de la unidad para diferentes materiales y temperaturas de acuerdo al Norma ASME B31.1.

Tabla 2.12 Coeficientes de expansión térmica

COEFICIENTES DE DILATAÇÃO TÉRMICA UNITÁRIA K ($\frac{\text{mm}}{\text{m} \cdot ^\circ\text{C}}$)						
MATERIAL	ATÉ 100°C	200°C	300°C	400°C	500°C	600°C
AÇO CARBONO	0.0120	0.0126	0.0131	0.0136	0.0141	0.0147
AÇO INOX 18 Cr 8 NI	0.0168	0.0175	0.0180	0.0184	0.0188	0.0191
ALUMINIO	0.0238					
COBRE	0.0165	0.0168				
FERRO FUNDIDO	0.0110					

2.5.3 Fuerzas causadas por la dilatación térmica axial.

Un tubo recto se fija en ambos extremos rígidos y se somete a un cambio de temperatura, este transmitirá fuerzas a las partes fijas debidas a la expansión.

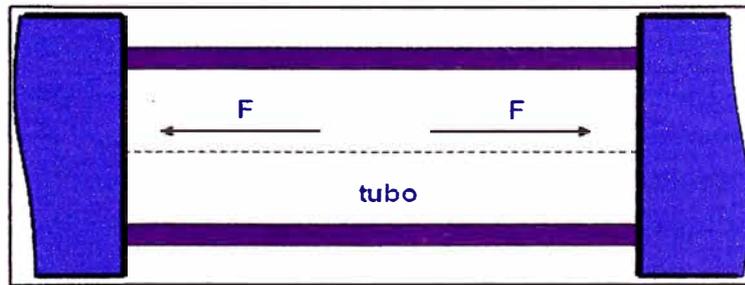


Figura 2.17 Esquema de las fuerzas de dilatación del tubo

De acuerdo a la ley de Hooke la fuerza es:

$$F = \frac{A \times E \times K \times \Delta T}{1000}$$

F: Fuerza de empuje en los puntos fijos (t.)

A: área efectiva de la sección transversal del tubo (cm^2)

E: Módulo de elasticidad (módulo de Young) del material a la temperatura considerada (kgf/cm^2).

2.5.4 Accesorios de expansión térmica.

Son estructuras y accesorios diseñados para contrarrestar la dilatación térmica y los esfuerzos producidos por la elevada temperatura y dependiendo de la zona de dilatación de la tubería, los esfuerzos admisibles y criticidad de los equipos, pueden tener diversas formas: curva completa, herradura o lira, junta deslizante, fuelles.

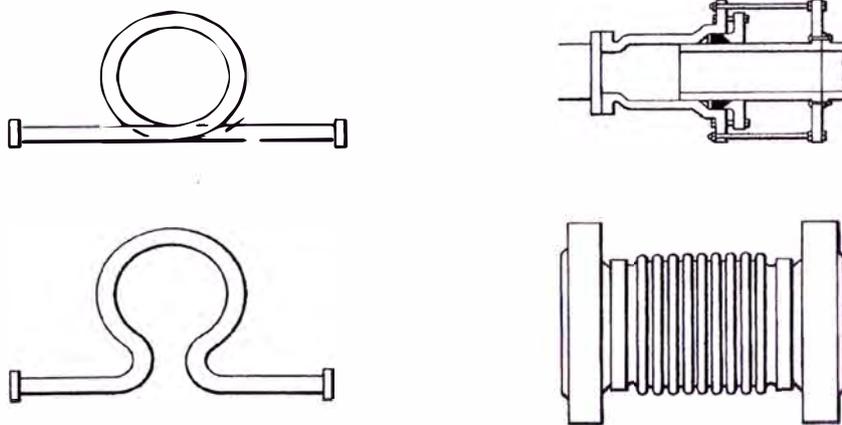


Figura 2.18 Juntas de Expansión

2.6 Aislamiento Térmico.

El aislamiento térmico se utiliza en la industria desde la iniciación de la era industrial, las principales razones para su utilización del aislamiento térmico son las

Necesidades en el proceso ya que se deben evitarse transferencias térmicas que disfunciones el proceso por diferencias de temperaturas no admisibles.

Seguridad de pérdidas y bienes.- Si no existe aislamiento térmico suficiente las temperaturas superficiales externas pueden elevarse lo suficiente y provocar lesiones y accidentes a las personas o provocar efectos de combustión e incendios.

El aislamiento térmico reduce pérdidas energéticas.- de tal modo que estas pueden llegar a ser 2 a 3% de las pérdidas energéticas sin aislamiento, esto dependerá también del área del cuerpo expuesto.

El aislamiento térmico reduce la contaminación ambiental.- Dada que el consumo de energía y contaminación están unidos; la energía que menos contamina es la no gastada, realizando un buen aislamiento térmico estamos evitando una mayor combustión de materia prima en los calderos de carbón y bagazo.

2.6.1 Aislamiento en Tuberías

Se describe el montaje clásico del aislamiento térmico de una tubería en el sector industrial, estos montajes van fundamentados en minimizar las pérdidas de calor, costo del aislamiento presupuestado y la experiencia de profesionales dedicadas a este rubro.

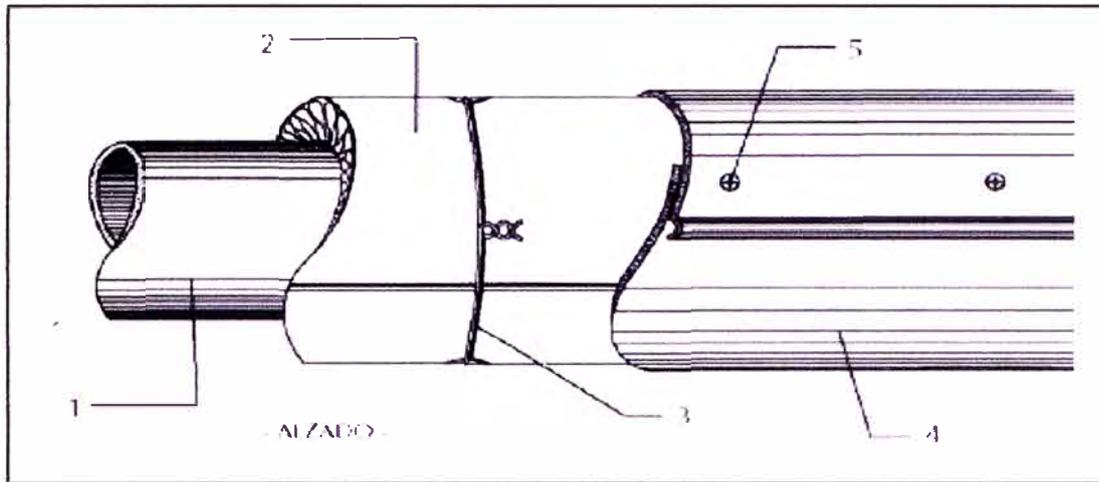


Figura 2.19 Esquema de aislamiento térmico

- 1.- Tubería.
- 2.- Lana mineral de roca.
- 3.- Soportes de alambres y platinas para fijación de la lana mineral.
- 4.- Láminas de aluminio de protección del aislante térmico.
- 5.- Tornillos de sujeción de las láminas de aluminio.

2.7 Turbogeneradores.

Hasta hace pocos años las turbinas a vapor eran prácticamente desconocidas en las fábricas de azúcar, a la fecha debido al progreso de la electrificación es común en este tipo de industrias, si no hay estos equipos se tiene que instalarlas si se desea conservarse moderna. Las turbinas comúnmente utilizadas en los ingenios azucareros son de impulso o contrapresión y reacción.

Tipos de turbogeneradores:

2.7.1 Características Constructivas de las Turbinas de impulso.

- El vapor a altas velocidades incide sobre las paletas móviles.
- La energía cinética se convierte en energía mecánica.
- El vapor atraviesa las paletas móviles a presión constante
- Transformación de la entalpía en energía cinética.

(Esquema de funcionamiento ver anexo 9)

2.7.2 Características Constructivas de las Turbinas de reacción.

- Utiliza la presión de vapor para la expansión de las ruedas móviles.
- El vapor se expande en las paletas fijas y ruedas móviles.
- La presión varía en las ruedas móviles.

(Esquema de funcionamiento ver anexo 9)

CAPITULO 3

Planteamiento del problema

3.1 Alimentar de vapor al turbogenerador de 12 Mw.

La empresa Gloria ha construido un caldero de carbón y bagazo que produce 120 t/h de vapor a una presión de 64 bar y 400 °C; el cual alimentara de vapor a los turbogeneradores, a los molinos de caña de los trapiches, aumentar el proceso de fabricación de azúcar y suministrar vapor a una destilería de alcohol proyectada en el futuro.

Se requiere transportar 105 t/h de vapor desde un caldero bagazero de cap. 120 t/h de vapor el cual se requiere trasladar este flujo mediante tuberías de acero que cumplan con los requerimientos y estándares, también se requiere trasladar el vapor de contrapresión o de baja del turbogenerador hacia los pre-evaporadores de jugo de azúcar existentes en la fábrica mediante tuberías que cumplan los requerimientos y estándares.

Necesitamos hacer un estudio para el transporte del fluido para el turbogenerador produzca los 12 Mw.

3.2 Aumentar la producción del procesamiento de azúcar alimentando de vapor a los pre-evaporadores 3500m².

La empresa ha Montado pre-evaporadores nuevos de 3500m² y necesitan vapor para poder procesar la evaporación del agua que contiene el jugo de la caña de azúcar, se requiere transportar el vapor de escape del turbogenerador de 12 Mw hacia los hacia los equipos mediante una línea de tuberías.

3.3 Suministrar energía eléctrica a los equipos de la empresa.

De acuerdo al estudio realizado en la empresa requiere 15 Mw de energía eléctrica para suministrar a la planta y zonas de cultivo de caña de azúcar en el campo así también cuenta con un grupo de turbogeneradores que producen 8 Mw la energía eléctrica los cuales tienen baja eficiencia por ser equipos antiguos y viejos. La empresa se proyecta reemplazar los turbogeneradores antiguos por nuevos por ser una limitación para el funcionamiento de los equipos eléctricos modernos. Dichos turbogeneradores tendrán la suficiente capacidad de alimentar a toda la planta y vender la energía sobrante a la red eléctrica pública.

Capítulo 4

Fabricación y Montaje de tuberías

4.1 Planificación de Recursos.

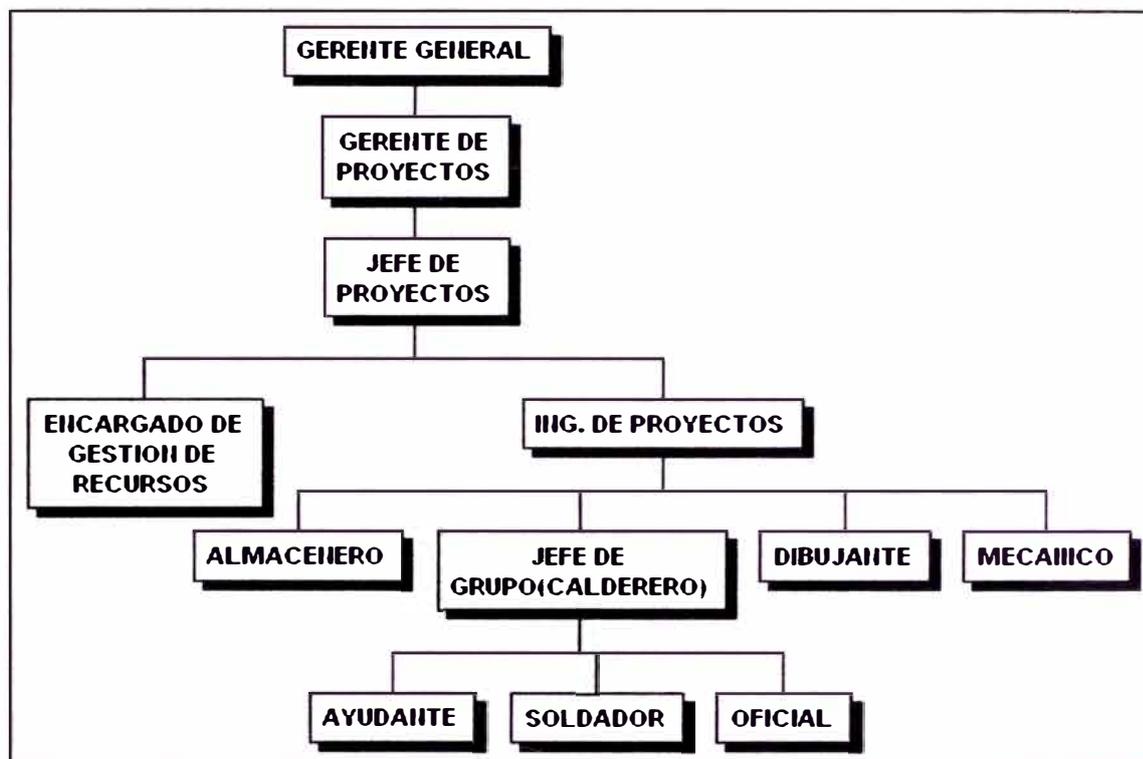
4.1.1 Recursos Humanos.

Se ha formado el área de proyectos de acuerdo al siguiente organigrama encargados de la dirección y supervisión del fabricación de tuberías.

Todo el personal es propio de la empresa los cuales han sido evaluados de acuerdo a su experiencia y competencias laborales y están divididos en grupos de acuerdo a las actividades del programa de trabajo establecido en la tabla 4.0

La empresa cuenta con su área logística que es responsable de suministrar los equipos, materiales y insumos de acuerdo al tiempo programado según planer de trabajo.

Tabla 4.0 Organigrama del área de proyectos.



Funciones.

Gerente general. Persona responsable en la conducción de la empresa Casagrande SAC. recibe informes sobre el desarrollo del proyecto.

Gerente de proyectos. Persona responsable de la conducción y ejecución de todos los proyectos en la empresa Casagrande.

Jefe de proyectos e ingeniería.- Jefe de los supervisores y del desarrollo de la ingeniería y compra de materiales y equipos de los proyectos.

Encargado de la gestión de recursos.- Personal encargado de hacer requerimientos de personal, materiales, equipos y hacer seguimiento de los gastos, rendir cuenta al gerente de proyectos.

Ing. de proyectos.- Responsable de la supervisión y planificación de fabricación y montaje de los proyectos asignados.

Jefe de grupo o calderero.- Personas profesionales con conocimientos de metal mecánica encargadas las cuadrillas o grupos de trabajo.

Soldador.- Persona profesional encargada de la soldadura de materiales de acuerdo al procedimiento.

Oficial.- Persona con conocimientos básicos de la metalmecánica (soldadura y corte).

Ayudante.- Personal poca experiencia en metalmecánica son ayudante de los grupos de trabajo.

Dibujante.- Dibujar diseños y esquemas en computadora de acuerdo al pedido del supervisor detalles nuevo y modificaciones que no contemplan en los planos de ingeniería.

Mecánico.- Personal encargado del montaje de equipos, válvulas y accesorios alineamientos de bombas turbinas.

4.1.3 Equipos y Materiales.

A continuación se detallan los recursos utilizados durante el montaje del proyecto. La primera tabla 4.1 muestra los equipos y maquinarias utilizados durante todo el proyecto, las siguientes tablas muestran los materiales e insumos utilizados en el montaje de la soportería deslizante, tuberías de alta y baja presión y finalmente el aislamiento térmico.

Tabla 4.1 Equipos y maquinarias

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Maquina de soldar inversora, Marca Miller	7Pza
2	Amoladora Angular \varnothing 9", Marca: Bosch	8Pza
3	Mini-amoladora \varnothing 4 1/2", Marca: Bosch	8Pza
4	Equipo Oxicorte: Vitor Americano	8Pza
5	Tecele 1t cadena larga	5Pza
6	Tecele 2 t cadena larga	5Pza
7	Soga trenzada de \varnothing :20mm	250m.
8	Eslingas largas 2 t.	8Pza.
9	Grilletes de \varnothing 3/4".	10Pza
10	Grúa de 20 t.	1 Equipo

4.1.3.1 Soporterías deslizantes

Tabla 4.2 Lista de Consumibles:

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Material de aporte AWS E6011	150Kg.
2	Material de aporte AWS E7018	400Kg.
3	Oxigeno Industrial.	350m ³
4	Acetileno.	200m ³
5	Disco de corte para acero \varnothing 4 1/2" x 1/8 x 7/8".	30Pza.
6	Disco de desbaste para acero \varnothing 4 1/2" x 1/4 x 7/8".	30Pza.
7	Disco de corte para acero de \varnothing 7" x 1/8" x 7/8"	30Pza.
8	Disco circular trenzado \varnothing 4 1/2"	10Pza.

Tabla 4.3 Lista de materiales de soportería deslizante.

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Pl ASTM A36 5/8"x1200mmx2400mm	10 Pza.
2	Eje Macizo SAE 1045 DN: 5/8"x6000mm.	15 Pza.
3	Tuerca Hexagonal de DN: 5/8" Gr. 5	120 Pza.
4	Canal de 4" x 5.3 lb/pie x 9000mm.	3Pza.
5	Eslabón de cadena	60 Pza.
6	Ruedas acero DN2"	120Pza.

4.1.3.2 Tuberías de alta presión

Tabla 4.4 Lista de Consumibles

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Material de aporte AWS 8018-B2	1500Kg
2	Material de aporte TIG AWS ER90X-B3	150Kg.
3	Electrodo no Consumible de GTAW AWS EWTh-2 DN: 3/32" x 3"	50Pza.
4	Argón.	500m ³
5	Disco de corte para esmeril pequeño	30Pza.
6	Disco de corte para acero \varnothing 4 1/2" x 1/8 x 7/8".	80Pza.
7	Disco de desbaste para acero \varnothing 4 1/2" x 1/4 x 7/8".	30Pza.
8	Disco de corte para acero de \varnothing 7" x 1/8" x 7/8"	30Pza.
9	Disco circular trenzado \varnothing 4 1/2"	100Pza.

Tabla 4.5 Lista de materiales de tuberías de alta presión

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Codo de DN: \varnothing 2". de 90° ASTM A335 P11 SCH100	45Pza.
2	Tubería de DN: 12PG. 6000 mm.-ASTM A335-P11 SCH100	42Pza
3	Bridas Slip on de DN: 12PG PN: 80Bar.	8Pza
4	Válvula compuerta de DN:12". PN:80Bar	2Pza
5	Reducción ASTM A335 P11 de 10PG a 12PG SCH100	1Pza

4.1.3.3 Tuberías de baja presión

Tabla 4.6 Lista de consumibles.

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Material de aporte AWS E6011	400Kg.
2	Material de aporte AWS E7018	1200Kg.
3	Oxígeno Industrial	240m ³
4	Acetileno	160m ³
5	Disco de corte para acero \varnothing 4 1/2" x 1/8 x 7/8".	60Pza.
6	Disco de desbaste para acero \varnothing 4 1/2" x 1/4 x 7/8".	50Pza.
7	Disco de corte para acero de \varnothing 7" x 1/8" x 7/8"	80Pza.
8	Disco circular trenzado \varnothing 4 1/2"	30Pza.
9	Tiza de Calderero	100Pza

Tabla 4.7 Lista de materiales de las tuberías de baja presión.

Ítem	Descripción	Cantidad
1	"PL ASTM A36 de 1/2" x 1500mm x 6000mm, Tubería rolado de DN:24"x13000mm.	3Pza.
2	PL ASTM A36 de 1/2" x 1200mm x 2400mm, Tubería rolado de DN: 30"x96000mm.	80Pza.
3	PL ASTM A36 de 1/2" x 1500mm x 6000mm, Tubería rolado de DN: 41"x2400mm.	2Pza.
4	PL ASTM A36 de 1/2" x 1500mm x 6000mm, Tubería rolado de Dia:50" x 6000mm.	4Pza.
5	PL ASTM A36 de 1/2" x 1500mm x 6000mm, Tubería rolado de DN: 56" x 18600mm.	12Pza.
6	PL ASTM A36 de 1/2" x 1500mm x 6000mm, Reductor de DN:50" hasta 41PG x 500mm.	1Pza.
7	PL ASTM A36 de 1/2" x 1500mm x 6000mm, Reductor de DN: 56" hasta 50PG x 500mm.	1Pza.
8	PL ASTM A36 de 1/2" x 1200mm x 2400mm, Codo rolado de DN: 30". De 90°.	6Pza.
9	PL ASTM A36 de 1/2" x 1200mm x 2400mm, Codo rolado de DN: 24". De 90°.	2Pza.
10	Junta Flexible para Tubería de DN: 24"	1Pza.
11	Junta Flexible para Tubería de DN: 30"	3Pza.
12	Válvula compuerta de DN: 24",PN 60 lb.	1Pza.
13	Válvula Mariposa de DN: 30",PN 60 lb.	1Pza.
14	Válvula compuerta de DN: 24",PN 60 lb	1Pza.
15	Válvula Mariposa de DN: 40",PN 60 lb	1Pza.
16	Válvula Mariposa automática de DN: 40",PN 60 lb.	1Pza.

4.1.3.4 Línea de condensado del las tuberías.

Tabla 4.8 Lista de consumibles.

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Material de aporte AWS E6011	100 Kg.
2	Material de aporte AWS E7018	300 Kg.
3	Oxígeno Industrial	80 m ³
4	Acetileno	50 m ³
5	Disco de corte para acero \varnothing 4 1/2" x 1/8 x 7/8".	15 Pza.
6	Disco de desbaste para acero \varnothing 4 1/2" x 1/4 x 7/8".	15 Pza.
7	Disco de corte para acero de \varnothing 7" x 1/8" x 7/8"	20Pza.
8	Disco circular trenzado \varnothing 4 1/2"	5Pza.
9	Tiza de Calderero	24Pza

Tabla 4.9 Lista de materiales de línea de condensado.

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Tubería de DN.1.25"x. 9000 mm.-ASTM A335-P11, SCH80	12Pza
5	Brida Soldable de.: DNØ1.25", PN900Lbs.	40Pza.
6	Brida soldable on de DN.: Ø1.25PG, PN900Lbs.	10Pza
7	Trampas de Condensado DN: Ø1.25", 900Lbs.	10Pza
8	Válvula tipo compuerta DN:Ø1.25", 900Lbs.	10Pza

4.1.4 Cronograma de actividades.

Se realizó el Planner del montaje de las líneas de alta y baja presión en los cuales se describe las principales actividades y los tiempos estimados para el montaje de las líneas de tuberías del turbogenerador.

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	25 ene '09	08 feb '09	22 feb '09	08 mar '09	22 mar '09	05 abr '09	19 abr '09	03 may '09	17 may '09	31 may '09									
					25/01	01/02	08/02	15/02	22/02	01/03	08/03	15/03	22/03	29/03	05/04	12/04	19/04	26/04	03/05	10/05	17/05	24/05	31/05
1	Montaje de las tuberías de alta y baja de un Turbogenerador	97.25 días	lun 26/01/09	mar 05/05/09	[Gantt bar from 26/01 to 05/05]																		
2	INICIO	0 días	lun 26/01/09	lun 26/01/09	26/01																		
3	FABRICACION Y MONTAJE DE SOPORTERIAS DESLIZANTE	15 días	lun 26/01/09	mié 11/02/09	[Gantt bar from 26/01 to 11/02]																		
4	Materiales puestos en obra	1 día	lun 26/01/09	lun 26/01/09	ALMACENERO,Plancha de Acero ASTM A36 1/2"x1500mmx6000mm[1],Electrodo AWS E6011[0.1],Electrodo AWS E7018[0.2]																		
5	Corte y trazado	3 días	mar 27/01/09	jue 29/01/09	OFICIAL 4,AYUDANTE 1,CALDERERO 2,Equipo Completo de Oxicorte																		
6	Maquinado(Taladrado).	1 día	vie 30/01/09	vie 30/01/09	CONTRATISTA DE SERVICIOS DE MAESTRANZA																		
7	Armado y soldadura	8 días	lun 02/02/09	lun 09/02/09	CALDERERO 1,SOLDADOR SMAW- 6G-1,OFICIAL 1,MAQUINA RECTIFICADORA-1																		
8	Montaje	2 días	mar 10/02/09	mié 11/02/09	CALDERERO 2,OFICIAL 1,AYUDANTE 1,MAQUINA DE SOLDAR INVERSORA 1,EQUIPOS DE IZAJE Y TRABAJO-2																		
9	MONTAJE DE TUBERIAS DE ALTA PRESION (DN12", 70 bar, 400°C)	40 días	jue 12/02/09	lun 23/03/09	[Gantt bar from 12/02 to 23/03]																		
10	Materiales puestos en obra	1 día	jue 12/02/09	jue 12/02/09	ALMACENERO[50%],ING. DE MONTAJE[40%],CAMA BAJA DE 30 1,TUBOS DN:12" A335-P11 SCH100 6000mm.[1],Valvulas y bridas de alta presion																		
11	Habilitación de colector principal entre el caldero y turbo y anillo de vapor existente.	5 días	vie 13/02/09	mar 17/02/09	CALDERERO 3,AYUDANTE 3,SOLDADOR TIG- 6G-1[50%],OFICIAL 3,ING. DE MONTAJE[40%],MAQUINA DE SOLDAR INVERSORA 1																		
12	Armado de tuberías SA 335 P11 y codos de DN12"	5 días	mié 18/02/09	dom 22/02/09	CALDERERO 1,CALDERERO 2,OFICIAL 1,OFICIAL 2,AYUDANTE 1,AYUDANTE 2,SOLDADOR SMAW- 6G-1[50%],SOLDADOR TIG- 6G-1[
13	Montaje y soldadura de tuberías de alta presion	9 días	lun 23/02/09	mar 03/03/09	CALDERERO 1,CALDERERO 2,OFICIAL 1,OFICIAL 2,AYUDANTE 1,AYUDANTE 2,SOLDADOR SMAW- 6G-1,SOLDADOR SM																		
14	Soldadura de bridas y accesorios de las tuberías	2 días	mié 04/03/09	jue 05/03/09	CALDERERO 4,SOLDADOR SMAW- 6G-2,MAQUINA DE SOLDAR INVERSORA 5,Electrodo AWS E8018-B2[0.5]																		
15	Montaje de bridas, valvulas y accesorios	3 días	vie 06/03/09	dom 08/03/09	MECANICO 3,AYUDANTE 3,AYUDANTE 4																		
16	Tratamiento termico Post Soldadura	12 días	lun 09/03/09	vie 20/03/09	CONTRATISTA DE TRATAMIENTO POSTCALENTAMIENTO																		
17	Ensayos de Radiografía en las juntas soldadas.	3 días	sáb 21/03/09	lun 23/03/09	Contratista de Ensayos Radiograficos																		
18	MONTAJE DE TUBERIAS DE CONTRAPRESION (DN30", 2 bar, 150°C)	34 días	lun 02/02/09	dom 08/03/09	[Gantt bar from 02/02 to 08/03]																		
19	Materiales puestos en obra	1 día	lun 02/02/09	mar 03/02/09	ALMACENERO,CAMA BAJA DE 30 1[50%],ING. DE MONTAJE[25%],PLANCHA 1/2PGx1.5Mx6.0M[1],Juego de Liquidos Penetrantes[1],Valvulas Juntas de expans																		
20	Habilitacion de planchas	12 días	mar 03/02/09	dom 15/02/09	CALDERERO 3,OFICIAL 3,AYUDANTE 3,ING. DE MONTAJE[40%],Equipo Completo de Oxicorte																		
21	Rolado y armado de tuberías de DN30"	8 días	dom 15/02/09	lun 23/02/09	CONTRATISTA DE SERVICIOS DE MAESTRANZA,ING. DE MONTAJE[40%],AYUDANTE 1,CALDERERO 3,OFICIAL 3																		
22	Soldadura de tuberías de DN30"	9 días	lun 23/02/09	mié 04/03/09	SOLDADOR SMAW- 6G-1,SOLDADOR SMAW- 6G-2,OFICIAL 3,AYUDANTE 3,ING. DE MONTAJE[40%],CALDERERO 4,MAQ																		
23	Ensayos no destructivos	2 días	mié 04/03/09	vie 06/03/09	OFICIAL 2,ING. DE MONTAJE[50%]																		
24	Montaje de valvulas y accesorios	2 días	vie 06/03/09	dom 08/03/09	MECANICO 2,MECANICO 1,AYUDANTE MECANICO,ING. DE MONTAJE[40%]																		
25	MONTAJE DE SISTEMA DE CONDENSADO	10 días	dom 08/03/09	mié 18/03/09	[Gantt bar from 08/03 to 18/03]																		
26	Materiales puestos en obra	1 día	dom 08/03/09	lun 09/03/09	ALMACENERO,Valvulas y bridas de DN 1.25" de 60 psi.[1],Trampa de vapor de 60 psi.[1],Tuberías Dia:1.25" SA 33																		
27	Armado de soldadura de tuberías de Condensado y bridas	8 días	lun 09/03/09	mar 17/03/09	CALDERERO 1,OFICIAL 1,SOLDADOR SMAW- 6G-1,SOLDADOR TIG- 6G-1[50%],ING. DE MONTAJE[25%]																		
28	Montaje de Valvulas bridas y trampas	1 día	mar 17/03/09	mié 18/03/09	MECANICO 1,AYUDANTE 1																		
29	 AISLAMIENTO TERMICO	31 días	lun 23/03/09	jue 23/04/09	[Gantt bar from 23/03 to 23/04]																		
30	Habilitacion de Materiales	1 día	lun 23/03/09	mar 24/03/09	ALMACENERO,Lana mineral de Roca[1],Alambre de construccion[1],Laminas de Aluminio[1],Plati																		
31	Habilitacion y Rolado de las laminas de aluminio y platinas	15 días	mar 24/03/09	mié 08/04/09	Maestro Aislador,ayudante Aislador 1,ayudante aislador 2,ayudante aislador																		
32	Colocacion de la lana mineral y platinas	10 días	mié 08/04/09	sáb 18/04/09	Maestro Aislador,ayudante Aislador 1,ayudante aislador 2,ayud																		
33	Recubrimiento del aluminio en la lana mineral	5 días	sáb 18/04/09	jue 23/04/09	Maestro Aislador,ayudante Aislador 1,ayudante aislador 2																		
34	PRUEBAS	12 días	jue 23/04/09	mar 05/05/09	[Gantt bar from 23/04 to 05/05]																		
35	Pruebas de funcionamiento y entrega	12 días	jue 23/04/09	mar 05/05/09	MECANICO 2,MECANICO 3,ING. DE MONT																		
36	FIN	0 días	mar 05/05/09	mar 05/05/09	05/05																		

4.2 Fabricación y montaje de la soportería de las líneas de tuberías

Las soporterías deslizantes para la línea de alta y baja presión se fabricaran de acuerdo al plano de ingeniería y se instalaran en las posiciones especificadas establecidas. El diseño toma en cuenta las deformaciones térmicas de las tuberías debido a los cambios de temperatura. Se usara como referencia el Código AWS D1.1 para la fabricación.

Las principales actividades realizadas durante esta fase son:

Habilitación de los materiales de acuerdo a las cantidades especificadas en los planos.

Trazado y corte de las planchas ASTM A36 mediante equipos de oxicorte y preparación de juntas y bordes con equipos abrasivos (Esmeriles).

Habilitación de los ejes de acero SAE 1045 mediante sierra mecánica para la fabricación de espárragos en el área de maestranza. En este proceso no se puede cortar o habilitar los ejes mediante oxicorte porque se endurese las zonas donde se maquinara el roscado.

Taladrado de agujeros de sujeción de las estructura de los soportes de las tuberías en el taladro vertical del área de maestranza. Mediante estos agujeros serán sujetados las tuberías y la estructura.

Armado de la estructuras de las planchas bases y perfiles utilizando el proceso SMAW y material de aporte AWS E6011 y AWS E7018.

Pintura y finalmente posicionamiento en sus respectivos lugares en las tuberías.



Figura 4.1

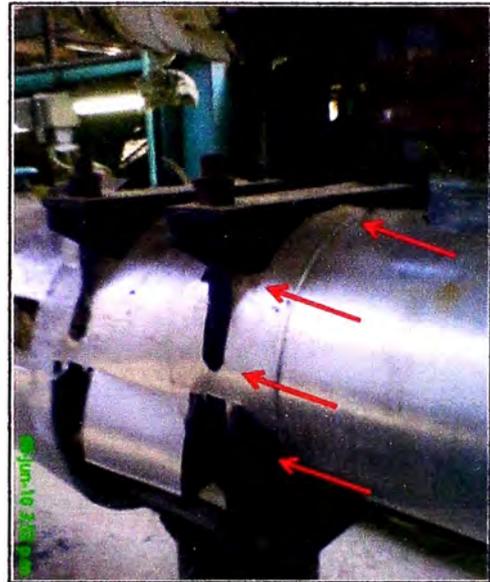


Figura 4.2

Se muestra en las figura 4.1 un soporte en una junta de expansión de una tubería de alta presión y en la figura 4.2 el montaje de un soporte deslizante. Ver detalle de posicionamiento de soportería deslizante en anexo.

4.3 Montaje de las tuberías de alta presión.

El montaje de la línea de tuberías de alta presión se realizara de acuerdo a los planos de ingeniería y a la calificación de procedimiento y la habilidad de los soldadores, tomándose como referencia a normas ASME B31.1 y B31.3 se procede con la soldadura de las tuberías A 335-P11 y Fittings (codos y bridas).

1. Una vez habilitado los equipos, insumos y materiales en la obra se procedió con el montaje de acuerdo al programa de trabajo de actividades

2. Armado y soldadura de Manifold válvulas, colectores de tuberías de vapor principales y empalmes de tuberías de segmentos de 12m y 18m de acuerdo al acceso que se tiene para ser instalado en los soportes deslizantes; utilizando los materiales e insumos seleccionados para el montaje de esta zona.



Figura 4.3 Armado del Manifold de Válvulas.

3. Los empalmes de las tuberías se realizó de acuerdo a la siguiente secuencia: primer pase raíz se realizó con el proceso GTAW y material de aporte Exsatig 103 (ER 80S-B2), con una temperatura de precalentamiento de 120 °C Aprox. El cual fue controlado con un pirómetro digital que se mantenga en el rango determinado. Los pases de relleno se realizó con el proceso SMAW y material de aporte AWS E8018 B2.(ver detalles de material de aporte en anexo).
4. Montaje de juntas de expansión en forma de U en posiciones determinadas (ver figuras 4.4 para compensar las dilataciones térmicas).
5. Durante el proceso de soldadura se realizara seguimiento de los trabajos que estén de acuerdo a los procedimientos (Temperatura de precalentamiento, un ambiente adecuado) verificar y corregir algún defecto que se presenta.

6. Las maniobras de montaje de los tramos de las tuberías se realizo con la ayuda de grúas y equipos de izaje (eslingas estrobos y tecles).
7. Ya instaladas las tuberias de alta presión, se completan el montaje posicionándolos sobre los soportes deslizantes mediante uniones atornilladas. (No se realizo soldaduras entre la soportería deslizante y las tuberias A335 P11).



Figura 4.4 Montaje de las tuberias en la soportería.

8. Montaje de Bridas, válvulas compuertas y reguladores de presión de acuerdo a los planos de ingeniería.
9. El tratamiento post. Calentamiento se realizo mediante resistencia eléctrica en cada junta soldada de la tubería de alta presión (A335 P11) de acuerdo al diagrama correspondiente.

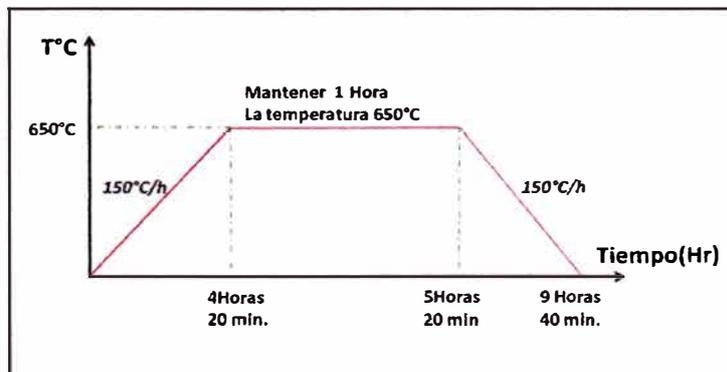


Figura 4.5 Tratamiento de Post-calentamiento

10. Finalmente se realiza los ensayos de radiografía para buscar defectos en las juntas soldadas que son parte muy importante del control de calidad en caso de encontrar un defecto la junta será reparada.

4.4 Fabricación y montaje de las tuberías de baja presión.

1. Una vez habilitado los equipos, insumos y materiales en la obra se procedió con la fabricación y montaje de acuerdo al programa de trabajo de actividades.
2. Habilitación y trazado de planchas A36 de 1/2" y corte de estas mediante equipos Oxiacetilénico después el rolado de las planchas en el área de maestranza para poder fabricar las tuberías de acuerdo al plano.



Figura 4.6 trazado y habilitado de planchas estructurales ASTM A36.

3. Fabricación (armado y soldadura) de tuberías de las de acuerdo a la norma AWS. D1.1. utilizando el proceso SMAW y material de aporte AWS E6011 para el pase raíz y AWS E7018 para el relleno. Se realizaron ensayos de líquidos penetrantes en los pases raíz para asegurar el control de la soldadura.

4. Fabricación de virolas de DN30" que servirán como codos para las tuberías de baja presión.



Figura 4.7

5. Instalación de los tramos de tuberías DN30" en la soportería deslizante.



Figura 4.8

6. Montaje de bridas y válvulas y accesorios de la línea principal.

4.5 Montaje de las líneas de condensación.

El montaje de las tuberías para el condensado como su nombre indica sirve para retirar el condensado de las tuberías de alta y contrapresión formado en el trayecto donde se desplaza el vapor. La instalación de los posibles puntos de condensación en las

tuberías se realiza de acuerdo a los planos ingeniería y la experiencia técnica. Se describe la los trabajos realizados en esta actividad:

1. Una vez habilitado los equipos, insumos y materiales en la obra se procedió con el montaje de acuerdo al programa de trabajo de actividades.
2. Habilitación de la tuberías de DN 1.25” SCH80 y Fittings de acuerdo a las posiciones que se realiza el montaje.
3. Armado de las tuberías bridas, no se usaron codos porque se doblaron las tuberías con un equipo dobla-Tubing.
4. Montaje de las trampas de vapor y válvulas tipo compuerta como se muestra en las fotos. Las válvulas y tuberías se seleccionaron de acuerdo a la presión y temperatura nominal.
5. Empalme de tuberías de DN: 1.25” en las líneas de vapor alta y baja presión siguiendo los procedimientos y recomendaciones del Código ASME.

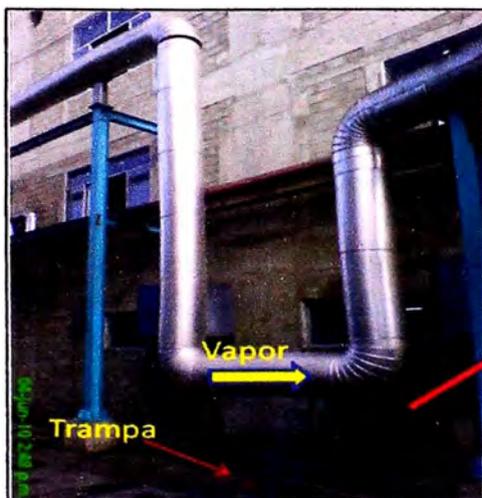


Figura 4.9



Figura 4.10

En las figuras 4.11 y 4.12 se muestra el montaje del sistema tuberías de condensado de alta



Figura 4.11



Figura 4.12

En la figura 4.11 se muestra un colector cónico de condensado en la tubería de baja presión y la figura 4.12 muestra el esquema de un línea de condensado.

4.6 Montaje del aislamiento térmico.

El aislamiento térmico se realiza después de haber completado el montaje de tuberías y válvulas y accesorios. De describe las principales actividades realizadas:

1. Habilidad y armado mediante soldadura de platinas estructurales que sirve como sujeción de la lana mineral en las tuberías de baja presión
2. Colocación de la lana mineral en las tuberías de alta y baja presión sujeta mediante alambres y las platinas montadas. De acuerdo al diseño se instalo 4" de espesor de lana mineral en las tuberías de alta y 2" en las tuberías de baja presión.

3. Rolado de las láminas de aluminio de acuerdo al diámetro de los tubos, fittings y el espesor de aislamiento.
4. Montaje de las láminas roladas en las tuberías uniéndolas las costuras con tornillos autoroscantes.



Figura 4.13



Figura 4.14

Se muestra en la figura 4.13 la instalación de la lana mineral y el aluminio, la figura 4.14 se muestra un Manifold de válvulas aisladas.

Capitulo 5

Costos

Los costos del proyecto se han dividido en las siguientes partes:

Costo de los recursos.

Costos por actividades y horas.

Tabla 5.1 Costos de los recursos.

Id	Nombre	Tipo	Capacidad máxima	Tasa estándar
1	Grua de 30 t	Trabajo	100%	S/. 100.00/hora
2	Plataforma de transporte 30t	Trabajo	100%	S/. 50.00/hora
3	Cama baja de 30 t.	Trabajo	100%	S/. 50.00/hora
4	Cargador frontal 3 m3	Trabajo	100%	S/. 120.00/hora
5	Volquete 15m3	Trabajo	100%	S/. 30.00/hora
6	Maquina de soldar inversora 1	Trabajo	100%	S/. 5.00/hora
7	Maquina de soldar inversora 2	Trabajo	100%	S/. 5.00/hora
8	Maquina de soldar inversora 3	Trabajo	100%	S/. 5.00/hora
9	Maquina de soldar inversora 4	Trabajo	100%	S/. 5.00/hora
10	Maquina de soldar inversora 5	Trabajo	100%	S/. 5.00/hora
11	Maquina rectificadora-1	Trabajo	100%	S/. 4.00/hora
12	Maquina rectificadora-2	Trabajo	100%	S/. 4.00/hora
13	Maquina rectificadora-3	Trabajo	100%	S/. 4.00/hora
14	Equipos de izaje y trabajo-1	Trabajo	100%	S/. 1.00/hora
15	Equipos de izaje y trabajo-2	Trabajo	100%	S/. 1.00/hora
16	Equipos de izaje y trabajo-3	Trabajo	100%	S/. 1.00/hora
17	Equipos de izaje y trabajo-4	Trabajo	100%	S/. 1.00/hora
18	Equipo de seg. Industrial	Trabajo	100%	S/. 0.50/hora
19	Ing. de montaje	Trabajo	100%	S/. 15.00/hora
20	Jefe de proyecto	Trabajo	100%	S/. 20.00/hora
21	Gerente de proyecto	Trabajo	100%	S/. 50.00/hora
22	Almacenero	Trabajo	100%	S/. 5.00/hora
23	Calderero 1	Trabajo	100%	S/. 7.50/hora
24	Calderero 2	Trabajo	100%	S/. 7.50/hora
25	Calderero 3	Trabajo	100%	S/. 7.50/hora
26	Calderero 4	Trabajo	100%	S/. 7.50/hora
27	Oficial 1	Trabajo	100%	S/. 5.00/hora
28	Oficial 2	Trabajo	100%	S/. 5.00/hora
29	Oficial 3	Trabajo	100%	S/. 5.00/hora
30	Oficial 4	Trabajo	100%	S/. 5.00/hora
31	Ayudante 1	Trabajo	100%	S/. 4.00/hora
32	Ayudante 2	Trabajo	100%	S/. 4.00/hora
33	Ayudante 3	Trabajo	100%	S/. 4.00/hora
34	Ayudante 4	Trabajo	100%	S/. 4.00/hora
35	Soldador Tig- 6g-1	Trabajo	100%	S/. 19.00/hora
36	Soldador Tig- 6g-2	Trabajo	100%	S/. 19.00/hora
37	Soldador Smaw- 6g-1	Trabajo	100%	S/. 8.00/hora
38	Soldador Smaw- 6g-2	Trabajo	100%	S/. 8.00/hora
39	Mecanico 1	Trabajo	100%	S/. 6.00/hora
40	Mecánico 2	Trabajo	100%	S/. 6.00/hora
41	Mecánico 3	Trabajo	100%	S/. 6.00/hora

42	Ayudante mecánico	Trabajo	100%	S/. 4.00/hora
43	Asesor de montaje TGM.	Trabajo	100%	S/. 45.00/hora
44	Maestro Aislador	Trabajo	100%	S/. 6.25/hora
45	Ayudante Aislador 1	Trabajo	100%	S/. 3.75/hora
46	Ayudante Aislador 2	Trabajo	100%	S/. 3.75/hora
47	Ayudante Aislador 3	Trabajo	100%	S/. 3.75/hora
48	Ayudante Aislador 4	Trabajo	100%	S/. 3.75/hora
49	Ayudante aislador 5	Trabajo	100%	S/. 3.75/hora
50	TUBOS DN:12" A335-P11 SCH100 6000mm.	Material		S/. 60,000.00
51	TUBOS DN:10" SCH80 6000mm	Material		S/. 50,000.00
52	CANAL C 8"	Material		S/. 15,000.00
53	PLANCHA ½"x1.5mx6.0m	Material		S/. 168,000.00
54	Contratista de tratamiento post-calentamiento	Trabajo	100%	S/. 200.00/hora
55	Contratista de servicios de maestranza	Trabajo	100%	S/. 40.00/hora
56	Contratista de Ensayos Radiográficos	Trabajo	100%	S/. 250.00/hora
57	Juego de Líquidos Penetrantes	Material		S/. 1,000.00
58	Trampa de vapor de alta presión 1200Psi.	Material		S/. 1,000.00
59	Trampa de vapor de 60Psi.	Material		S/. 1,000.00
60	Tuberías Dia:1.25" SA 335 P11 SCH 80 6000mm	Material		S/. 3,000.00
61	Plancha de Acero ASTM A36 1/2"x1500mmx6000mm	Material		S/. 10,000.00
62	Lana mineral de Roca	Material		S/. 90,000.00
63	Laminas de Aluminio	Material		S/. 10,000.00
64	Alambre de construcción	Material		S/. 1,500.00
65	Platinas de 3/16 x IPG x 9000mm.	Material		S/. 3,000.00
66	Válvulas y Bridas Trampas de vapor condensado	Material		S/. 5,000.00
67	Válvulas y bridas de alta presión 1200Psi.	Material		S/. 30,000.00
68	Válvulas Juntas de expansión y bridas 600Psi.	Material		S/. 40,000.00
69	Válvulas y bridas de DN 1.25" de 60Psi.	Material		S/. 3,000.00
70	Espárragos de DN:3/4" x 1000mm.	Material		S/. 1,000.00
71	Electrodo AWS E6011	Material		S/. 2,000.00
72	Electrodo AWS E7018	Material		S/. 4,000.00
73	Electrodo AWS E8018-B2	Material		S/. 20,000.00
74	Equipo Completo de Oxicorte	Trabajo	100%	S/. 6.00/hora

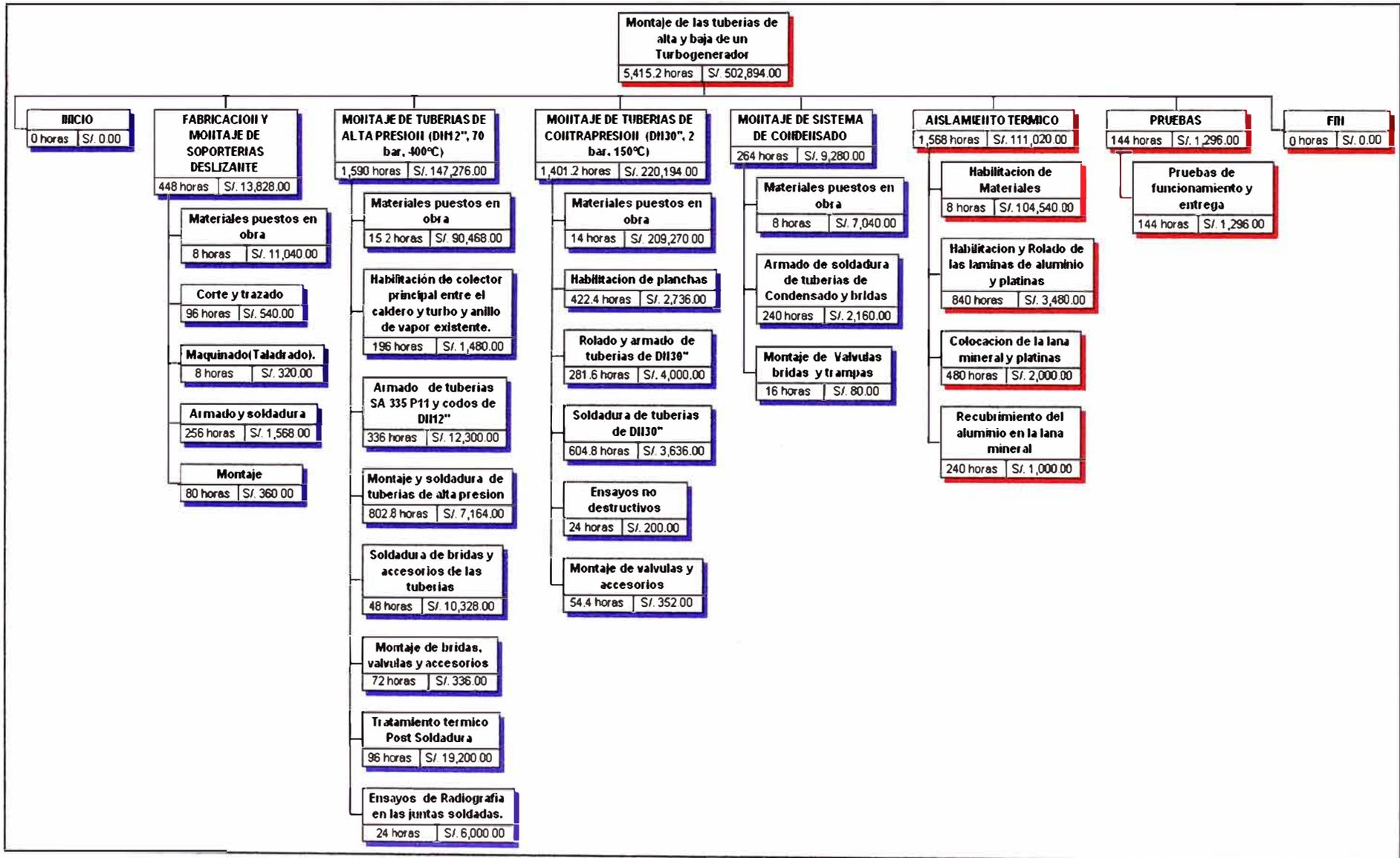


Tabla 5.2 Costo por actividades y horas del Proyecto.

Conclusiones

1. Las normas ASME B31.1 y B31.3; y AWS D1.1, se han considerado en la elaboración de los procedimientos para fabricación de la línea de baja presión y de alta presión.
2. El cumplimiento del procedimiento establecido para la fabricación de la tubería, da la seguridad de que no se presenten pérdidas económicas por roturas de tuberías y obviamente la seguridad del personal que labora.
3. El seguimiento y control de la ejecución de los trabajos conforme a las normas, garantiza la calidad de la fabricación y montaje de las estructuras y equipos.
4. La empresa ha obtenido un beneficio del costo de 12 MW de energía eléctrica por el funcionamiento del turbogenerador.

Recomendaciones.

1. Realizar un programa de mantenimiento continuo para que las pérdidas de energía por aislamiento térmico y perdidas de vapor, estén dentro del rango establecido
2. Priorizar lo que establecen las normas y procedimientos frente a formas personales de ejecutar la labores.
3. Capacitar al personal en normas, estándares y reglamentos pertinentes a los proyectos que empresa lleva a cabo.

Material de Consulta.

1. QUALIFICATION STANDARD OF WELDING AND BRAZING PROCEDURES, WELDERS, BRAZERS, AND WELDING AND BRAZING OPERATORS - SECTION IX - ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Edición del 1 de Julio de 2004.
2. ANSI/AWS D10.8-96, Recommended Practices for Welding of Chromium-Molybdenum Steel Piping and Tubing.
3. ASME 31.1-2002, ASME CODE for pressure piping, Edition 2002.
4. AWS D1.1 / D1.1 M-2006 – Structural Welding Code – Steel, American Welding Society, Décimo Novena Edición.
5. MANUAL DE SOLDADURA, Soldexsa S.A, Edición 2004. Cap. I (pág. 21).
6. GERMÁN HERNÁNDEZ R, Manual del Soldador, Decimoctava edición, Capítulo 10 (Pág. 191), Capítulo 12 (Pág. 243).
7. E. HUGOT, Manual para Ingenieros Azucareros, primera reimpression cubana 1980 por el Ing. Carlos Ruiz Coutiño, Editorial pueblo y educación, capítulo 41 (Pág. 675).
8. INGESOLD, Programa Internacional de Ingeniería de Soldadura, Año 2009, Apuntes de Clases, procesos de soldadura, metalurgia, fabricacion.
9. MANUAL DE INSTRUCCIONES TM10000, manual de instalación y mantenimiento del Turbogenerador por la empresa TGM, Cap1. (pág. 7).

10. CALORCOL S.A, Lana mineral de roca, cálculos del aislamiento térmico en tuberías <http://www.calorcol.com> [consulta 01 Mayo del 2010].
11. Flexihelp Company, Empresa dedicada al diseño de tuberías, juntas de expansión, dilataciones térmicas.
<http://www.flexihelp.eng.br> [Consulta 02 de Junio 2010]
12. SPIRAX SARCO COMPANY, Thermodynamic steam traps,
<http://www.spiraxsarco.com> [Consulta 01 de Junio 2010].
13. ISOVER COMPANY, Manual de aislamiento térmico. Cap. 2(Pág. 49),
<http://www.isover.net> [Consulta 05 de Junio del 2010].

Anexo 1
Información Técnica del turbogenerador de 12 Mw.



Cliente : CASA GRANDE
Turbina : TM 10000
O.S. : 40790

1.2 - DATOS TECNICOS DE LA TURBINA

Máquina accionada	Generador	
Potencia en los bornes del generador	12340	kW
Presión del vapor de entrada	32,38	Bar (a)
Temperatura del vapor de entrada	400	° C
Flujo del vapor de entrada	105000	Kg/h
Presión del vapor de salida	2,96	Bar (a)
Consumo específico	8,75	Kg/kW h
Rotación de la turbina	8000	Rpm
Rotación del generador	1800	Rpm
Tolerancia		%

Rotación de la Turbina: **Contra la dirección de las agujas del reloj**

Rotación de la máquina accionada : **En la dirección de las agujas del reloj**

Obs.: Visto de la turbina hacia máquina accionada.

VIBRACIONES MECÁNICAS

El criterio de la evaluación está según Norma ISO/10816, parte 3 Zona A/B, velocidad de vibración 2,3 mm/s para apoyo rígido o 3,5 mm/s para apoyo flexible.

Parámetros de Proyecto

Basado en Norma IEC, publicación 45

Presión de entrada: 35,95 kg/cm² (g)

Temperatura en la entrada: 408 °C

CONEXIONES DE VAPOR (BRIDAS DE LA TURBINA)

	ADMISIÓN	ESCAPE
DN (in)	10	24
PN (psi)	600	150
Norma	ANSI B 16.5	ANSI B 16.5
Dirección	Izquierda por arriba	Para arriba

Obs: Mirándose de la turbina para la máquina accionada.

PÁG. 5

TGM Turbinas - Rod. Amando de Salles Oliveira, km 4.8

CEP 14175.000 – Sertãozinho S.P – Brasil ++ 55 16 2105 2600 - www.tgmturbinas.com.br





Cert. No. LRQ 0963008

ISO 9001

spirax sarco

TI-P150-01
ST Issue 7

TD120

High Pressure Thermodynamic Steam Trap

Description

The TD120 is a maintainable high pressure thermodynamic steam trap with integral strainer, which can be supplied in 1/2", 3/4" and 1" sizes with socket weld, butt weld or flanged connections. It has low capacity specifically designed for superheated mains drainage applications up to 250 bar g.

Standards

This product fully complies with the requirements of the European Pressure Equipment Directive 97/23/EC.

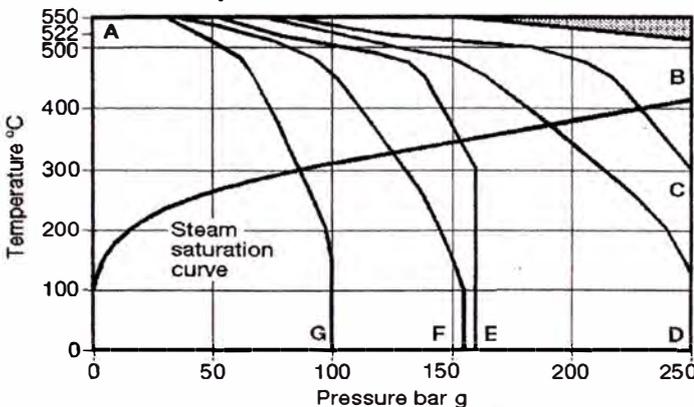
Certification

This product is available with certification to EN 10204 3.2. **Note:** All certification/inspection requirements must be stated at the time of order placement.

Sizes and pipe connections

1/2", 3/4" and 1" Butt weld ends to suit Schedule 160 pipe.
1/2", 3/4" and 1" Socket weld ends to ANSI B 16.11 Class 6000.
DN15 and DN25 standard integral flange DIN 2549 PN250.
DN15, DN20 and DN25 standard integral flanges: ANSI 600, ANSI 900, ANSI 1500, DIN 2547 PN100 and DIN 2548 PN160.

Pressure/temperature limits (ISO 6552)

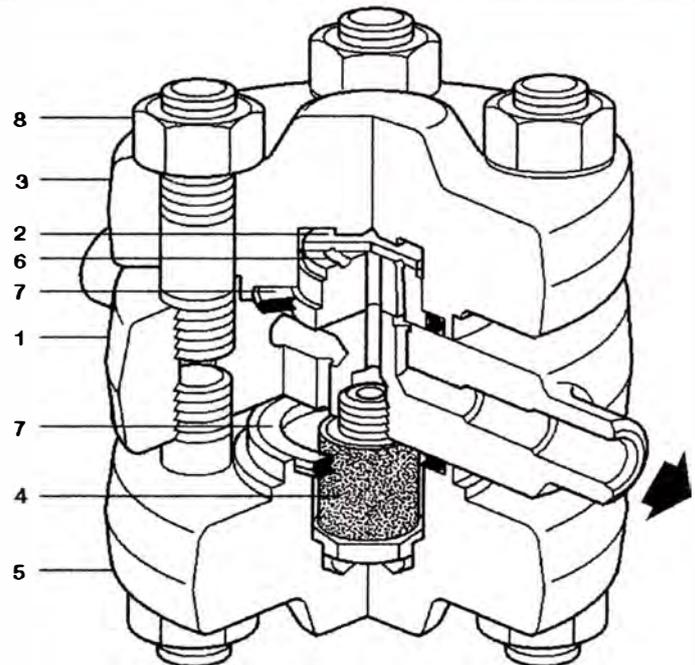


The product **must not** be used in this region.

- A - B Socket weld and butt weld ends.
- A - C Flanged to DIN 2549 PN250.
- A - D Flanged to ANSI 1500.
- A - E Flanged to DIN 2548 PN160.
- A - F Flanged to ANSI 900.
- A - G Flanged to ANSI 600 and DIN 2547 PN100.

Note: If the product is used at pressures above 170 bar g then a reduction in working life may be experienced.

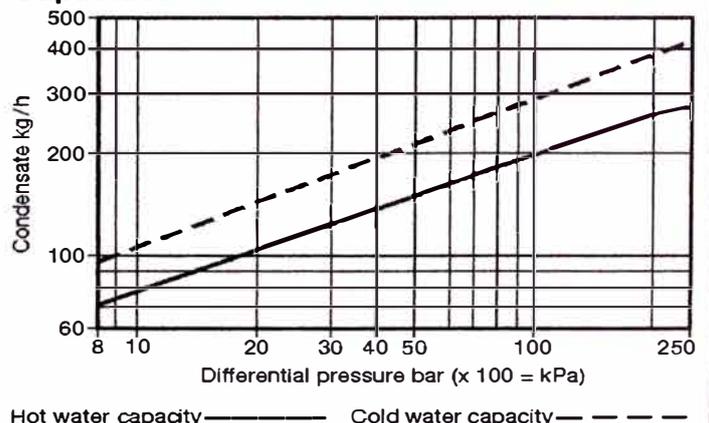
Body design conditions		PN250
PMA	Maximum allowable pressure	250 bar g @ 522°C
TMA	Maximum allowable temperature	550°C @ 153 bar g
Minimum allowable temperature		-29°C
PMO	Maximum operating pressure for saturated steam service	250 bar g
TMO	Maximum operating temperature	550°C @ 153 bar g
Minimum operating temperature		0°C
Note: For lower operating temperatures consult Spirax Sarco.		
PMOB	Maximum operating backpressure should not exceed	50% of the upstream pressure
Minimum operating differential pressure		8 bar g
Designed for a maximum cold hydraulic test pressure of 375 bar g		



Materials

No.	Part	Material	
1	Body	Alloy steel	ASTM A182 F22
2	Disc	Steel	BS 4659 Gr. BD2
3	Top cover	Alloy steel	ASTM A182 F22
4	Strainer screen assembly	Stainless steel	BS 970 304 S15 / Sintered stainless
5	Bottom cover	Alloy steel	ASTM A182 F22
6	Seat	Steel	BS 4659 Gr. BD2
7	Cover gasket	Spirally wound stainless steel with exfoliated graphite filler	
8	Cover studs	Steel	ASTM A193 Gr. B16
	Cover nuts	Steel	ASTM A194 Gr. 4

Capacities

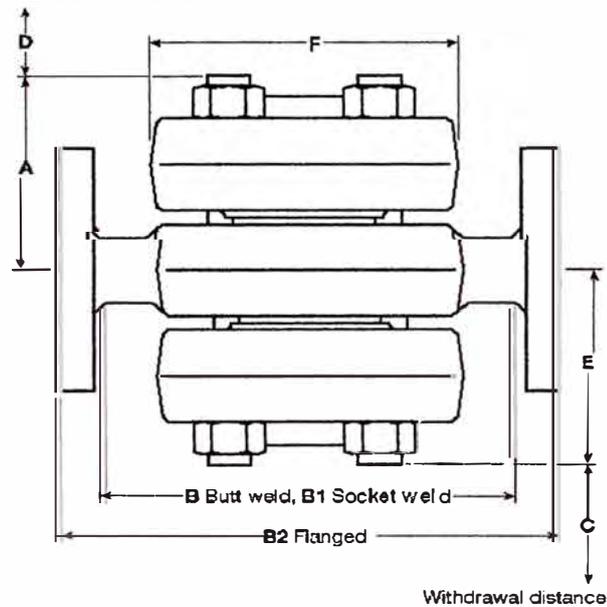


Dimensions/weights (approximate) in mm and kg

Butt weld and socket weld

Size	A	B	B1	C	D	E	F	Weight
½"	78	158	158	55	55	78	117	10.5
¾"	80	158	158	55	55	80	117	10.5
1"	80	158	170	55	55	80	117	10.5

Withdrawal distance



Flanged PN100, PN160 and ANSI 600

Size	A	B2	C	D	E	F	Weight
DN15	80	210	55	55	80	117	17.8

Flanged PN250* and ANSI 1600/ANSI 900

Size	A	B2	C	D	E	F	Weight
DN15*	80	240	55	55	80	117	17.8
DN20	80	240	55	55	80	117	18.7
DN25*	80	260	55	55	80	117	21.7

Safety information, installation and maintenance

For full details see the Installation and Maintenance Instructions (IM-P150-07) supplied with the product.

Installation note:

The TD120 is designed for installation with the name-plate on top. For ease and maintenance, consideration should be given to fitting isolation valves upstream and downstream of the steam trap.

Disposal

The product is recyclable. No ecological hazard is anticipated with the disposal of this product, providing due care is taken.

How to order

Example: 1 off Spirax Sarco ½" TD120 high pressure thermodynamic steam trap having an alloy steel body with butt weld connections. It will incorporate a stainless steel strainer and give a tight shut-off for pressures up to 250 bar g.

Spare parts

The spare parts available are shown in heavy outline. Parts drawn in broken line are not supplied as spares.

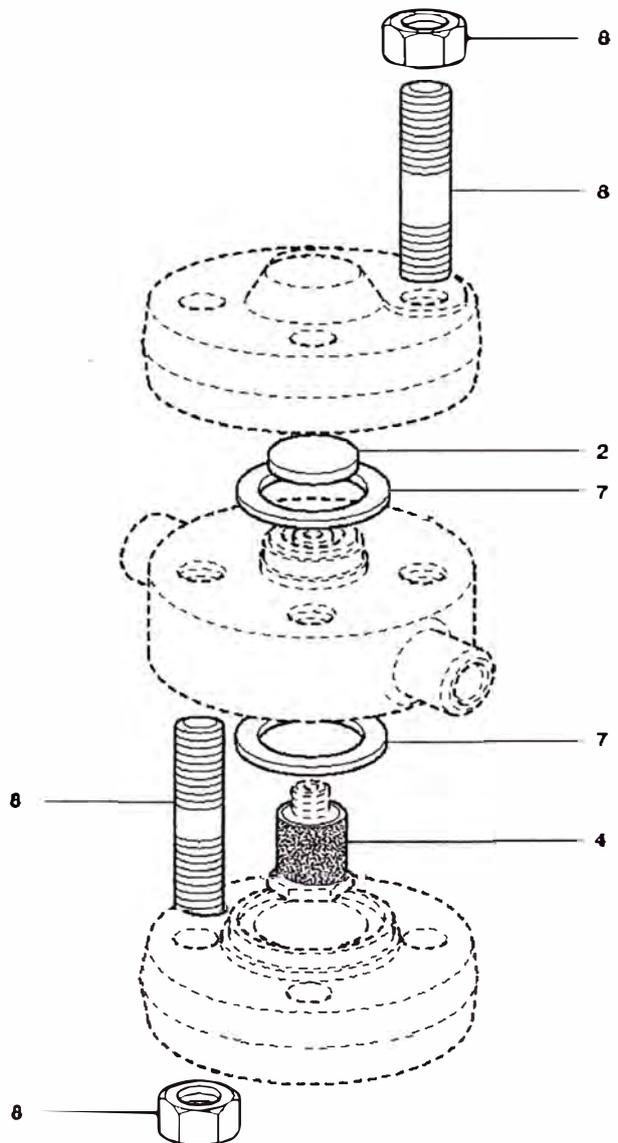
Available spares

Set of Internals	2, 7 (2 off), 4
Screen	4, 7
Set of cover gaskets	7 (2 off)
Set of cover studs and nuts	8 (8 off)

How to order spares

Always order spares by using the description given in the column headed 'Available spares' and state the size and type of trap.

Example: 1 - Set of Internals for a Spirax Sarco ½" TD120 high pressure thermodynamic steam trap.



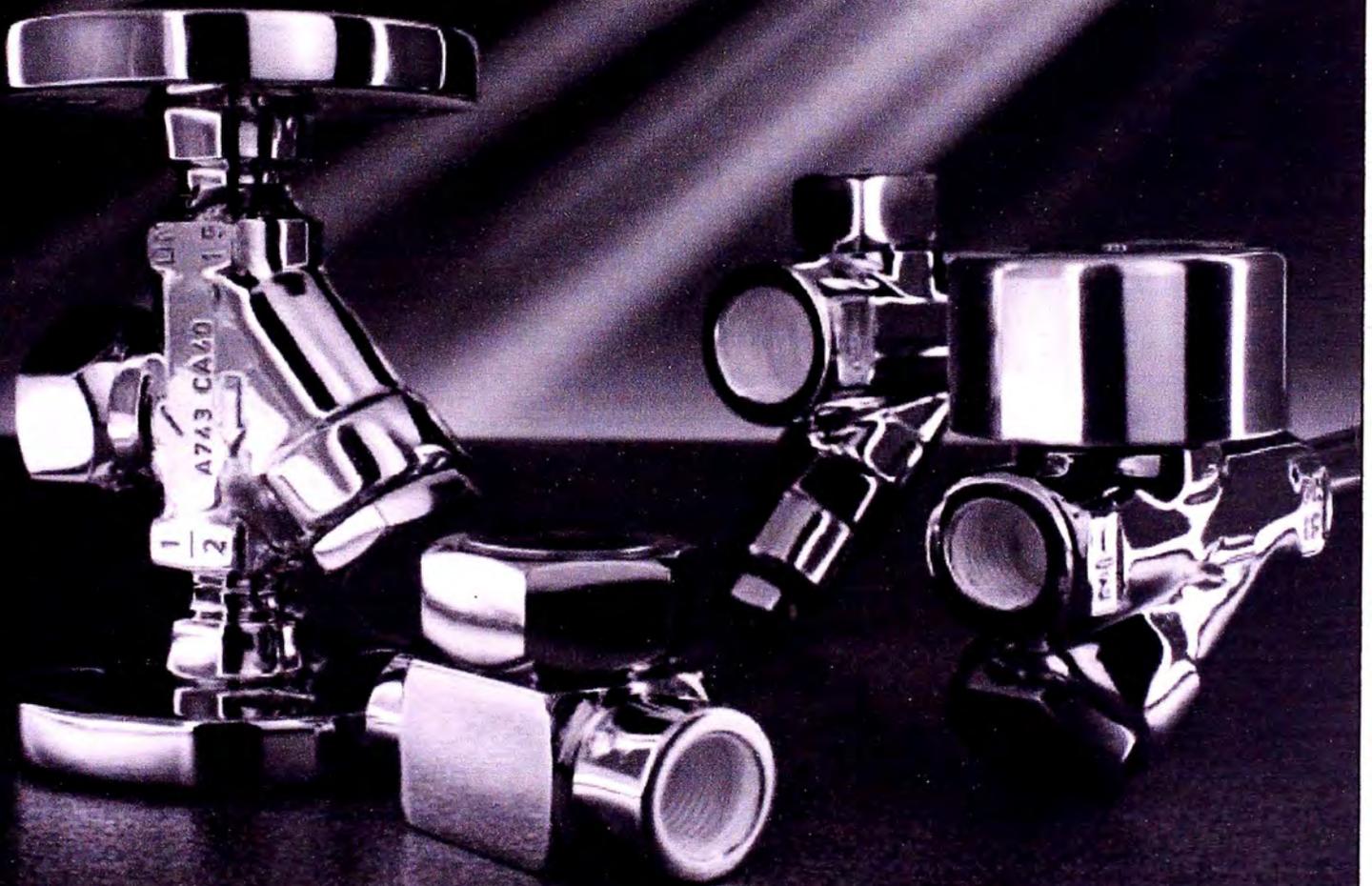
Recommended tightening torques

Item	Part	or mm	N m
4		22 A/F	25 - 35
8	Nut	23 A/F	160 - 180
	Stud	M16	85 - 90

Anexo 3
Trampas de baja presión

Thermodynamic steam traps

for pressures up to 42 bar



spirax
/ **sarco**

The only thermodynamic steam trap with over 40 years of experience

The Spirax Sarco TD is the product of experience. First launched in 1950 the TD has become the most advanced thermodynamic steam trap available.

Constant design improvements have made today's TD an extremely robust steam trap, ideally suited to the rigorous demands of any steam system.

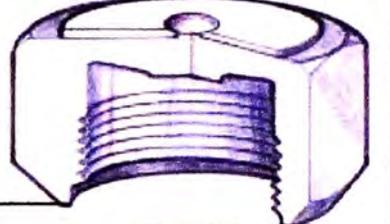
Unique amongst all thermodynamic steam traps is the 3 hole condensate outlet arrangement designed to ensure perfect lift of the stainless steel disc. Such attention to detail ensures complete shut-off at all pressures and uniform flow over all seating faces for extended product life, removing the unnecessary complication for renewable seats.

Having the options of an anti-air-binding disc for start-up conditions: blowdown valve and insulating cover, the TD range is adaptable to all applications where thermodynamic traps are recommended and instantaneous removal of condensate is required.

With over 3½ million Spirax Sarco TD traps manufactured and supplied to over 100 000 customers, the Spirax Sarco TD has become the most widely used thermodynamic steam trap in the world today.



Insulating cover for low ambient temperature or wet environments (optional extra).



Knife edge jointing removes need for gaskets and prevents leaks.



Hardened stainless steel disc with turbulence groove for rapid closing action.



Unique 3 hole outlet ensures perfect disc lift.



Inbuilt stainless steel strainer.



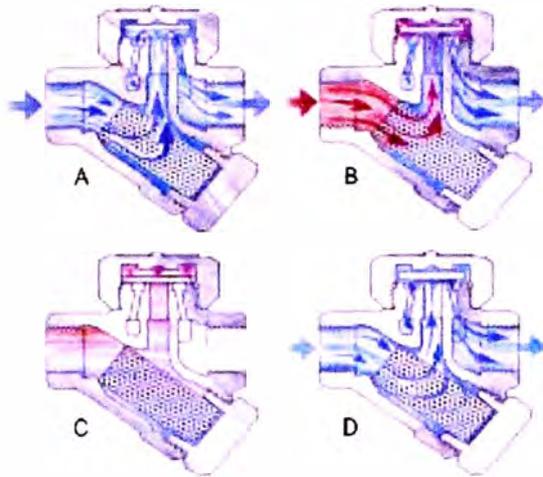
Electroless nickel plating finish as standard to TD42L, TD42LA, TD42H and TD42HA range.

Options

	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	ENP finish	Insulating cover	Blowdown valve		1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	ENP finish	Insulating cover	Blowdown valve
TD42L	-	•	•	•	•	•	•	•	TD3-3LC	-	-	•	-	-	-	•	•
TD42LA	-	•	•	•	•	•	•	•	TD3-3LCA	-	-	•	-	-	-	•	•
TD42H	-	-	•	•	•	•	•	•	TD3-3	-	•	•	•	-	-	•	•
TD42HA	-	-	•	-	-	•	•	•	TD3-3A	-	•	•	-	-	-	•	•
TD42S2LC	-	-	•	-	-	-	•	•	TD259	•	-	-	-	-	-	-	-
TD42S2	-	-	•	•	-	-	•	•	TD259A	•	-	-	-	-	-	-	-
TD32FLC	-	-	•	-	-	-	•	-	TD52LC	-	•	•	-	-	-	•	-
TD32FLCA	-	-	•	-	-	-	•	-	TD52LCA	-	•	•	-	-	-	•	-
TD32F	-	-	•	•	•	-	•	-	TD52	-	-	•	•	•	-	•	-
TD32FA	-	-	•	-	-	-	•	-	TD52A	-	-	•	-	-	-	•	-

For further Thermodynamic Steam Trap options see sales brochures: 'High pressure thermodynamic steam traps' for pressures up to 120 bar and 'Swivel connector steam traps'.

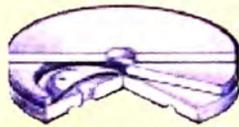
How it works



On start-up, incoming pressure raises the disc and cooled condensate, plus air, is immediately discharged (A). Hot condensate flowing through the trap releases flash steam. High velocity creates a low pressure area under the disc and draws it towards the seat (B). At the same time there is a pressure build-up of flash steam in the chamber above the disc which forces it down against the pressure of the incoming condensate until it seats on the inner ring and closes the inlet. The disc also seats on the outer ring and traps pressure in the chamber (C).

Pressure in the chamber is decreased by condensation of the flash steam and the disc is raised. The cycle is then repeated (D).

Anti-air-binding disc



Air release option with inbuilt 'click clack' thermostat for start-up conditions. Traps with 'A' suffix have anti-air-binding discs.

The disc is assembled from 3 separate layers. At start-up the bimetallic disc allows air to pass from the control chamber through the hole in the upper layer, through the 2 holes in the bimetallic disc and through the hole in the lower layer to the trap outlet.

After start-up the bimetallic disc inverts and closes off the hole in the lower layer thereby preventing steam loss.

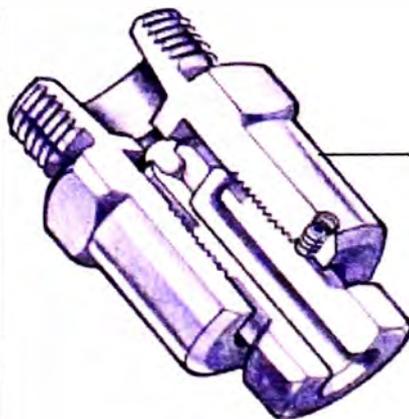
User benefits

- Compact and light weight, reducing installation costs.
- Unique knife edge jointing removes the need for gaskets and guarantees protection from expensive leaks.
- Just one moving part, a stainless steel disc, ensures reliable operation and minimal maintenance.
- Positive discharge with clean tight shut-off. No back-up of condensate ensures maximum plant efficiency.
- One trap covers all operating pressures making selection and replacement simple.
- Robust construction to guarantee long life against superheat, waterhammer, freezing and vibration.
- Disc gives audible click when closing for simple on-line performance checks.
- Rugged design for a trouble free long life.
- Can be installed in both horizontal and vertical positions reducing installation problems.
- Spirax Sarco's guarantee of technical support, knowledge and service.

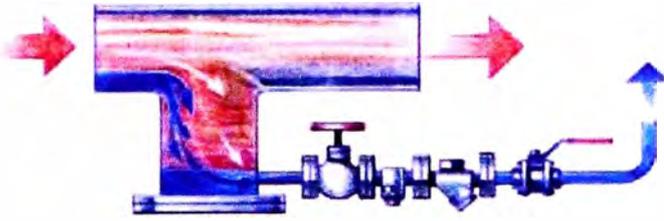
Connections to suit every application:

- Screwed
- Flanged
- Socket weld
- Butt weld

Blowdown valve for on-line cleaning (optional extra).

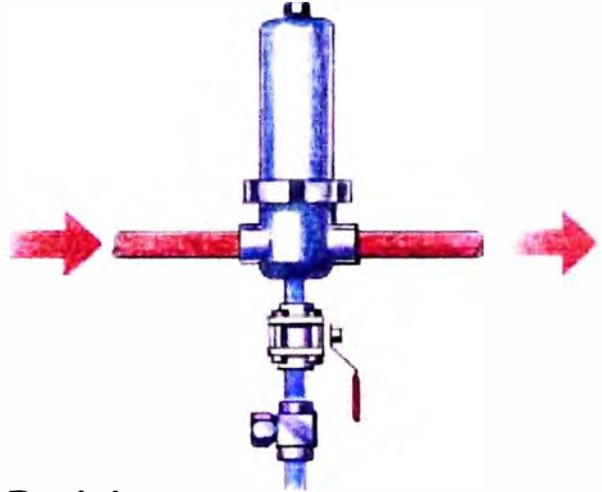


Typical applications



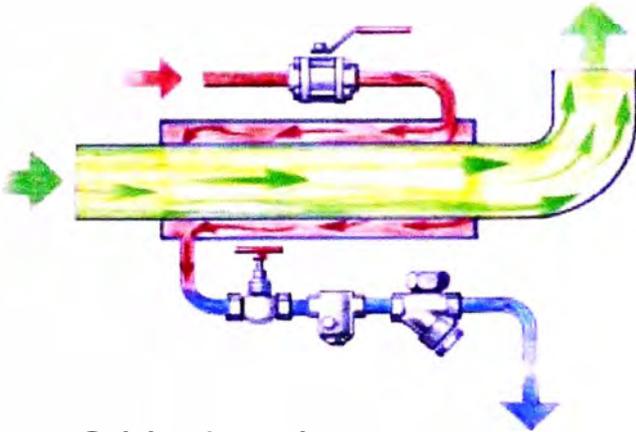
Condensate removal from steam mains

Instant removal of condensate prevents waterhammer and improves steam quality.



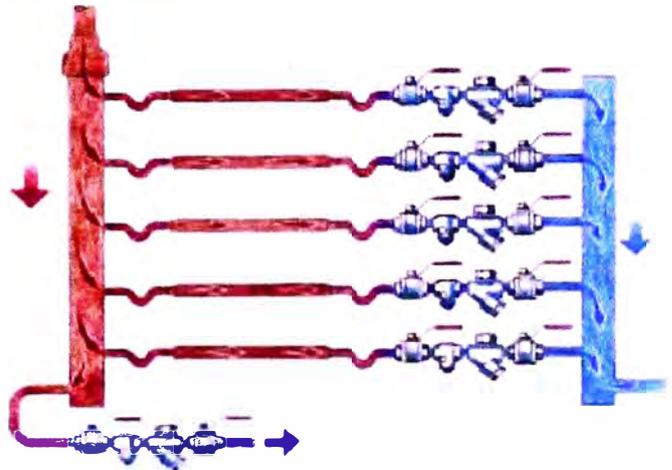
Draining high efficiency filters

Rapid removal of condensate ensures optimum filter efficiency.



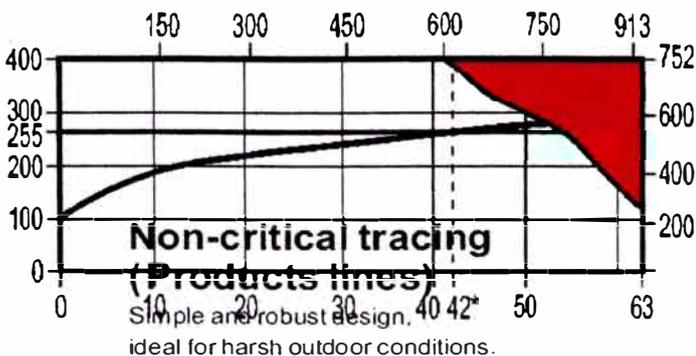
Critical tracing (Jacketed product lines)

Condensate is removed as it is formed, ensuring maximum heat transfer to the product eliminating the danger of solidification.



Condensate removal from platen presses

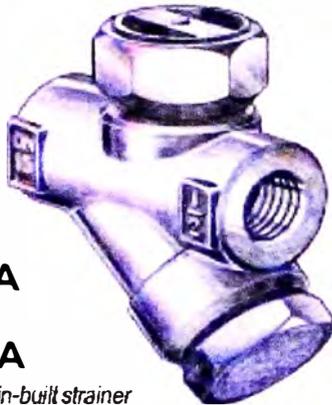
Fast efficient removal of condensate ensures even platen temperature with reduced risk of product wastage.



Spiratec steam trap leak detection chambers have been shown together with various isolating valve combinations to illustrate the complementary range of Spirax Sarco products.

**TD42L
TD42LA
TD42H
TD42HA**

Screwed with in-built strainer



**TD42S2
TD42S2LC**

Socket weld with in-built strainer



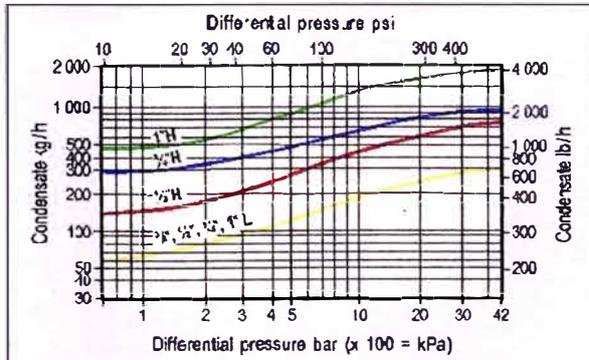
Sizes and pipe connections

$\frac{3}{8}$ " , $\frac{1}{2}$ " , $\frac{3}{4}$ " and 1" screwed BSP or NPT.

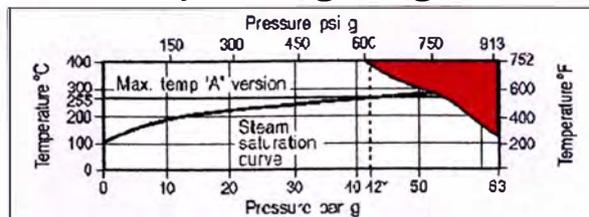
Materials

Body	Stainless steel (with ENP) ASTM A743 Gr. CA 40F	
Cap	Stainless steel	AISI 416
Disc	Stainless steel	BS 1449 420 S45
Strainer screen	Stainless steel	ASTM A240 316L
Strainer cap	Stainless steel	AISI 416

Capacities



Operating range



The product must not be used in red area.
 *PMO - Maximum operating pressure (recommended).
 Note: Minimum pressure for satisfactory operation is 0.25 bar g (TD42L & TD42H), 0.8 bar g (TD42LA & TD42HA).
 PMOB - Maximum operating back pressure is 80% of upstream pressure.

Limiting conditions (ISO 6552)

Body design conditions PN63
 PMA - Maximum allowable pressure 63 bar g
 TMA - Maximum allowable temperature 400°C
 Cold hydraulic test pressure 95 bar g

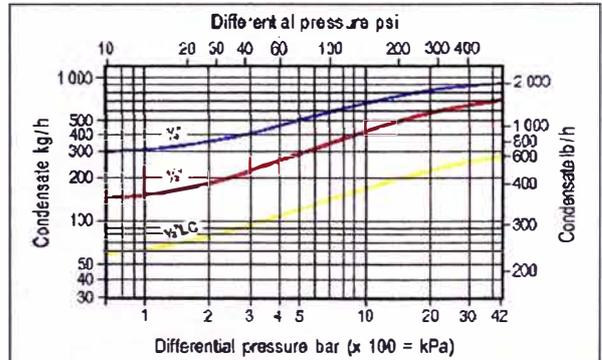
Sizes and pipe connections

$\frac{1}{2}$ " LC, $\frac{1}{4}$ " and $\frac{3}{4}$ " socket weld ends to BS 3799 class 3000

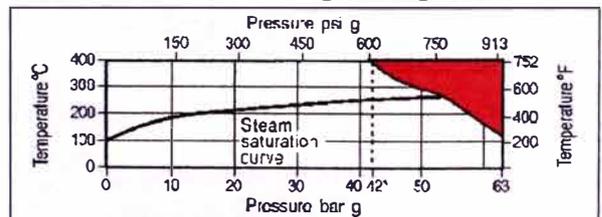
Materials

Body	Carbon steel	ASTM A216 Gr. WCB
Cap	Stainless steel	AISI 416
Disc	Stainless steel	BS 1449 420 S45
Strainer screen	Stainless steel	ASTM A240 316L
Strainer cap	Stainless steel	AISI 416

Capacities



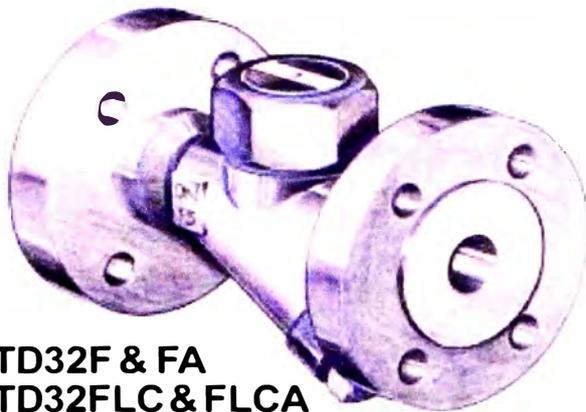
Operating range



The product must not be used in red area.
 *PMO - Maximum operating pressure (recommended).
 Note: Minimum pressure for satisfactory operation is 0.25 bar g.
 PMOB - Maximum operating back pressure is 80% of upstream pressure.

Limiting conditions (ISO 6552)

Body design conditions PN63
 PMA - Maximum allowable pressure 63 bar g
 TMA - Maximum allowable temperature 400°C
 Cold hydraulic test pressure 95 bar g



**TD32F & FA
TD32FLC & FLCA**

Flanged with in-built strainer



**TD3-3
TD3-3A
TD3-3LC
TD3-3LCA**

Butt weld with in-built strainer

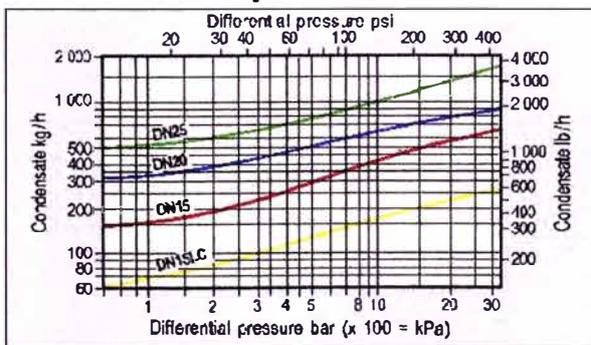
Sizes and pipe connections

DN15LC, 15, 20 and 25
Standard flange:- BS 4504 and DIN PN40, ANSI 300

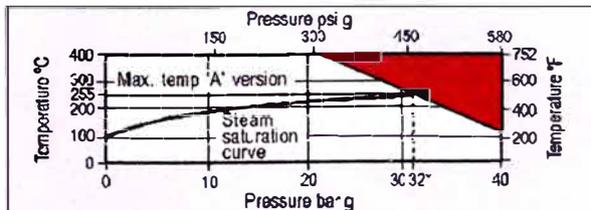
Materials

Body	Stainless steel	ASTM A743 Gr. CA 40
Cap	Stainless steel	AISI 416
Disc	Stainless steel	BS 1449 420 S45
Strainer screen	Stainless steel	ASTM A240 316L
Strainer cap	Stainless steel	AISI 416
Flanges	Carbon steel	DIN 17243 C22.8WS 1.0460

Capacities



Operating range



The product must not be used in red area.
*PMO - Maximum operating pressure (recommended).
Note: Minimum pressure for satisfactory operation is 0.25 bar g.
PMOB - Maximum operating back pressure is 80% of upstream pressure.

Limiting conditions (ISO 6552)

Body design conditions PN40
PMA - Maximum allowable pressure 40 bar g
TMA - Maximum allowable temperature 400°C
Cold hydraulic test pressure 60 bar g

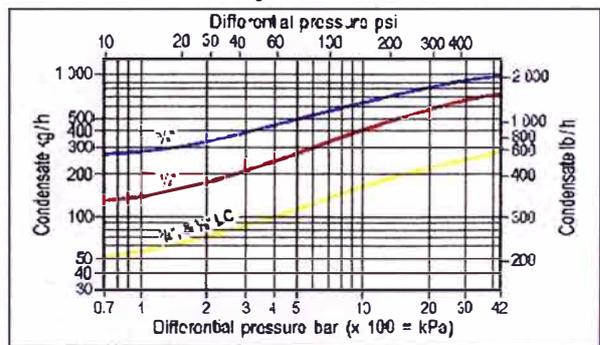
Sizes and pipe connections

3/8", 1/2" LC, 1/2", 3/4" butt weld to suit schedule 40

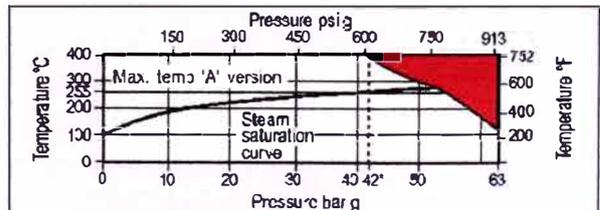
Materials

Body	Stainless steel	ASTM A743 Gr. CA 40F
Cap	Stainless steel	AISI 416
Disc	Stainless steel	BS 1449 420 S45
Strainer screen	Stainless steel	ASTM A240 316L
Strainer cap	Stainless steel	AISI 416
Union tail piece	Carbon steel	BS 970 070 M20
Union nut	Carbon steel	BS 970 220 M07
Gasket	Reinforced exfoliated graphite	

Capacities



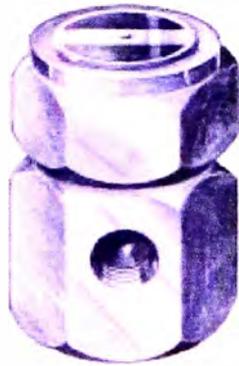
Operating range



The product must not be used in red area.
*PMO - Maximum operating pressure (recommended).
Note: Minimum pressure for satisfactory operation is 0.25 bar g.
PMOB - Maximum operating back pressure is 80% of upstream pressure.

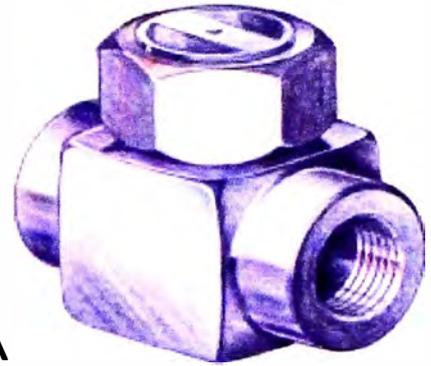
Limiting conditions (ISO 6552)

Body design conditions PN63
PMA - Maximum allowable pressure 63 bar g
TMA - Maximum allowable temperature 400°C
Cold hydraulic test pressure 95 bar g



**TD259
TD259A**

Screwed without strainer



**TD52
TD52A
TD52LC
TD52LCA**

Screwed without strainer

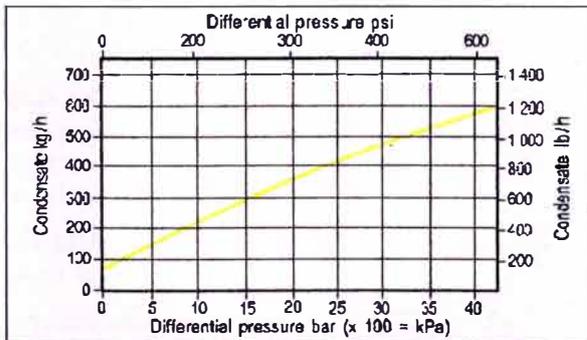
Sizes and pipe connections

1/4" screwed BSP or NPT

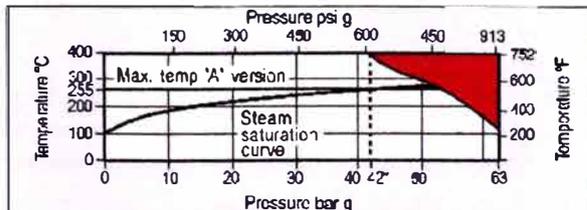
Materials

Body	Stainless steel	AISI 420 F
Cap	Stainless steel	AISI 416
Disc	Stainless steel	BS 1449 420 S45

Capacities



Operating range



The product must not be used in red area.
 *PMO - Maximum operating pressure (recommended).
 Note: Minimum pressure for satisfactory operation is 0.25 bar g.
 PMOB - Maximum operating back pressure is 80% of upstream pressure.

Limiting conditions (ISO 6552)

Body design conditions PN63
 PMA - Maximum allowable pressure 63 bar g
 TMA - Maximum allowable temperature 400°C
 Cold hydraulic test pressure 95 bar g

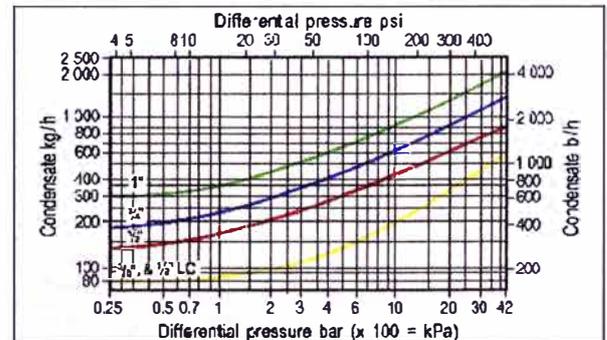
Sizes and pipe connections

3/8", 1/2" LC, 1/2", 3/4", 1" screwed BSP or NPT.

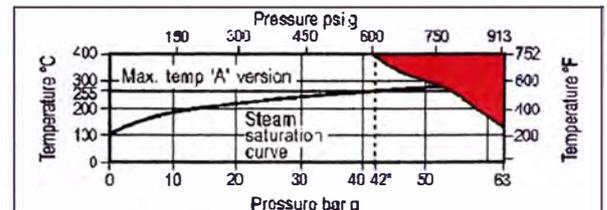
Materials

Body	Stainless steel	AISI 420 F
Cap	Stainless steel	AISI 416
Disc	Stainless steel	BS 1449 420 S45

Capacities



Operating range



The product must not be used in red area.
 *PMO - Maximum operating pressure (recommended).
 Note: Minimum pressure for satisfactory operation is 0.25 bar g.
 PMOB - Maximum operating back pressure is 80% of upstream pressure.

Limiting conditions (ISO 6552)

Body design conditions PN63
 PMA - Maximum allowable pressure 63 bar g
 TMA - Maximum allowable temperature 400°C
 Cold hydraulic test pressure 95 bar g

Dimensions

		A	B	C	D	E	Weight (kg)
	3/8"	78	55	41	20	85	0.75
TD42L	1/2"	78	55	41	20	85	0.75
TD42LA	3/4"	90	60	44	20	100	0.95
	1"	95	65	48	20	100	1.50
TD42H	1/2"	78	55	41	41	85	0.80
TD42HA	3/4"	90	60	47	41	100	1.00
	1"	95	65	53	41	100	1.60
TD32F	DN15	150	55	41	40	80	2.40
TD32FA	DN20	150	60	47	40	95	3.10
TD32FLC	DN25	160	65	53	40	100	4.20
TD32FLCA							
TD3-3	3/8"	183	60	40	41	-	1.10
TD3-3A	1/2"	188	62	41	41	-	1.30
TD3-3LC	3/4"	223	65	45	41	-	1.70
TD3-3LCA							
TD42S2	1/2"	78	55	41	41	85	0.80
TD42S2LC	3/4"	90	60	47	41	100	1.00
TD259	1/4"	52	42	20	40	-	0.36
TD259A							
TD52	3/8"	54	13	37	41	-	0.43
TD52A	1/2"	70	15	39	41	-	0.60
TD52LC	3/4"	80	20	43	41	-	0.90
TD52LCA	1"	89	23	51	41	-	1.40

Dimensions (approximately) in millimetres

Installations

Preferably fitted in horizontal pipe but can be fitted in other positions.

Optional extras

INSULATING COVER:- an insulating cover to prevent the trap being unduly influenced by excessive heat loss such as when subjected to low outside temperatures, wind, rain etc.

INTEGRAL BLOWDOWN VALVE:- the strainer cap can be fitted with manual blowdown valve.

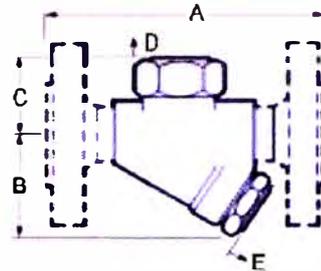
ANTI-AIR-BINDING DISC:- prevents air-binding of the trap under start-up conditions on steam systems where large amounts of air are present.

Diffuser

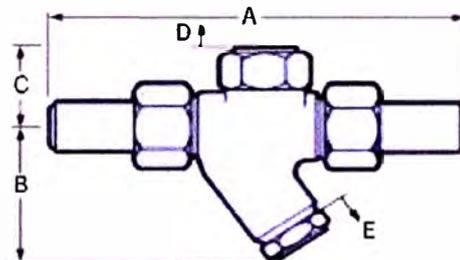
A DF1 fitted on the downstream side of traps passing condensate to atmosphere. suppresses noise levels and offers protection from high velocity discharge.

Some of the products shown may not be available in certain markets.

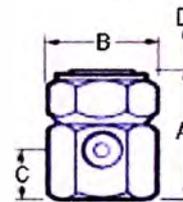
TD42L
TD42LA
TD42H
TD42HA
TD32F
TD32FA
TD32FLC
TD32FLCA
TD42S2
TD42S2LC



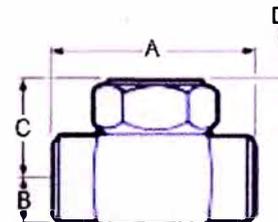
TD3-3 TD3-3LC TD3-3A TD3-3LCA



TD259 TD259A



TD52
TD52A
TD52LC
TD52LCA



Typical specification

The steam traps shall be Spirax Sarco TD42 thermodynamic type having stainless steel bodies with 3 hole flow pattern and screwed connections. They shall incorporate a stainless steel (anti-air-binding) disc, strainer screen and give a tight shut-off.

Insulating covers shall be provided for any traps to be installed outdoors or in exposed positions.

Integral blowdown valves shall be provided for on-line strainer cleaning.

Spirax-Sarco Limited, Charlton House,
Cheltenham, Gloucestershire, GL53 8ER UK.
Tel: +44 (0)1242 521361 Fax: +44 (0)1242 573342
E-mail: Enquiries@SpiraxSarco.com
Internet: www.SpiraxSarco.com

© Copyrigt 2000 Spirax Sarco Ltd reg. in the UK and other countries.

spirax
sarco

SB-P068-02

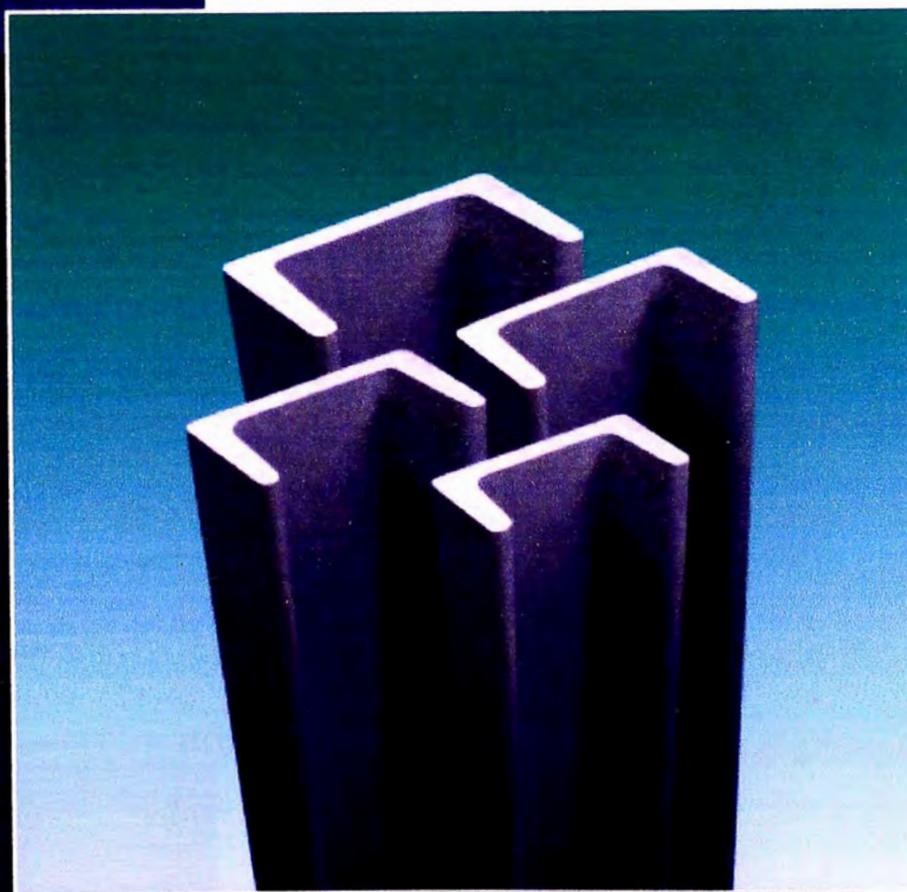
ST Issue 3

Anexo 4
Perfiles Estándares



**ACEROS
AREQUIPA**

CANALES (U)



ISO 9001

Planta 1. Certificación N° 33215
Planta 2. Certificación N° 32450

CORPORACION ACEROS AREQUIPA S.A.

LIMA: Av. Enrique Meiggs 297. Parque Internacional de la Industria y Comercio
Lima y Calle C. Cellao 3-Perú. Tlf. (51)(1) 517-1800 / Fax Central (51)(1) 452-0059

AREQUIPA: Calle Jacinto Ibañez 111. Parque Industrial. Arequipa-Perú.
Tlf. (51)(54) 23-2430 / Fax. (51)(54) 21-9796.

PISCO: Panamericana Sur Km. 240. Ica-Perú.
Tlf. (51)(56) 53-2967, (51)(56) 53-2969 / Fax (51)(56) 53-2971.

www.acerosarequipa.com e-mail: mktng@acerosarequipa.com

CANALES (U)

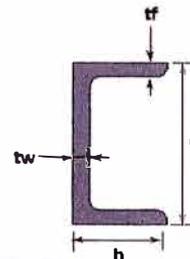
DENOMINACION:
C(U) A36

DESCRIPCION:
Producto de acero laminado en caliente cuya sección tiene la forma de U.

USOS:
En la fabricación de estructuras metálicas como vigas, viguetas, carrocerías, etc.

NORMA TECNICA:
ASTM A36 / A36 M

PRESENTACION:
Canales U hasta de 4" se producen en longitudes de 6 metros, se suministra en paquetes de 1 TM. Canales mayores a 6" se comercializa en longitud de 20 pies (6096mm). Se suministran en unidades.



DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES

Designación	Area (pulg ²)	Altura d (pulg)	Ala (pulg)		Espesor del Alma tw (pulg)	Peso Estimado	
			Longitud b	Espesor tf		kg/m	kg/20 pies
2" x 2.58 lbs/pie	0.76	2.00	1.000	0.187	0.187	3.82	22.93 *
3" x 4.10 lbs/pie	1.21	3.00	1.410	0.273	0.170	6.12	36.72 *
3" x 5.0 lbs/pie	1.47	3.00	1.498	0.273	0.258	7.43	44.61 *
4" x 5.4 lbs/pie	1.59	4.00	1.584	0.296	0.184	8.03	48.25 *
4" x 7.25 lbs/pie	2.13	4.00	1.721	0.296	0.321	10.77	64.64 *
6" x 8.20 lbs/pie	2.40	6.00	1.920	0.343	0.200	12.20	74.37
6" x 10.5 lbs/pie	3.09	6.00	2.034	0.343	0.314	15.62	95.22
8" x 11.5 lbs/pie	3.38	8.00	2.260	0.390	0.220	17.11	104.30
10" x 15.3 lbs/pie	4.49	10.00	2.600	0.436	0.240	22.77	138.80
12" x 20.7 lbs/pie	6.09	12.00	2.942	0.501	0.282	30.80	187.75

* Longitud de 6m.

REQUERIMIENTOS QUIMICOS EN LA CUCHARA (%):
C = 0.26 máx. P = 0.040 máx. S = 0.050 máx. Si = 0.40 máx.

PROPIEDADES MECANICAS:
 Límite de Fluencia, mínimo = 2530 kg/cm
 Resistencia a la Tracción = 4080 - 5620 kg/cm
 Alargamiento en 200 mm, mínimo = 20%
 Soldabilidad = Buena

TOLERANCIAS DIMENSIONALES:

Dimensiones Nominales	Altura d (mm)	Ancho b (mm)	Flexión Máxima (mm)
2"	± 1.58	± 1.58	2.0
3" y 4"	+ 2.38 - 1.58	± 3.17	
6"	+ 3.17 - 2.38	+ 3.17 - 3.96	

Tolerancia en la longitud: 0 / + 50 mm

Para espesores de Alma menores que 0.315" se ajustará según ASTM A6.

Acero laminado en caliente (A36)



ISO 9001

El Sistema de Gestión de Calidad aplicable a los Procesos de Fabricación y Comercialización de Corporación Aceros Arequipa S.A., cuenta con la Certificación ISO 9001: 2000 emitida por la ABS QUALITY EVALUATIONS, INC de TEXAS USA, para sus dos plantas:

- Planta 1: Certificado N° 33215
- Planta 2: Certificado N° 32450



**CORPORACION
ACEROS AREQUIPA S.A.**

Anexo 5 Tuberías Estándares



**TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106**

www.vemacero.com

Diámetro Nominal NPS Pulgadas in.	Diámetro DN Milímetros mm.	Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA			
		(in.)	mm.	Pulgadas (in.)	Milímetros (mm.)	Weight Class	Schedule	lb/pte	kg/m	Grado A		Grado B	
										psi	Kg/cm2	psi	Kg/cm2
1/2	15	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	700	49	700	49
				0.147	3.73	XS	80	1.09	1.62	850	60	850	60
3/4	20	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	700	49	700	49
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.20	850	60	850	60
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	700	49	700	49
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	850	60	850	60
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	1200	84	1300	91
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	1800	127	1900	134
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	1200	84	1300	91
				0.200	5.08	XS	80	3.63	5.41	1800	127	1900	134
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.65	5.44	2300	162	2500	176
				0.218	5.54	XS	80	5.02	7.48	2500	176	2500	176
2-1/2	65	2.875	73	0.203	5.16	STD	40	5.79	8.63	2500	176	2500	176
				0.276	7.01	XS	80	7.66	11.41	2500	176	2500	176
				0.375	9.52	-	160	-	-	2500	176	2500	176
				0.552	14.02	XXS	-	-	-	2500	176	2500	176
3	80	3.500	88.9	0.125	3.18	-	-	4.51	6.72	1290	91	1500	105
				0.156	3.96	-	-	5.57	8.29	1600	112	1870	131
				0.188	4.78	-	-	6.65	9.92	1930	136	2260	159
				0.216	5.49	STD	40	7.58	11.29	2220	156	2500	176
				0.250	6.35	-	-	8.68	12.93	2500	176	2500	176
				0.281	7.14	-	-	9.66	14.40	2500	176	2500	176
4	100	4.500	114.3	0.300	7.62	XS	80	10.25	15.27	2500	176	2500	176
				0.125	3.18	-	-	5.84	8.71	1000	70	1170	82
				0.156	3.96	-	-	7.24	10.78	1250	88	1460	103
				0.188	4.78	-	-	8.66	12.91	1500	105	1750	123
				0.219	5.56	-	-	10.01	14.91	1750	123	2040	143
				0.237	6.02	STD	40	10.79	16.07	1900	134	2210	155
				0.250	6.35	-	-	11.35	16.90	2000	141	2330	164
				0.281	7.14	-	-	12.66	18.87	2250	158	2620	184
				0.312	7.92	-	-	13.98	20.78	2500	176	2800	197
				0.337	8.56	XS	80	14.98	22.32	2700	190	2800	197
				0.438	11.13	-	120	19.00	28.32	2800	197	2800	197
5	125	5.563	141.3	0.531	13.49	-	160	22.51	33.54	2800	197	2800	197
				0.674	17.12	XXS	-	27.54	41.03	2800	197	2800	197
				0.188	4.78	-	-	10.79	16.09	1220	86	1420	100
				0.219	5.56	-	-	12.50	18.61	1420	100	1650	116
				0.258	6.55	STD	40	14.62	21.77	1670	117	1950	137
				0.281	7.14	-	-	15.85	23.62	1820	128	2120	149
				0.312	7.92	-	-	17.50	26.05	2020	142	2360	166
6	150	6.625	168.3	0.344	8.74	-	-	19.17	28.57	2230	157	2600	183
				0.375	9.52	XS	80	20.78	30.94	2430	171	2800	197
				0.188	4.78	-	-	12.92	19.27	1020	72	1190	84
				0.219	5.56	-	-	14.98	22.31	1190	84	1390	98
				0.250	6.35	-	-	17.02	25.36	1360	96	1580	111
				0.280	7.11	STD	40	18.97	28.26	1520	107	1780	125
				0.312	7.92	-	-	21.04	31.32	1700	120	1980	139
				0.344	8.74	-	-	23.08	34.39	1870	131	2180	153
				0.375	9.52	-	-	25.02	37.28	2040	143	2380	167
				0.432	10.97	XS	80	28.57	42.56	2350	165	2740	193
				0.562	14.27	-	120	36.39	54.20	2800	197	2800	197
0.719	18.26	-	160	45.35	67.56	2800	197	2800	197				
0.864	21.95	XXS	-	53.16	79.22	2800	197	2800	197				



TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106

www.vemacero.com

Diámetro Nominal NPS Pulgadas in.		Diámetro Exterior Real (in.) mm.		Espesor de Pared Pulgadas (in.) Milímetros (mm.)		Identificación Weight Class Schedule		Peso del Tubo lb/pie kg/m		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA			
										Grado A		Grado B	
										psi	Kg/cm2	psi	Kg/cm2
8	200	8.625	219,1	0.188	4.78	-	-	16.94	25.26	780	55	920	65
				0.203	5.16	-	-	18.26	27.22	850	60	1000	70
				0.219	5.56	-	-	19.66	29.28	910	64	1070	75
				0.250	6.35	-	20	22.36	33.31	1040	73	1220	86
				0.277	7.04	-	30	24.70	36.81	1160	82	1350	95
				0.312	7.92	-	-	27.70	41.24	1300	91	1520	107
				0.322	8.18	STD	40	28.55	42.55	1340	94	1570	110
				0.344	8.74	-	-	30.42	45.34	1440	101	1680	118
				0.375	9.52	-	-	33.04	49.20	1570	110	1830	129
				0.406	10.31	-	60	35.64	53.08	1700	120	2000	141
				0.438	11.13	-	-	38.30	57.08	1830	129	2130	150
				0.500	12.70	XS	80	43.39	64.64	2090	147	2430	171
				0.594	15.09	-	100	50.95	75.92	2500	176	2800	197
				0.719	18.26	-	120	60.71	90.44	2800	197	2800	197
				0.812	20.62	-	140	67.76	100.92	2800	197	2800	197
				0.875	22.22	XXS	-	72.42	107.88	2800	197	2800	197
0.906	23.01	-	160	74.69	111.27	2800	197	2800	197				
10	250	10.750	273,0	0.188	4.78	-	-	21.21	31.62	630	44	730	51
				0.203	5.16	-	-	22.87	34.08	680	48	800	56
				0.219	5.56	-	-	24.63	36.67	730	51	860	60
				0.250	6.35	-	20	28.04	41.75	840	59	980	69
				0.279	7.09	-	-	31.20	46.49	930	65	1090	77
				0.307	7.80	-	30	34.24	51.01	1030	72	1200	84
				0.344	8.74	-	-	38.23	56.96	1150	81	1340	94
				0.365	9.27	STD	40	40.48	60.29	1220	86	1430	101
				0.438	11.13	-	-	48.19	71.87	1470	103	1710	120
				0.500	12.70	XS	60	54.71	81.52	1670	117	1950	137
				0.594	15.09	-	80	64.43	95.97	1990	140	2320	163
				0.719	18.26	-	100	77.03	114.70	2410	169	2800	197
				0.844	21.44	-	120	89.29	133.00	2800	197	2800	197
				1.000	25.40	XXS	140	104.13	155.09	2800	197	2800	197
				1.125	28.57	-	160	115.65	172.21	2800	197	2800	197
				12	300	12.750	323,8	0.203	5.16	-	-	27.20	40.55
0.219	5.56	-	-					29.31	43.63	620	44	720	51
0.250	6.35	-	20					33.38	49.71	710	50	820	58
0.281	7.14	-	-					37.42	55.75	790	56	930	65
0.312	7.92	-	-					41.45	61.69	880	62	1030	72
0.330	8.38	-	30					43.77	65.18	930	65	1090	77
0.344	8.74	-	-					45.58	67.90	970	68	1130	79
0.375	9.52	STD	-					49.52	73.78	1060	75	1240	87
0.406	10.31	-	40					53.52	79.70	1150	81	1340	94
0.438	11.13	-	-					57.59	85.82	1240	87	1440	101
0.500	12.70	XS	-					65.42	97.43	1410	99	1650	116
0.562	14.27	-	60					73.15	108.92	1590	112	1850	130
0.688	17.28	-	80					88.63	132.04	1940	136	2270	160
0.844	21.44	-	100					107.32	159.86	2390	168	2780	195
1.000	25.40	XXS	120					125.49	186.91	2800	197	2800	197
1.125	28.57	-	140					139.68	208.00	2800	197	2800	197
1.312	33.32	-	160	160.27	238.68	2800	197	2800	197				



TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106

www.vemacero.com

Diámetro Nominal DN		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA			
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	Pulgadas (in.)	Milímetros (mm.)	Weight Class	Schedule	lb/pie	kg/m	Grado A		Grado B	
										psi	Kg/cm2	psi	Kg/cm2
14	350	14.000	355.6	0.250	6.35	-	10	36.71	54.69	640	45	750	53
				0.281	7.14	-	-	41.17	61.35	720	51	840	59
				0.312	7.92	-	20	45.61	67.90	800	56	940	66
				0.344	8.74	-	-	50.17	74.76	880	62	1030	72
				0.375	9.52	STD	30	54.57	81.25	960	67	1120	79
				0.438	11.13	-	40	63.44	94.55	1130	79	1310	92
				0.469	11.91	-	-	67.78	100.94	1210	85	1410	99
				0.500	12.70	XS	-	72.09	107.39	1290	91	1500	105
16	400	16.000	406.4	0.250	6.35	-	10	42.05	62.64	560	39	660	46
				0.281	7.14	-	-	47.17	70.30	630	44	740	52
				0.312	7.92	-	20	52.27	77.83	700	49	820	58
				0.344	8.74	-	-	57.52	85.71	770	54	900	63
				0.375	9.52	STD	30	62.58	93.17	840	59	980	69
				0.438	11.13	-	-	72.80	108.49	990	70	1150	81
				0.469	11.91	-	-	77.79	115.86	1060	75	1230	86
				0.500	12.70	XS	40	82.77	123.30	1120	79	1310	92
18	450	18.000	457.2	0.250	6.35	-	10	47.39	70.60	500	35	580	41
				0.281	7.14	-	-	53.18	79.24	560	39	660	46
				0.312	7.92	-	20	58.94	87.75	620	44	730	51
				0.344	8.74	-	-	64.87	96.66	690	49	800	56
				0.375	9.52	STD	-	70.59	105.10	750	53	880	62
				0.406	10.31	-	-	76.29	113.62	810	57	950	67
				0.438	11.13	-	30	82.15	122.43	880	62	1020	72
				0.469	11.91	-	-	87.81	130.78	940	66	1090	77
0.500	12.70	XS	-	93.45	139.20	1000	70	1170	82				
20	500	20.000	508.0	0.250	6.35	-	10	52.73	78.55	450	32	520	37
				0.281	7.14	-	-	59.18	88.19	510	36	590	41
				0.312	7.92	-	-	65.60	97.67	560	39	660	46
				0.344	8.74	-	-	72.21	107.60	620	44	720	51
				0.375	9.52	STD	20	78.60	117.02	680	48	790	56
				0.406	10.31	-	-	84.96	126.53	730	51	850	60
				0.438	11.13	-	-	91.51	136.37	790	56	920	65
				0.469	11.91	-	-	97.83	145.70	850	60	950	67
0.500	12.70	XS	30	104.13	155.12	900	63	1050	74				
24	600	24.000	609.6	0.250	6.35	-	10	63.41	94.46	380	27	440	31
				0.281	7.14	-	-	71.18	106.08	420	30	490	34
				0.312	7.92	-	-	78.93	117.51	470	33	550	39
				0.344	8.74	-	-	86.91	129.50	520	37	600	42
				0.375	9.52	STD	20	94.62	140.88	560	39	660	46
				0.406	10.31	-	-	102.31	152.37	610	43	710	50
				0.438	11.13	-	-	110.22	164.26	660	46	770	54
				0.469	11.91	-	-	117.86	175.54	700	49	820	58
				0.500	12.70	XS	-	125.49	186.94	750	53	880	62
				0.562	14.27	-	30	140.68	209.50	840	59	980	69

Tolerancias dimensionales

Espesor: $\pm 2.5\%$ de espesor nominal en cualquier punto del tubo

Peso: $\pm 10\%$ de paquete de tubos con diámetro menor o igual a 4" (114.3mm) o tubos individuales con diámetro nominal mayor a 4" (114.3mm)

Diámetro externo: Para diámetro menores o iguales a 1-1/2" (48.3mm) -0.016 pulg (-0.40 mm)

Para diámetro mayores o iguales a 2" (60.3mm) $\pm 1\%$



TUBERIA DE ACERO AL CARBONO API 5L / ASTM A53 / A106

www.vemacero.com

Normas de Fabricación ASTM A53

Los tubos para conducción de fluidos tales como agua, vapor, gas y aire a altas presiones, son fabricados bajo la norma **ASTM A 53**. Estos tubos son aptos para operaciones que involucran doblado, rebordado y cualquier otra formación en frío.

Para validar las exigencias de las normas de fabricación el fabricante realiza ensayos y verificación en los tubos procesados en sus instalaciones. En el caso de conducción de fluidos se realizan ensayos dependiendo de la designación comercial del tubo.

Para Designaciones Comerciales Mayores a 50 DNH (1) (2 *NPS*(2)): ensayo de aplastamiento, ensayo de tracción para determinar propiedades mecánicas, análisis químico, ensayo de ultrasonido al cordón de soldadura, verificación dimensional del tubo, ensayo gravimétrico, ensayo metalográfico, prueba hidrostática, ensayo no destructivo e inspección visual.

Para Designaciones Comerciales Menores o Iguales a 50 DN (2 *NPS*): ensayo de expansión, ensayo de doblado, ensayo de tracción para determinar propiedades mecánicas, análisis químico, verificación dimensional del tubo, prueba hidrostática, ensayo gravimétrico, ensayo metalográfico, ensayo no destructivo e inspección visual.

Condiciones de Extremos

Biselados o Refrentados.

Roscados (según norma ANSI B1.20.1).

Acabados

Negro (acabado de laminación o con protección de aceite Inhibidor de la oxidación).

Galvanizado (recubiertos de Zinc).

Barnizado (película protectora para conservación de los tubos en traslados bajo condiciones especiales o por requerimientos del cliente).

El galvanizado del tubo en su superficie interna y externa se realiza a través de un proceso de inmersión en caliente ("Hot-Dip")

(1) DN: Designación comercial del producto en milímetros.

(2) *NPS*: Designación comercial del producto en pulgadas.



**TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106**

www.vemacero.com

Propiedades Mecánicas

Norma de Fabricación	Grado del Acero	Limite de Fluencia		Resistencia a la Tracción			
				Mínimo		Máximo	
		Mpa	psi	Mpa	psi	Mpa	psi
ASTM A53 Tipo E (ERW)	A	205	30,000	330	48,000	--	--
	B	240	35,000	415	60,000	--	--

Requerimientos Químicos

Norma de Fabricación	Grado del Acero	Porcentaje Máximo de los Elementos			
		C	Mn	P	S
		Carbono	Manganeso	Fosforo	Azúfre
ASTM A53 Tipo E (ERW)	A	0,25	0,95	0,05	0,045
	B	0,30	1,20	0,05	0,045



**TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106**

www.vemacero.com

Normas de Fabricación API 5L

Normas de Fabricación

Los tubos de línea se fabrican de acuerdo a la norma API 5L, 43ª edición, sin embargo, a solicitud del cliente y previo acuerdo con **Industrias Unicon, C.A.**, se pueden satisfacer requerimientos especiales y/o adicionales, así como normas específicas del cliente.

Nivel de Especificación de Producto

La norma API 5L establece dos niveles de especificación de producto, PSL 1 y PSL 2 (Product Specification Level, PSL por sus siglas en inglés). Estas dos designaciones definen diferentes niveles de requerimientos de especificaciones técnicas.

Requerimientos Químicos por Colada y Análisis de Producto en Porcentaje en Peso

PSL 1						
Grado	C Carbono % Máximo ^a	Mn Manganeso % Máximo ^a	P Fósforo % Máximo	S Azufre % Máximo	Ti Titanio % Máximo	Otros % Máximo
B	0,26	1,20	0,030	0,030	0,04	b, c, d
X42	0,26	1,40	0,030	0,030	0,04	c, d
X52	0,26	1,40	0,030	0,030	0,04	c, d
X60 ^f	0,26	1,40	0,030	0,030	0,04	c, d

PSL 2						
Grado	C Carbono % Máximo ^a	Mn Manganeso % Máximo ^a	P Fósforo % Máximo	S Azufre % Máximo	Ti Titanio % Máximo	Otros % Máximo
B	0,22	1,20	0,025	0,015	0,04	d, e
X42	0,22	1,30	0,025	0,015	0,04	c, d
X52	0,22	1,40	0,025	0,015	0,04	c, d
X60 ^f	0,22	1,40	0,025	0,015	0,04	c, d

Notas:

a) Por cada reducción de 0,01% por debajo del máximo contenido de carbono especificado, se permite un incremento de 0,05% por encima del contenido máximo de Mn especificado, hasta un máximo de 1,50% para los grados X42 a X52 y hasta un máximo de 1,65% para el grado X60.

b) La suma de Columbio (Niobio) y Vanadio no debe exceder de 0,03% excepto que, por acuerdo entre el fabricante y el comprador, se establezca una alternativa máxima.

c) A juicio de **Industrias Unicon, C.A.**, se pueden utilizar Columbio (Niobio), Vanadio o una combinación de éstos.

d) La suma de Columbio (Niobio), Vanadio y Titanio no debe exceder de 0,15%.

e) La suma de Columbio (Niobio) y Vanadio no debe exceder de 0,06% excepto que, por acuerdo entre el fabricante y el comprador, se establezca una alternativa máxima.

f) Otras composiciones químicas pueden ser suministradas previo acuerdo entre la acería e **Industrias Unicon, C.A.**

Fuente: API 5L 43a edición y catálogo Industrias Unicon, C.A. Petróleo v1.0

Anexo 6
Fittings estándares (Codos y reductores)

Conexiones: Codos, Tes, Reducciones y Tapones Capa



Conexiones, Parte de una Solución Integral



Campo de Aplicación

Tenaris Tamsa en México, respaldada por la experiencia de Tenaris, ofrece conexiones de acero al carbono sin costura para aplicaciones de presión y temperatura moderadas.

Algunas de estas aplicaciones son:

- Conducción de gases
- Conducción de hidrocarburos
- Calderas
- Industria de la construcción

Análisis Químico y Propiedades Mecánicas

A continuación se presentan las tablas de composición química y de propiedades mecánicas de las conexiones.

ANÁLISIS QUÍMICO										
ASTM	GRADO DE ACERO	COMPOSICIÓN QUÍMICA								
		C% Máx	Mn%	P% Máx	S% Máx	Si%	Cr%	Ni%	Mo%	Otros
A-234	WPB	0.300	0.290-1.060	0.050	0.058	0.100 min	0.400	0.150	0.400	Cu 0.400% V 0.000% Cb 0.020%

PROPIEDADES MECÁNICAS					
ASTM	GRADO DE ACERO	PROPIEDADES MECÁNICAS			
		FLUENCIA M/PA	RESISTENCIA M/PA	ELONGACIÓN M/M% EN 2"	
				EN LA FLECHA	TRANSVERSAL
A-234	WPB	415 - 585	240	30	20

Controles de Calidad

La fabricación de las conexiones se realiza bajo las siguientes normas:

- AE 250 NF A 49-281
- ANSI B 16.9
- ASME A/SA 234 WPB
- ASME B 16.9
- ASME B 16.28 Edición 2001
- ASME II Parte D Tabla Y1
- ASTM A 234-02
- ASTM A 234-97
- NACE MR 0175 Edición 03 conforme a ASME II Edición 2001
- NRF-096-PEMEX-2004 Rev. 0
- PED 97/23/EC Anexo I Párrafo 7.5

La certificación de las conexiones cumple con los requerimientos de las normas:
DIN EN 10204 3.1.B e ISO 10474 3.1.B.

Para garantizar la calidad de las conexiones se llevan a cabo las siguientes pruebas:

1. En la materia prima

- Análisis químico de colada
- Prueba de tensión
- Inspección electromagnética
- Inspección visual y dimensional
- Prueba hidrostática

2. En la conexión

- Inspección visual y dimensional
- Pruebas mecánicas (muestreo)

Si existe cualquier otro tipo de inspección y/o análisis no mencionados en la lista anterior, se pueden acordar previo a la fabricación. La planta cuenta con un laboratorio mecánico-metalúrgico completo, el cual apoya esta clase de requerimientos especiales.



Marcaje y Embalaje

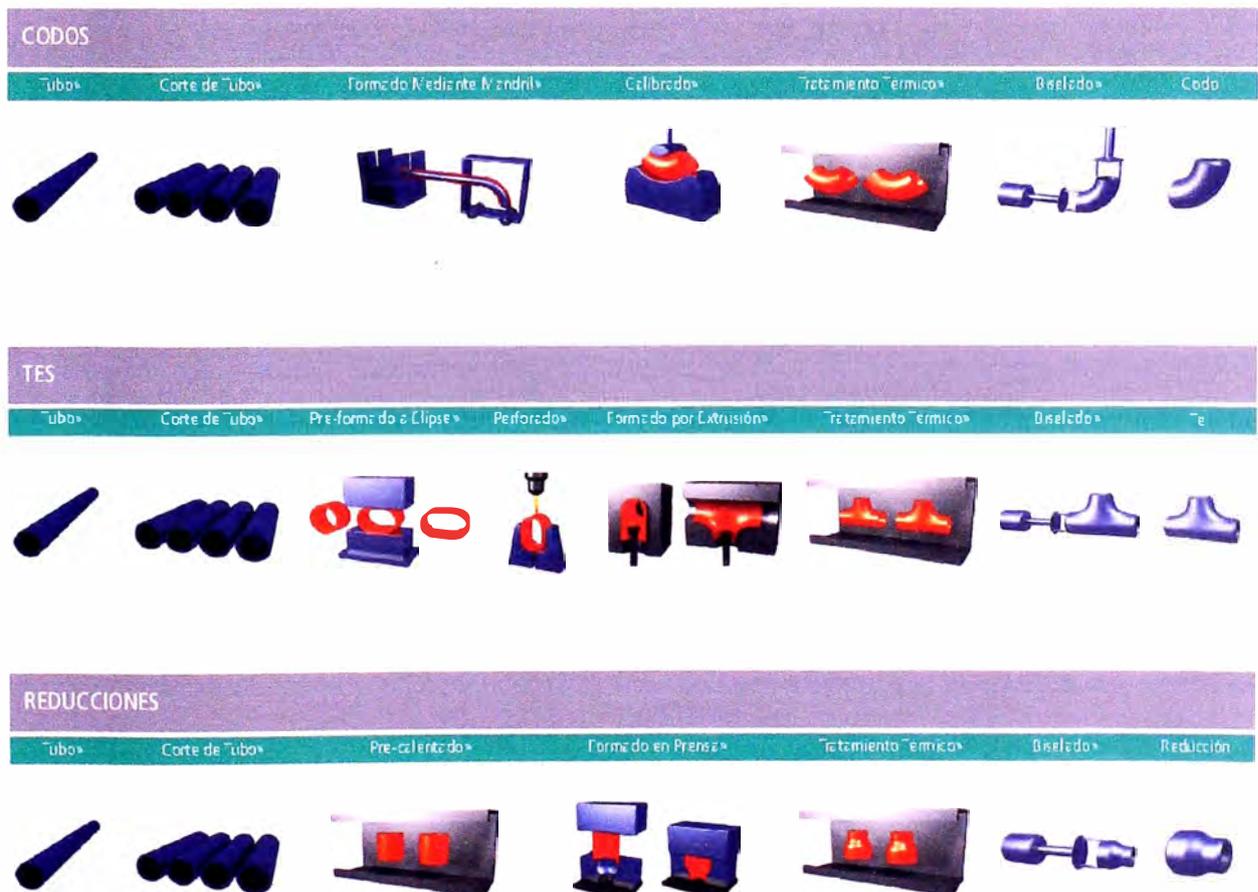
Las conexiones se empaquetan de acuerdo a las dimensiones de las piezas y cantidades en cajas de cartón y/o tarimas de madera reforzadas con flejes y una cubierta plástica bajo procedimiento de la planta. En caso de requerirse se puede enviar copia del procedimiento.

La identificación de la conexión se realiza mecánicamente conforme a la norma ASTM A 234 sobre la superficie externa de la conexión con la siguiente información:

- Identificación del fabricante
- Dimensiones (diámetro y espesor)
- Norma de fabricación (WPR)
- Número de colada
- Hecho en México

Proceso de Fabricación

A continuación se muestran las diferentes rutas de proceso que se siguen para la fabricación de cada uno de los productos: Codos, Tes y Reducciones.



Dimensiones

En las tablas 1, 2, 3 y 4 se incluyen las listas de las medidas con las dimensiones finales.

CODOS, TES Y TAPONES CAPA									
NPS	DIAMETRO EXTERNO	CENTRO A CARA	CENTRO A CARA	CENTRO A CENTRO	CENTRO A CENTRO	CENTRO A CARA	LONGITUD		CENTRO A EXTREMO
							L	L'	
1/2"	21.34	38.00	19.00	76.00	36.00	16.00	25.00	25.00	25.00
3/4"	26.67	38.00	18.00	76.00	36.00	11.00	25.00	25.00	29.00
1"	33.40	38.00	25.00	76.00	51.00	22.00	38.00	38.00	38.00
1 1/4"	42.16	48.00	32.00	95.00	64.00	25.00	38.00	38.00	48.00
1 1/2"	48.26	57.00	38.00	114.00	76.00	29.00	38.00	38.00	57.00
2"	60.32	76.00	51.00	152.00	102.00	35.00	38.00	44.00	64.00
2 1/2"	73.02	95.00	64.00	191.00	127.00	44.00	38.00	51.00	76.00
3"	88.90	114.00	76.00	229.00	152.00	51.00	51.00	64.00	86.00
3 1/2"	101.60	133.00	89.00	267.00	178.00	57.00	64.00	16.00	95.00
4"	114.30	152.00	102.00	305.00	203.00	64.00	64.00	76.00	105.00
5"	141.30	190.00	127.00	381.00	254.00	79.00	76.00	89.00	124.00
6"	168.27	229.00	152.00	457.00	305.00	95.00	89.00	102.00	143.00
8"	219.07	305.00	203.00	610.00	406.00	127.00	102.00	127.00	178.00
10"	273.05	381.00	254.00	762.00	508.00	159.00	127.00	152.00	216.00
12"	323.85	475.00	305.00	914.00	610.00	190.00	152.00	178.00	254.00
14"	355.60	533.00	356.00	1.067.00	711.00	222.00	165.00	191.00	279.00
16"	406.40	610.00	406.00	1.219.00	813.00	254.00	178.00	203.00	305.00
18"	457.20	686.00	457.00	1.372.00	914.00	286.00	203.00	229.00	343.00
20"	508.00	762.00	508.00	1.524.00	1.016.00	318.00	229.00	254.00	381.00
22"	558.80	838.00	559.00	1.676.00	1.118.00	343.00	254.00	254.00	419.00
24"	609.60	914.00	610.00	1.829.00	1.219.00	381.00	267.00	305.00	432.00
26"	660.40	991.00	660.00			406.00	267.00	267.00	495.00
28"	711.20	1.067.00	711.00			438.00	267.00	267.00	521.00
30"	762.00	1.143.00	762.00			470.00	267.00	267.00	559.00
32"	812.80	1.219.00	813.00			502.00	267.00	267.00	597.00
34"	863.60	1.295.00	864.00			533.00	267.00	267.00	635.00
36"	914.40	1.372.00	914.00			565.00	267.00	267.00	673.00

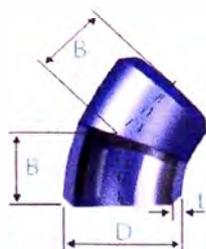
Tabla 1

Todas las dimensiones se expresan en milímetros, excepto las de NPS que se expresan en pulgadas.

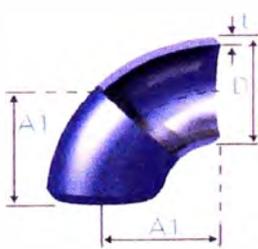
* El dato indicado en la columna de la izquierda se refiere a tapones capa con espesor menor o igual a 3/8" de pulg. XS. El dato indicado en la columna de la derecha se refiere a tapones capa con espesor mayor a 3/8" de pulg. XS.

Dimensiones bajo las normas ASME B 16.9 y ASME B 16.28

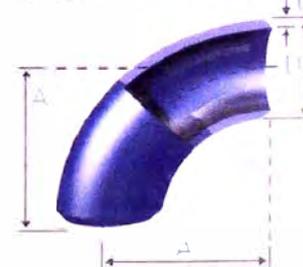
Codo 45° Radio Largo



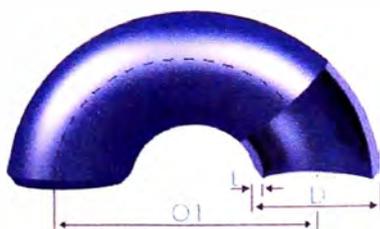
Codo 90° Radio Corto



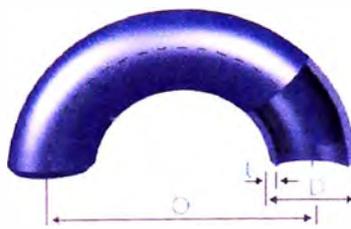
Codo 90° Radio Largo



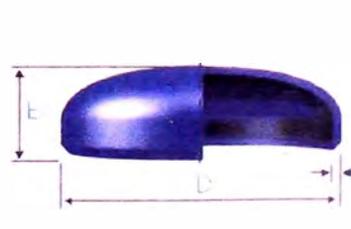
Codo 180° Radio Corto



Codo 180° Radio Largo



Tapón Capa



Tolerancias

En la tabla 5 se observan las tolerancias dimensionales, según especificación ASME B16.9-2001 y ASME B16.28-2001.

DIMENSIONALES								
NPS	TODAS LAS CONEXIONES		CODO 90° Y 45° TCS	REDUCCIONES	TAPÓN CAPA	RECORROS 180°		
	DIÁMETRO EXTERIOR AL BISEL (1)	DIÁMETRO INTERIOR AL EXTREMO (2)	CENTRO A EXTREMO A-B-C-M	LONGITUD TOTAL (1)	LONGITUD L	CENTRO A CENTRO	TIPOLOGÍA A CARGA	ALINEACIÓN DE EXTREMOS
1/2" ± 2 1/2"	+1.6 -0.8	= 0.8	= 2.0	= 2.0	= 3.0	= 6.0	= 6.0	= 1.0
3" ± 3 1/2"	= 1.6	= 1.6	= 2.0	= 2.0	= 3.0	= 6.0	= 6.0	= 1.0
4"	= 1.6	= 1.6	= 2.0	= 2.0	= 3.0	= 6.0	= 6.0	= 1.0
5" ± 6"	+2.4 -1.6	= 1.6	= 2.0	= 2.0	= 6.0	= 6.0	= 6.0	= 1.0
8"	+2.4 -1.6	= 1.6	= 2.0	= 2.0	= 6.0	= 6.0	= 6.0	= 1.0
10"	+4.0 -3.2	= 3.2	= 2.0	= 2.0	= 6.0	= 10.0	= 6.0	= 2.0
12" ± 18"	+4.0 -3.2	= 3.2	= 2.0	= 2.0	= 6.0	= 10.0	= 6.0	= 2.0
20" ± 24"	+6.4 -4.8	= 4.8	= 2.0	= 2.0	= 6.0	= 10.0	= 6.0	= 2.0
26" ± 30"	+6.4 -4.8	= 4.8	= 3.0	= 5.0	= 10.0			
37" ± 48"	+6.4 -4.8	= 4.8	= 5.0	= 5.0	= 10.0			

Tabla 5

Todas las dimensiones se expresan en milímetros, excepto las de NPS que se expresan en pulgadas. (Espesor de pared no menor al 87.5% del espesor nominal)

(1) Es la suma de los valores absolutos más la tolerancia mínima.

(2) El diámetro interno al extremo y el espesor nominal deberán ser especificados por el cliente.

Revisados conforme a norma ASME B16.9-2001

En la tabla 6 se observan las tolerancias angulares.

ANGULARES		
NPS	Fuerza de Plano P	Fuerza de Angulo Q
1/2" ± 4"	= 0.8	= 1.6
5" ± 8"	= 1.6	= 3.1
10" ± 12"	= 2.4	= 4.8
14" ± 16"	= 2.4	= 6.4
18" ± 24"	= 3.1	= 9.6
26" ± 30"	= 4.8	= 9.6
32" ± 42"	= 4.8	= 12.7
44" ± 48"	= 4.8	= 19.0

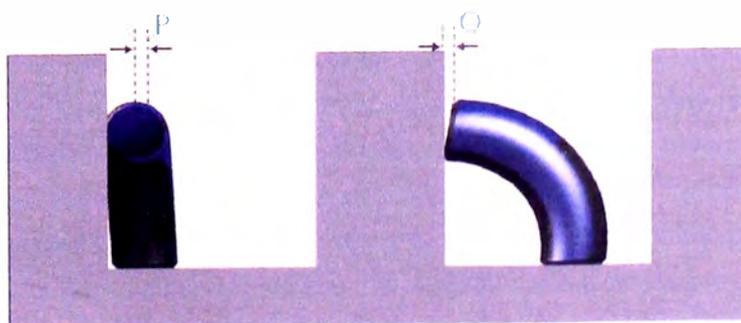


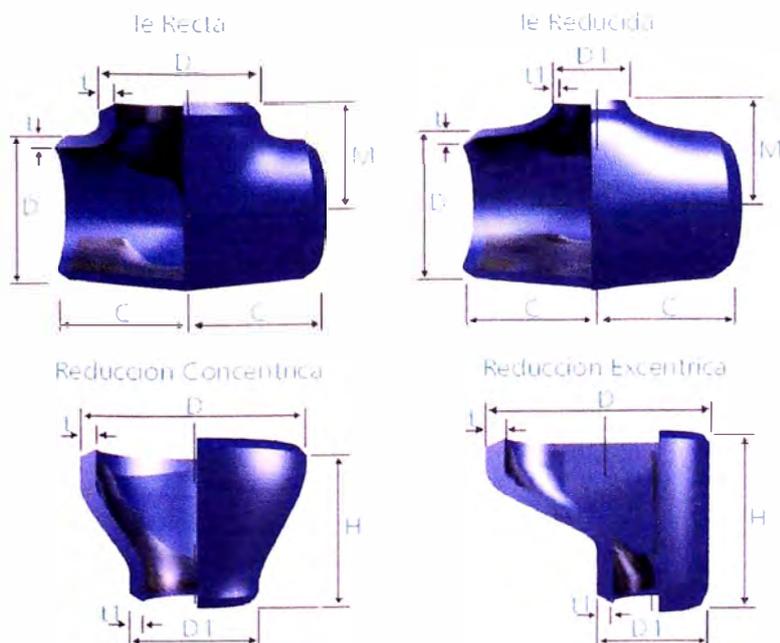
Tabla 6

Todas las dimensiones se expresan en milímetros, excepto las de NPS que se expresan en pulgadas.

En la tabla 2 se observa el espesor de pared según especificación ASME B 36.10 y ASME 36.19.

ESPESOR DE PARED																			
NPS	DIÁMETRO EXTERNO	NORMA ASME B 36.10 ESPESOR DE PARED NOMINAL (t)														NORMA ASME B 36.19 ESPESOR DE PARED NOMINAL (t)			
		CERCUA														CERCUA			
		10	20	30	5" D	40	60	X5	80	100	120	140	160	XXS	5S	10S	40S	80S	
1/2"	21.34				2.77	2.77		3.73	3.73					4.78	7.47	1.65	2.11	2.77	3.73
3/4"	26.67				2.87	2.87		3.91	3.91					5.56	7.82	1.65	2.11	2.87	3.91
1"	33.40				3.38	3.38		4.55	4.55					6.35	9.09	1.65	2.77	3.38	4.55
1 1/4"	42.16				3.56	3.56		4.85	4.85					6.35	9.70	1.65	2.77	3.56	4.85
1 1/2"	48.26				3.68	3.68		5.08	5.08					7.14	10.16	1.65	2.77	3.68	5.08
2"	60.32				3.91	3.91		5.54	5.54					8.74	11.07	1.65	2.77	3.91	5.54
2 1/2"	73.02				5.16	5.16		7.01	7.01					9.52	14.02	2.11	3.05	5.16	7.01
3"	88.90				5.49	5.49		7.62	7.62					11.13	15.24	2.11	3.05	5.49	7.62
3 1/2"	101.60				5.74	5.74		8.08	8.08							2.11	3.05	5.74	8.08
4"	114.30				6.02	6.02		8.56	8.56		11.13		13.49	17.12		2.11	3.05	6.02	8.56
5"	141.30				6.55	6.55		9.52	9.52		12.70		15.88	19.05		2.77	3.40	6.55	9.52
6"	168.27				7.11	7.11		10.97	10.97		14.27		18.26	21.95		2.77	3.40	7.11	10.97
8"	219.07		6.35	7.04	8.18	8.18	10.31	12.70	12.70	15.09	18.26	20.62	23.01	22.22		2.77	3.76	8.18	12.70
10"	273.05		6.35	7.80	9.27	9.27	12.70	12.70	15.09	18.26	21.44	25.40	28.58	25.40		3.40	4.19	9.27	12.70
12"	323.85		6.35	8.38	9.52	10.31	14.27	12.70	17.48	21.44	25.40	28.58	33.32	25.40		3.96	4.57	9.52	12.70
14"	355.60	6.35	7.92	9.52	9.52	11.13	15.09	12.70	19.05	23.83	27.79	31.75	35.71			3.96	4.77		
16"	406.40	6.35	7.92	9.52	9.52	12.70	16.66	12.70	21.44	26.19	30.96	36.53	40.49			4.19	4.77		
18"	457.20	6.35	7.92	11.13	9.52	14.27	19.05	12.70	23.83	29.36	34.93	39.67	45.24			4.19	4.77		
20"	508.00	6.35	9.52	12.70	9.52	15.09	20.62	12.70	26.19	32.54	38.10	44.45	50.01			4.77	5.54		
22"	558.80	6.35	9.52	12.70	9.52	15.88	22.22	12.70	28.58	34.92	41.28	47.63	53.98			4.77	5.54		
24"	609.60	6.35	9.52	14.27	9.52	17.48	24.61	12.70	30.96	38.89	46.02	52.37	59.54			5.54	6.35		
26"	660.40	7.92	12.70		9.52			12.70											
28"	711.20	7.92	12.70	15.88	9.52			12.70								6.35	7.92		
30"	762.00	7.92	12.70	15.88	9.52			12.70											
32"	812.80	7.92	12.70	15.88	9.52	17.48		12.70											
34"	863.60	7.92	12.70	15.88	9.52	17.48		12.70											
36"	914.40	7.92	12.70	15.88	9.52	19.05		12.70											

Tabla 2
 Todas las dimensiones se expresan en milímetros, excepto las de NPS que se expresan en pulgadas.



REDUCCIONES					
NPS	DIMENSIONES				
	DIÁMETRO EXTERIOR	DIÁMETRO EXTERIOR	CENTRO A EXTREMO	CENTRO A EXTREMO	LONGITUD
	D	DI	C	N	II
3/4" x 3/8"	27.00	17.00	29.00	29.00	38.00
3/4" x 1/2"	27.00	21.00	29.00	29.00	38.00
1" x 1/2"	33.00	21.00	38.00	38.00	51.00
1" x 3/4"	33.00	27.00	38.00	38.00	51.00
1 1/4" x 1/2"	42.00	21.00	48.00	48.00	51.00
1 1/4" x 3/4"	42.00	27.00	48.00	48.00	51.00
1 1/4" x 1"	42.00	33.00	48.00	48.00	51.00
1 1/2" x 1/2"	48.00	21.00	57.00	57.00	63.00
1 1/2" x 3/4"	48.00	27.00	57.00	57.00	63.00
1 1/2" x 1"	48.00	33.00	57.00	57.00	63.00
1 1/2" x 1 1/4"	48.00	42.00	57.00	57.00	63.00
2" x 3/4"	60.00	27.00	64.00	44.00	76.00
2" x 1"	60.00	33.00	64.00	51.00	76.00
2" x 1 1/4"	60.00	42.00	64.00	57.00	76.00
2" x 1 1/2"	60.00	48.00	64.00	60.00	76.00
2 1/2" x 1"	73.00	33.00	76.00	57.00	89.00
2 1/2" x 1 1/4"	73.00	42.00	76.00	64.00	89.00
2 1/2" x 1 1/2"	73.00	48.00	76.00	67.00	89.00
2 1/2" x 2"	73.00	60.00	76.00	70.00	89.00
3" x 1 3/4"	89.00	42.00	86.00	70.00	89.00
3" x 1 1/2"	89.00	48.00	86.00	73.00	89.00
3" x 2"	89.00	60.00	86.00	76.00	89.00
3" x 2 1/2"	89.00	73.00	86.00	83.00	89.00
3 1/2" x 1 1/2"	102.00	48.00	95.00	79.00	102.00
3 1/2" x 2"	102.00	60.00	95.00	83.00	102.00
3 1/2" x 2 1/2"	102.00	73.00	95.00	89.00	101.00
3 1/2" x 3"	102.00	89.00	95.00	92.00	101.00
4" x 1/2"	114.00	48.00	105.00	86.00	102.00
4" x 2"	114.00	60.00	105.00	89.00	102.00
4" x 2 1/2"	114.00	73.00	105.00	95.00	102.00
4" x 3"	114.00	89.00	105.00	98.00	102.00
4" x 3 1/2"	114.00	102.00	105.00	102.00	102.00
5" x 2"	141.00	60.00	124.00	105.00	127.00
5" x 2 1/2"	141.00	73.00	124.00	108.00	127.00
5" x 3"	141.00	89.00	124.00	111.00	127.00
5" x 3 1/2"	141.00	102.00	124.00	114.00	127.00
5" x 4"	141.00	114.00	124.00	117.00	127.00
6" x 2 1/2"	168.00	73.00	143.00	121.00	140.00
6" x 3"	168.00	89.00	143.00	124.00	140.00
6" x 3 1/2"	168.00	102.00	143.00	127.00	140.00
6" x 4"	168.00	114.00	143.00	130.00	140.00
6" x 5"	168.00	141.00	143.00	137.00	140.00
8" x 3 1/2"	219.00	102.00	178.00	152.00	152.00
8" x 4"	219.00	114.00	178.00	156.00	152.00
8" x 5"	219.00	141.00	178.00	162.00	152.00
8" x 6"	219.00	168.00	178.00	168.00	152.00
10" x 4"	273.00	114.00	216.00	184.00	178.00
10" x 5"	273.00	141.00	216.00	191.00	178.00
10" x 6"	273.00	168.00	216.00	197.00	178.00
10" x 8"	273.00	219.00	216.00	203.00	178.00
12" x 5"	324.00	141.00	254.00	216.00	203.00
12" x 6"	324.00	168.00	254.00	219.00	203.00
12" x 8"	324.00	219.00	254.00	229.00	203.00
12" x 10"	324.00	273.00	254.00	241.00	203.00
14" x 6"	356.00	168.00	279.00	238.00	330.00
14" x 8"	356.00	219.00	279.00	248.00	330.00
14" x 10"	356.00	273.00	279.00	257.00	330.00

Tabla 3
Dimensiones bajo las normas ASME B 16.9 y ASME B 16.28
Todas las dimensiones se expresan en milímetros, excepto las de NPS que se expresan en pulgadas.

REDUCCIONES					
NPS	DIMENSIONES				
	DIÁMETRO EXTERIOR	DIÁMETRO EXTERIOR	CENTRO A EXTREMO	CENTRO A EXTREMO	LONGITUD
	D	DI	C	N	II
16" x 6"	406.00	168.00	305.00	264.00	356.00
16" x 8"	406.00	219.00	305.00	273.00	356.00
16" x 10"	406.00	273.00	305.00	283.00	356.00
16" x 12"	406.00	324.00	305.00	295.00	356.00
16" x 14"	406.00	356.00	305.00	305.00	356.00
18" x 8"	457.00	219.00	343.00	298.00	381.00
18" x 10"	457.00	273.00	343.00	308.00	381.00
18" x 12"	457.00	324.00	343.00	321.00	381.00
18" x 14"	457.00	356.00	343.00	330.00	381.00
18" x 16"	457.00	406.00	343.00	330.00	381.00
20" x 8"	508.00	219.00	381.00	324.00	508.00
20" x 10"	508.00	273.00	381.00	333.00	508.00
20" x 12"	508.00	324.00	381.00	346.00	508.00
20" x 14"	508.00	356.00	381.00	356.00	508.00
20" x 16"	508.00	406.00	381.00	356.00	508.00
20" x 18"	508.00	457.00	381.00	368.00	508.00
22" x 10"	559.00	273.00	419.00	359.00	508.00
22" x 12"	559.00	324.00	419.00	371.00	508.00
22" x 14"	559.00	356.00	419.00	381.00	508.00
22" x 16"	559.00	406.00	419.00	381.00	508.00
22" x 18"	559.00	457.00	419.00	394.00	508.00
22" x 20"	559.00	508.00	419.00	406.00	508.00
24" x 10"	610.00	273.00	432.00	384.00	508.00
24" x 12"	610.00	324.00	432.00	397.00	508.00
24" x 14"	610.00	356.00	432.00	406.00	508.00
24" x 16"	610.00	406.00	432.00	406.00	508.00
24" x 18"	610.00	457.00	432.00	419.00	508.00
24" x 20"	610.00	508.00	432.00	432.00	508.00
24" x 22"	610.00	559.00	432.00	432.00	508.00
26" x 18"	660.00	457.00	495.00	444.00	610.00
26" x 20"	660.00	508.00	495.00	457.00	610.00
26" x 22"	660.00	559.00	495.00	470.00	610.00
26" x 24"	660.00	610.00	495.00	483.00	610.00
28" x 18"	711.00	457.00	521.00	470.00	610.00
28" x 20"	711.00	508.00	521.00	483.00	610.00
28" x 22"	711.00	559.00	521.00	495.00	610.00
28" x 24"	711.00	610.00	521.00	508.00	610.00
28" x 26"	711.00	660.00	521.00	521.00	610.00
30" x 18"	762.00	457.00	559.00	495.00	610.00
30" x 20"	762.00	508.00	559.00	508.00	610.00
30" x 22"	762.00	559.00	559.00	521.00	610.00
30" x 24"	762.00	610.00	559.00	533.00	610.00
30" x 26"	762.00	660.00	559.00	546.00	610.00
30" x 28"	762.00	711.00	559.00	546.00	610.00
32" x 20"	813.00	508.00	597.00	533.00	610.00
32" x 22"	813.00	559.00	597.00	546.00	610.00
32" x 24"	813.00	610.00	597.00	559.00	610.00
32" x 26"	813.00	660.00	597.00	572.00	610.00
32" x 28"	813.00	711.00	597.00	572.00	610.00
32" x 30"	813.00	762.00	597.00	584.00	610.00
34" x 20"	864.00	508.00	635.00	559.00	610.00
34" x 22"	864.00	559.00	635.00	572.00	610.00
34" x 24"	864.00	610.00	635.00	584.00	610.00
34" x 26"	864.00	660.00	635.00	597.00	610.00
34" x 28"	864.00	711.00	635.00	597.00	610.00
34" x 30"	864.00	762.00	635.00	610.00	610.00
34" x 32"	864.00	813.00	635.00	622.00	610.00

Tabla 4
Dimensiones bajo las normas ASME B 16.9 y ASME B 16.28

Anexo 7
Procedimiento de soldadura de las tuberías de alta presión

QW-482 - ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)							
Nombre de la compañía:		Empresa Agroindustrial Casagrande SAC			Por. Ing. Joe Altamirano Fuentes		
Especificación de Procedimiento No.		WPS-ABG-06/09	Fecha:	21-02-2009	POR de soporte:	PQR-ABG-06/09	
Revisión No.		1	Fecha:	21-02-2009			
Proceso(s) de soldadura:		GTAW			Tipo:	Manual	
JUNTA (QW-402)				<div style="text-align: right; margin-bottom: 5px;"><i>Detalles</i></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $\alpha = 60^\circ, +10 - 5$ $f = 1.0\text{mm}, +1$ $R = 4.0\text{mm}, -1$ </div>			
Diseño de junta:		Ranurada a tope en V					
Respaldo: (Si) --- (No) x							
Material de respaldo: (Tipo):		---					
<input type="checkbox"/> Metal		<input type="checkbox"/> Refractario					
<input type="checkbox"/> No metálico		<input type="checkbox"/> Otro: Soldadura respaldo					
Esquema, dibujo de fabricación, símbolos de soldadura o descripción escrita debe mostrar el arreglo general de las partes ha ser soldadas. Donde sea aplicable, la apertura de raíz y los detalles de la soldadura debe ser especificada.							
METAL BASE (QW-403)							
N° P:	5B	Grupo N°:	1	al N° P:	5B	Grupo N°:	1
O							
Especificación de tipo y grado:				ASTM A335 P11			
A la especificación de tipo y grado:				ASTM A335 P11			
O							
Análisis químico y propiedades mecánicas:				---			
Hasta el análisis químico y propiedades mecánicas:				---			
Rango de espesores							
Metal base:	Ranura:	T1 = 20.0mm hasta 25.0mm		Filete:	---		
Diam. Ext. Tubo	Ranura:	Ilimitado		Ver.	---		
Otro	---						
METAL DE APORTE (QW-404)							
Especificación N° (SFA)				A5.28			
AWS No (Clase)				ER80S-B2			
N° F				6			
N° A				4			
Diámetro de metal de aporte:				2,5mm // 3.25mm			
Metal depositado							
Rango de espesores				-			
Ranura				Hasta 12.0mm			
Filete				Ilimitado			
Fundente (clase)				-			
Nombre comercial				EXSA7IG 103			
Inserto consumible				-			
POSICIONES (QW-405)				TRATAMIENTO DE POST-CALENTAMIENTO			
Posición(es) de ranura		todas		Temperatura de Mantenimiento		650°C, +10 / -10	
Progresión: Asc:		X	Desc. =	Tiempo de Mantenimiento		60minutos+5 / -5	
Posición de filete		todas		Velocidad de Calentamiento /enfriamiento		150°C/h máximo	

				Otro	<i>Inicio el control a 300°C y terminó a 300°C</i>																																																																													
PRECALENTAMIENTO (QW-406)				GAS (QW-408)		Composición Porcentual																																																																												
Temp. Pre calentamiento	Mín.	120°C		Gas(es)	Mezcla	Flujo (LPM)																																																																												
Temp. Interpase	Máx.	200°C		Protección	Ar	100%	15 - 25																																																																											
Manterimiento pre calentamiento:	<i>Por el método más indicado</i>			Respaldo	Ar	100%	5 - 10																																																																											
*Gas de respaldo usado hasta terminar el segundo pase																																																																																		
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (QW-409)																																																																																		
Corriente AC o DC	<i>Directa (DC)</i>			Polaridad	<i>Positivo (EN)</i>																																																																													
Rango de amperaje	VER TABLA			Rango de voltaje	VER TABLA																																																																													
Tamaño y tipo de electrodo de tungsteno	2.5mm, toreado al 2%																																																																																	
Modo de transferencia en GMAW	-- (Arco spray, corto circuito, etc)																																																																																	
Velocidad de alimentación de alambre	--																																																																																	
TÉCNICA																																																																																		
Pase ancho o angosto	<i>Pase 1: Angosta, Otros: Ancha</i>																																																																																	
Orificio o tamaño de protección gaseosa	--																																																																																	
Limpieza inicial y entrepasadas (escobillado, esmerilado, etc)	<i>Escobillado y/o esmerilado</i>																																																																																	
Método de resane de raíz	--																																																																																	
Oscilación	<i>A partir del 2do pase</i>																																																																																	
Distancia de boquilla a pieza de trabajo	--																																																																																	
Último pase, múltiple o simple	--																																																																																	
Electrodo simple o múltiple	---																																																																																	
Velocidad de avance (rango)	VER TABLA																																																																																	
Martilleo	--																																																																																	
Otro	---																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Pase N°</th> <th rowspan="2">Proceso</th> <th colspan="2">Metal de aporte</th> <th colspan="2">Corriente</th> <th rowspan="2">Voltaje</th> <th rowspan="2">Velocidad de avance (cm/min)</th> <th rowspan="2">otros</th> </tr> <tr> <th>Clase</th> <th>Dia.</th> <th>Polaridad</th> <th>Amperaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>raíz</td> <td>GTAW</td> <td>ER80S-B2</td> <td>3.25</td> <td>DCEN</td> <td>110 - 120</td> <td>11 - 15</td> <td>1 - 4</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">relleno</td> <td>GTAW</td> <td>ER80S-B2</td> <td>3.25</td> <td>DCEN</td> <td>120 - 190</td> <td>11 - 15</td> <td>2 - 5</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>GTAW</td> <td>ER80S-B2</td> <td>2.5*</td> <td>DCEN</td> <td>120 - 150</td> <td>11 - 15</td> <td>2 - 6</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">acabado</td> <td>GTAW</td> <td>ER80S-B2</td> <td>3.25</td> <td>DCEN</td> <td>120 - 190</td> <td>11 - 15</td> <td>3 - 4</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>GTAW</td> <td>ER80S-B2</td> <td>2.5*</td> <td>DCEN</td> <td>120 - 150</td> <td>11 - 15</td> <td>2 - 4</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>-</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>									Pase N°	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de avance (cm/min)	otros	Clase	Dia.	Polaridad	Amperaje	raíz	GTAW	ER80S-B2	3.25	DCEN	110 - 120	11 - 15	1 - 4	--	relleno	GTAW	ER80S-B2	3.25	DCEN	120 - 190	11 - 15	2 - 5	--	GTAW	ER80S-B2	2.5*	DCEN	120 - 150	11 - 15	2 - 6	--	acabado	GTAW	ER80S-B2	3.25	DCEN	120 - 190	11 - 15	3 - 4	--	GTAW	ER80S-B2	2.5*	DCEN	120 - 150	11 - 15	2 - 4	--	-									-								
Pase N°	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de avance (cm/min)	otros																																																																										
		Clase	Dia.	Polaridad	Amperaje																																																																													
raíz	GTAW	ER80S-B2	3.25	DCEN	110 - 120	11 - 15	1 - 4	--																																																																										
relleno	GTAW	ER80S-B2	3.25	DCEN	120 - 190	11 - 15	2 - 5	--																																																																										
	GTAW	ER80S-B2	2.5*	DCEN	120 - 150	11 - 15	2 - 6	--																																																																										
acabado	GTAW	ER80S-B2	3.25	DCEN	120 - 190	11 - 15	3 - 4	--																																																																										
	GTAW	ER80S-B2	2.5*	DCEN	120 - 150	11 - 15	2 - 4	--																																																																										
-																																																																																		
-																																																																																		
* Se usará cuando sea requerido																																																																																		

Anexo 8

Material de aporte empleado en el montaje de tuberías de alta presión.

THE LINCOLN ELECTRIC COMPANY

LOW HYDROGEN STICK (SMAW) ELECTRODE

Excalibur® 8018-B2 MR

AWS E8018-B2 H4R



Excalibur® 8018-B2 MR is a low hydrogen stick electrode designed for all-position welding of 1.25% chromium, 0.5% molybdenum low alloy steels. A smooth arc, excellent strike and re-strike capabilities, self-peeling slag and extremely low spatter levels make Excalibur® the industry's premium brand of low hydrogen electrodes. For a low alloy, low hydrogen electrode with industry-leading arc performance and operability – choose Excalibur® 8018-B2 MR.

KEY FEATURES

- ▶ **Enhanced Arc Performance** – Smooth arc and square coating burn-off for improved puddle control and visibility.
- ▶ **Easy Strike and Re-Strike** – Minimize starting porosity and grinding time while maximizing productivity.
- ▶ **Effortless Slag Removal** – Fast clean-up for higher productivity and quality.
- ▶ **Stress-Relieved Mechanical Performance** – Capable of exceeding AWS minimum requirement of 80 ksi (550 MPa) tensile strength after 8 hours at 12/5°F (690°C).
- ▶ **ISO 9001 and 14001 Certified** – Manufactured to standards for environmental and quality management systems.

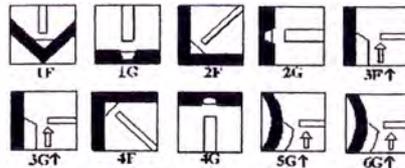
APPLICATIONS

- ▶ 1.25% Chromium, 0.5% Molybdenum Steels
- ▶ Power Generation
- ▶ Petrochemical
- ▶ Pressure Vessels
- ▶ Process Piping

CONFORMANCE

AWS A5.5/A5.5M:2006 E8018-C2 H4R
 ASME SFA-5.5 E8018-C2 H4R
 CSA W48 E5510-C2

WELDING POSITIONS



DIAMETERS / PACKAGING

Electrode Dimensions in. (mm)	8 lb (3.6 kg)	10 lb (4.5 kg)	25 lb (11.3 kg)	50 lb (22.7 kg)
	Easy Open Can	Easy Open Can	Easy Open Can	Easy Open Can
3/32 x 12 (2.4 x 300)	Master	Master		
1/8 x 14 (3.2 x 350)				
5/32 x 14 (4.0 x 350)				

THE LINCOLN ELECTRIC COMPANY

MECHANICAL PROPERTIES⁽¹⁾ - As Required per AWS A5.5/A5.5M:2006

	Yield Strength (0.2% Offset) ksi (MPa)	Tensile Strength ksi (MPa)	Elongation (%)	Charpy V-Notch ft•lb (J) @ -20°F (-29°C)
Requirements AWS E8018-B2 H4R	67 (460) min.	80 (560) min.	19 min.	Not Specified
Typical Performance⁽²⁾ Stress Relieved 1 hr @ 1275°F (690°C) Stress Relieved 8 hrs @ 1275°F (690°C) ⁽³⁾	70 - 86 (540 - 605) 72 - 78 (495 - 540)	90 - 99 (640 - 695) 88 - 93 (605 - 640)	24 - 28 25 - 28	52 - 94 (71 - 127) 47 - 83 (64 - 127)

DEPOSIT COMPOSITION⁽¹⁾ - As Required per AWS A5.5/A5.5M:2006

	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Mo	Diffusible Hydrogen (ml/100g weld deposit)
Requirements AWS E8018-B2 H4R	0.05 - 0.12	0.90 max.	0.80 max.	0.03 max.	0.03 max.	1.00 - 1.50	0.40 - 0.65	4.0 max.
Typical Performance⁽²⁾	0.08 - 0.11	0.65 - 0.80	0.35 - 0.55	<0.02	<0.01	1.05 - 1.30	0.40 - 0.60	2 - 4

⁽¹⁾ For all listed metal C.S. ⁽²⁾ See test results table on back cover. ⁽³⁾ Results vary and are not reported by AWS.

TYPICAL OPERATING PROCEDURES

Polarity	Current (Amperes)		
	3/32 in. (2.4 mm)	1/8 in. (3.2 mm)	5/32 in. (4.0 mm)
DC+	60 - 110	85 - 160	110 - 210
AC	65 - 120	90 - 170	115 - 220

For best welding results with Lincoln Electric consumables,
always use Lincoln Electric equipment. Visit www.lincolnelectric.com for more details.

Material Safety Data Sheets (MSDS) and Certificates of Conformance are available on our website at www.lincolnelectric.com

TEST RESULTS

Test results for mechanical properties, deposit or electrode composition and diffusible hydrogen levels were obtained from a weld produced and tested according to prescribed standards, and should not be assumed to be the expected results in a particular application or weldment. Actual results will vary depending on many factors, including, but not limited to, weld procedure, plate chemistry and temperature, weldment design and fabrication methods. Users are cautioned to confirm by qualification testing or other appropriate means, the suitability of any welding consumable and procedure before use in the intended application.

CUSTOMER ASSISTANCE POLICY

The business of The Lincoln Electric Company[®] is manufacturing and selling high quality welding equipment, consumables, and cutting equipment. Our challenge is to meet the needs of our customers and to exceed their expectations. On occasion, purchasers may ask Lincoln Electric for information or advice about their use of our products. Our employees respond to inquiries to the best of their ability based on information provided to them by the customers and the knowledge they may have concerning the application. Our employees, however, are not in a position to verify the information provided or to evaluate the engineering requirements for the particular weldment. Accordingly, Lincoln Electric does not warrant or assume any liability with respect to such information or advice. Moreover, the provision of such information or advice does not create, extend, or alter any warranty on our products. Any express or implied warranty that might arise from the information or advice, including any implied warranty of merchantability or any warranty of fitness for any customer's particular purpose is specifically disclaimed.

Lincoln Electric is a responsive manufacturer, but the selection and use of specific products sold by Lincoln Electric is solely within the control of, and remains the sole responsibility of, the customer. Many variables beyond the control of Lincoln Electric affect the results obtained in applying these types of fabrication methods and service requirements.

Subject to Change - This information is accurate to the best of our knowledge at the time of printing. Please refer to www.lincolnelectric.com for any updated information.

THE LINCOLN ELECTRIC COMPANY
22801 St. Clair Avenue • Cleveland, OH U.S.A. • 44117-1199
Phone: +1.216-481-8100 • www.lincolnelectric.com

**LINCOLN
ELECTRIC**
THE WELDING EXPERTS[®]

EXSATIG 103

SOLDEXA

GTAW
Aceros al carbono y baja aleación

Varilla cobreada de acero al Cr-Mo (acero de baja aleación) para proceso TIG (GTAW). El metal depositado es resistente al Creep en aceros sometidos a temperaturas de trabajo de hasta 550° C. Presenta buena resistencia a altas temperaturas y a la corrosión. Su depósito es fácilmente maquinable, libre de poros y fisuras.

Clasificación	
AWS A5.28 / ASME SFA-5.28	ER80S-B2

Análisis Químico de metal Depositado (valores típicos) [%]

C	Mn	Si	P	S	Mo	Ni	Cr	Cu	Fe
0.07	0.40	0.40	máx.	máx.	0.40	0.20	1.2	0.35	Resto
0.12	0.70	0.70	0.025	0.025	0.65	máx.	1.5	máx.	

Propiedades Mecánicas del Metal Depositado

Tratamiento Térmico	Resistencia a la tracción [MPa (psi)]	Límite de Fluencia [MPa (psi)]	Elongación en 2" [%]	Energía absorbida ISO-V (20°C) [J]
Sin tratamiento	610 - 710 (88 700 - 103 300)	mín. 510 (74 200)	min. 24	mín. 95

Conservación del producto

- Mantener en un lugar seco y evitar humedad.
- No requiere almacenamiento bajo horno.

Posiciones de Soldadura

P, H, Sc, Vd.



Parámetros de soldeo recomendados

Díámetro [mm (pulg)]	2.50 (3/32")	3.25 (1/8")
Polaridad	Corriente continua electrodo al negativo (DCEN)	
Gas protector	100% Ar	
Amperaje (A)	20 - 150	30 - 250
Voltaje (V)	9 - 15	10 - 20
Stick out (mm)	-	-
Flujo de Gas (l / min)	5 - 15	5 - 15

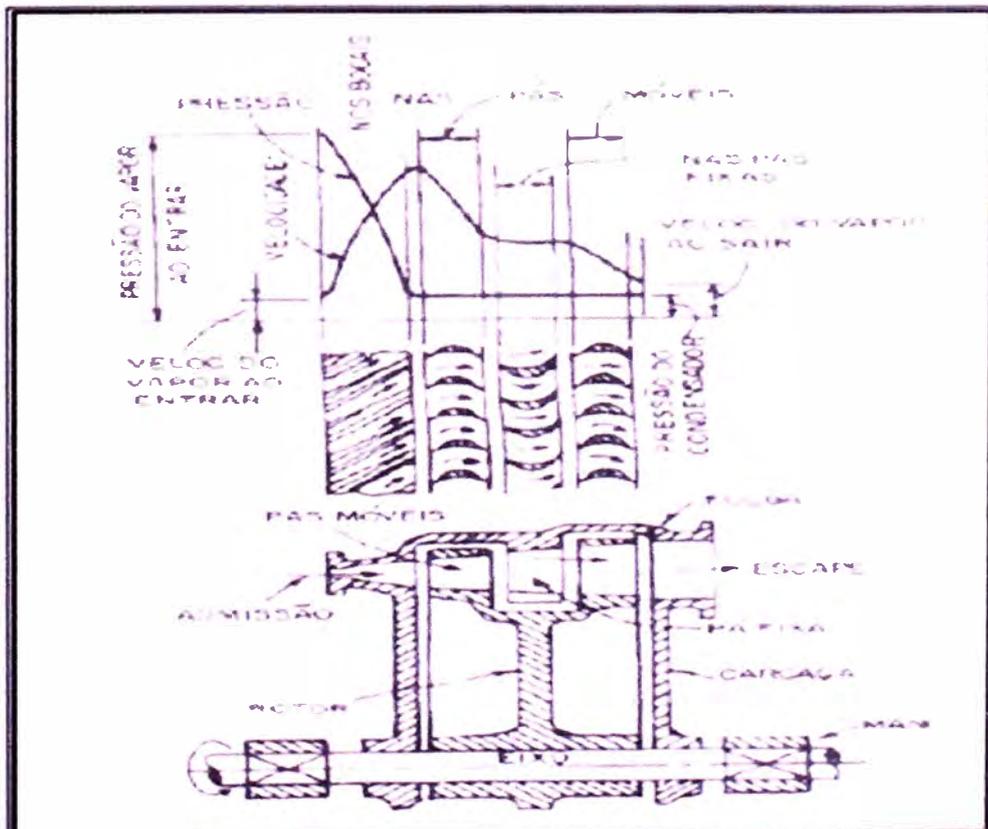
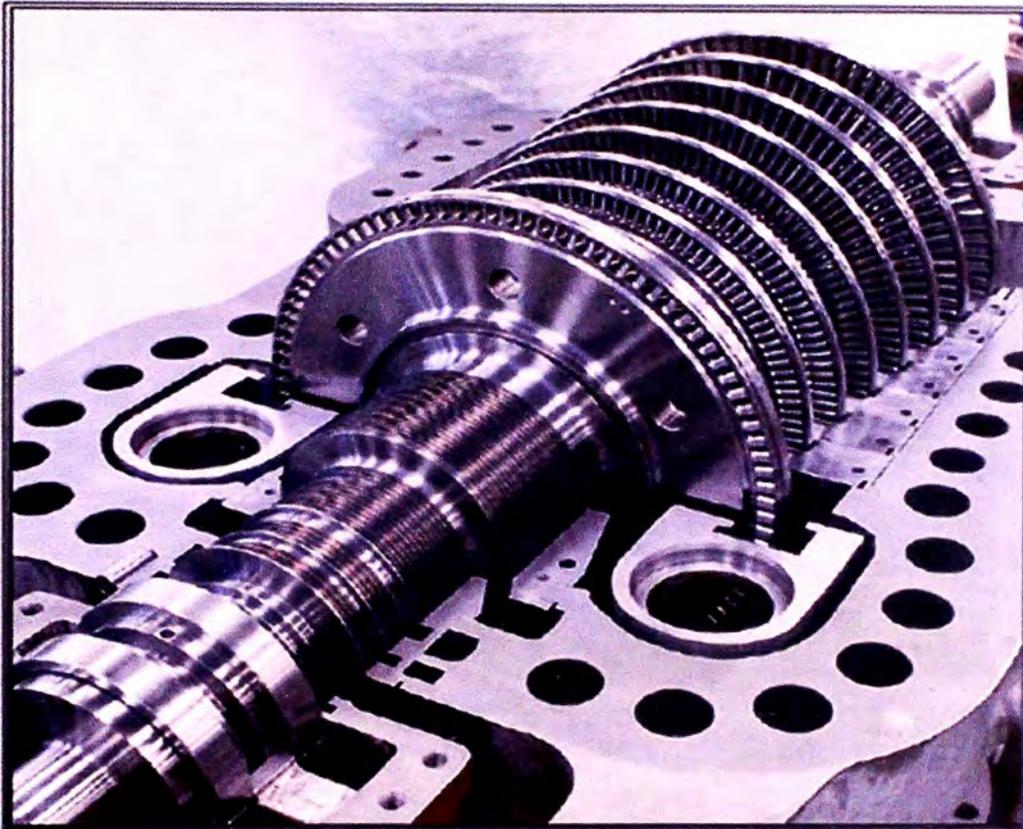
Aplicaciones

- Para la soldadura de unión de aceros 1/2Cr-1/2Mo, 1Cr-1/2Mo, 1¼Cr-1/2Mo, H IV L, 13CrMo4 4, GS-17CrMo5 5, etc. Tuberías de caldero, recipientes de presión, hornos, líneas de tubería, etc.
- Ideal para: uniones disímiles entre acero al Cr-Mo y acero al carbono, aceros endurecibles o aceros susceptibles a tratamientos térmicos y aceros resistentes al fisuramiento causado por soluciones alcalinas.
- Cuando se realiza soldadura multipase es indispensable una buena limpieza del cordón de soldadura en cada uno de los pases.
- La temperatura de precalentamiento e interpase depende de la composición química y espesor del metal base.

SOLDEXA

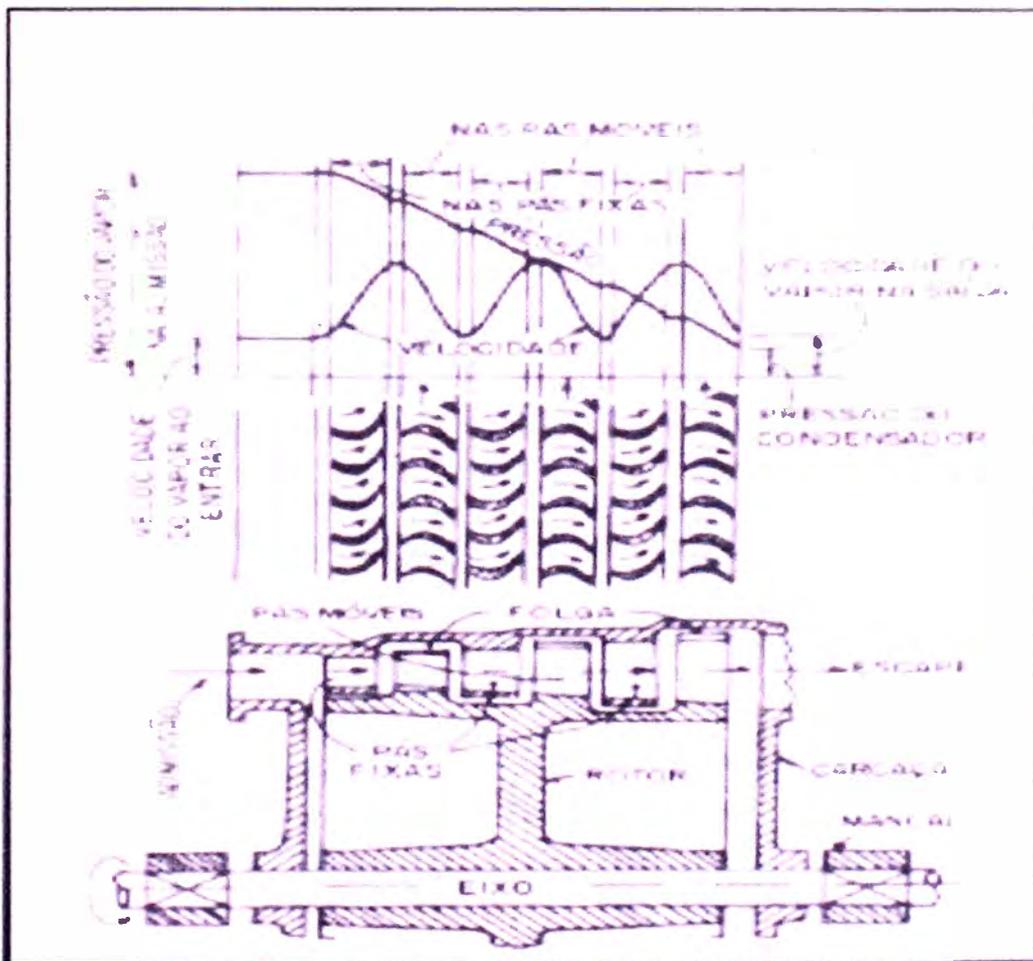
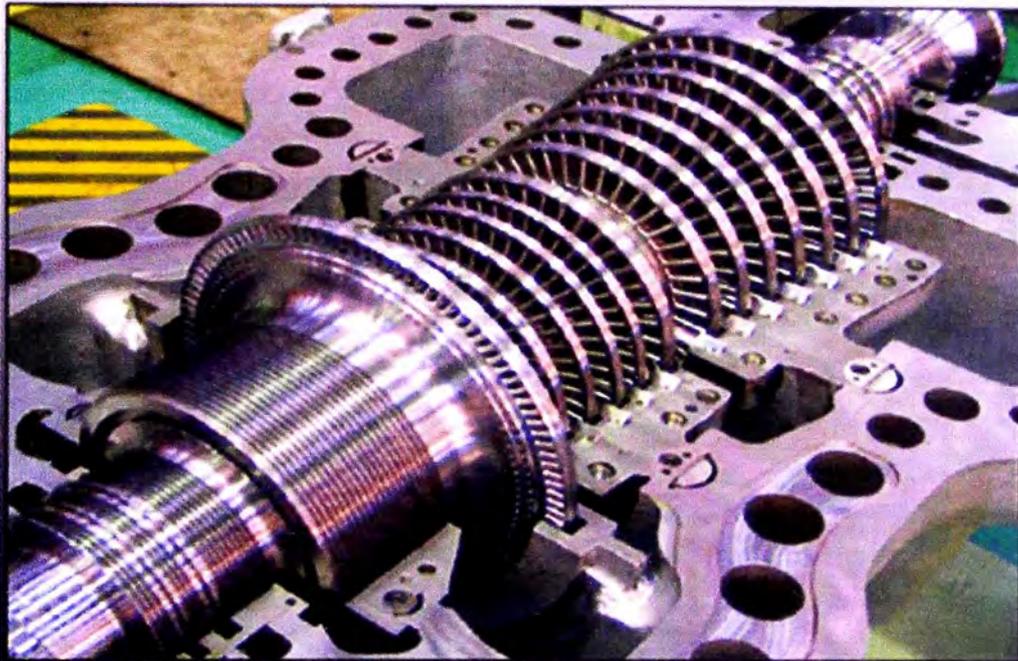
Tel: 51 1 6199600 | Fax: 51 1 6199619
e-mail: mail@soldexa.com.pe
www.soldexa.com.pe

Turbinas de impulso



Esquema de funcionamento

Turbinas de Reacción



Esquema de funcionamento

Table A-1

ASME B31.1-2001

ASME B31.1-2001

Table A-1

TABLE A-1
CARBON STEEL

TABLE A-1
CARBON STEEL

Spec. No.	Grade	Type or Class	Nominal Composition	P. No.	Notes	Specified Minimum Tensile, ksi	Specified Minimum Yield, ksi	E or F	Maximum Allowable Stress Values in Tension, ksi, for Metal Temperature, °F, Not Exceeding							Grade	Spec. No.			
									-20 to 100	200	300	400	500	600	650			-20 to 650	700	750
Seamless Pipe and Tube																				
A 106	A	----	C-Si	1	(2)	48	30	1.00	----	----	----	----	----	----	12.0	11.7	10.7	9.0	A	A 106
	B	----	C-Si	1	(2)	60	35	1.00	----	----	----	----	----	15.0	14.4	13.0	10.8	B		
	C	----	C-Si	1	(2)	70	40	1.00	----	----	----	----	----	17.5	16.6	14.8	12.0	C		
A 53	A	S	C	1	(2)	48	30	1.00	----	----	----	----	----	12.0	11.7	10.7	9.0	A	A 53	
	B	S	C-Mn	1	(2)	60	35	1.00	----	----	----	----	----	15.0	14.4	13.0	10.8	B		

Spec. No.	Grade	Type or Class	Nominal Composition	P. No.	Notes	Specified Minimum Tensile, ksi	Specified Minimum Yield, ksi	E or F	Maximum Allowable Stress Values in Tension, ksi, for Metal Temperature, °F, Not Exceeding														Grade	Spec. No.	
									-20 to 100	200	300	400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000			1050
Seamless Pipe and Tube																									
A 335	P5c	----	5Cr-1/2 Mo-Ti	5B	(5)	60	30	1.00	----	14.4	14.1	13.9	13.7	13.2	12.8	12.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0	P5c	A 335
	P6	----	9Cr-1Mo	5B	(5)	60	30	1.00	----	14.4	14.2	13.9	13.7	13.2	12.8	12.1	11.4	10.6	7.4	5.0	3.3	2.2	1.5	P9	
	P11	----	1 1/2 Cr-1/2 Mo-Si	4	----	60	30	1.00	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.8	14.4	14.0	13.6	9.3	6.3	4.2	2.8	----	----	----	
A 335	P12	----	1Cr-1/2 Mo	4	----	60	32	1.00	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.6	14.0	11.3	7.2	4.5	2.8	----	----	----	P12	A 335
	P21	----	3Cr-1Mo	5A	----	60	30	1.00	15.0	15.0	15.0	15.0	14.8	14.5	13.9	13.2	12.0	9.0	7.0	5.5	4.0	----	----	P21	
	P22	----	2 1/2 Cr-1Mo	5A	(17)	60	30	1.00	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.4	13.6	10.8	8.0	5.7	3.8	----	----	----	P22	
	P91	----	9Cr-1Mo-V	5B	(5)(19)	85	60	1.00	----	21.1	20.8	20.5	20.0	19.4	18.7	17.8	16.7	15.5	14.3	12.9	10.3	7.0	4.3	P91	
	P91	----	9Cr-1Mo-V	5B	(5)(20)	85	60	1.00	----	21.1	20.8	20.5	20.0	19.4	18.7	17.8	16.7	15.5	14.3	12.9	9.6	7.0	4.3	P91	
	P91	----	9Cr-1Mo-V	5B	(5)(20)	85	60	1.00	----	21.1	20.8	20.5	20.0	19.4	18.7	17.8	16.7	15.5	14.3	12.9	9.6	7.0	4.3	P91	

Table A-2

ASME B31.1-2001

ASME B31.1-2001

Table A-2

TABLE A-2
LOW AND INTERMEDIATE ALLOY STEEL

TABLE A-2
LOW AND INTERMEDIATE ALLOY STEEL

Spec. No.	Grade	Type or Class	Nominal Composition	P. No.	Notes	Specified Minimum Tensile, ksi	Specified Minimum Yield, ksi	E or F	Maximum Allowable Stress Values in Tension, ksi, for Metal Temperature, °F, Not Exceeding														Grade	Spec. No.	
									-20 to 400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150			1200
Seamless Pipe and Tube																									
A 335	P5c	----	5Cr-1/2 Mo-Ti	5B	(5)	60	30	1.00	----	14.4	14.1	13.9	13.7	13.2	12.8	12.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0	P5c	A 335
	P6	----	9Cr-1Mo	5B	(5)	60	30	1.00	----	14.4	14.2	13.9	13.7	13.2	12.8	12.1	11.4	10.6	7.4	5.0	3.3	2.2	1.5	P9	
	P11	----	1 1/2 Cr-1/2 Mo-Si	4	----	60	30	1.00	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.8	14.4	14.0	13.6	9.3	6.3	4.2	2.8	----	----	----	
A 335	P12	----	1Cr-1/2 Mo	4	----	60	32	1.00	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.6	14.0	11.3	7.2	4.5	2.8	----	----	----	P12	A 335
	P21	----	3Cr-1Mo	5A	----	60	30	1.00	15.0	15.0	15.0	15.0	14.8	14.5	13.9	13.2	12.0	9.0	7.0	5.5	4.0	----	----	P21	
	P22	----	2 1/2 Cr-1Mo	5A	(17)	60	30	1.00	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.4	13.6	10.8	8.0	5.7	3.8	----	----	----	P22	
	P91	----	9Cr-1Mo-V	5B	(5)(19)	85	60	1.00	----	21.1	20.8	20.5	20.0	19.4	18.7	17.8	16.7	15.5	14.3	12.9	10.3	7.0	4.3	P91	
	P91	----	9Cr-1Mo-V	5B	(5)(20)	85	60	1.00	----	21.1	20.8	20.5	20.0	19.4	18.7	17.8	16.7	15.5	14.3	12.9	9.6	7.0	4.3	P91	
	P91	----	9Cr-1Mo-V	5B	(5)(20)	85	60	1.00	----	21.1	20.8	20.5	20.0	19.4	18.7	17.8	16.7	15.5	14.3	12.9	9.6	7.0	4.3	P91	

Spec. No.	Grade	Type or Class	Nominal Composition	P. No.	Notes	Specified Minimum Tensile, ksi	Specified Minimum Yield, ksi	E or F	Maximum Allowable Stress Values in Tension, ksi, for Metal Temperature, °F, Not Exceeding														Grade	Spec. No.	
									-20 to 400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150			1200
Seamless Pipe and Tube																									
A 335	P5c	----	5Cr-1/2 Mo-Ti	5B	(5)	60	30	1.00	----	14.4	14.1	13.9	13.7	13.2	12.8	12.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0	P5c	A 335
	P6	----	9Cr-1Mo	5B	(5)	60	30	1.00	----	14.4	14.2	13.9	13.7	13.2	12.8	12.1	11.4	10.6	7.4	5.0	3.3	2.2	1.5	P9	
	P11	----	1 1/2 Cr-1/2 Mo-Si	4	----	60	30	1.00	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.8	14.4	14.0	13.6	9.3	6.3	4.2	2.8	----	----	----	
A 335	P12	----	1Cr-1/2 Mo	4	----	60	32	1.00	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.6	14.0	11.3	7.2	4.5	2.8	----	----	----	P12	A 335
	P21	----	3Cr-1Mo	5A	----	60	30	1.00	15.0	15.0	15.0	15.0	14.8	14.5	13.9	13.2	12.0	9.0	7.0	5.5	4.0	----	----	P21	
	P22	----	2 1/2 Cr-1Mo	5A	(17)	60	30	1.00	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.4	13.6	10.8	8.0	5.7	3.8	----	----	----	P22	
	P91	----	9Cr-1Mo-V	5B	(5)(19)	85	60	1.00	----	21.1	20.8	20.5	20.0	19.4	18.7	17.8	16.7	15.5	14.3	12.9	10.3	7.0	4.3	P91	
	P91	----	9Cr-1Mo-V	5B	(5)(20)	85	60	1.00	----	21.1	20.8	20.5	20.0	19.4	18.7	17.8	16.7	15.5	14.3	12.9	9.6	7.0	4.3	P91	
	P91	----	9Cr-1Mo-V	5B	(5)(20)	85	60	1.00	----	21.1	20.8	20.5	20.0	19.4	18.7	17.8	16.7	15.5	14.3	12.9	9.6	7.0	4.3	P91	

Anexo 11

Plano de montaje de las tuberías de alta presión.

Plano de montaje de las tuberías de baja presión.

Plano de montaje de las soporterías deslizantes.

