



Universidad Nacional Autónoma  
de México

---

FACULTAD DE QUIMICA

ESPECIFICACIONES PARA LA SOLDADURA DE  
ACEROS ESPECIALES USADOS EN PEMEX.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO METALURGICO

P R E S E N T A

HECTOR ALONSO AVILA ESPINOSA



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Nt. 29



2 1 2

INSTRUMENTO

A T N

MODELO

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA:

PRESIDENTE: PROFR. KURT H. NADLER GUNDEISHEIMER

VOCAL: PROFR. ARTURO ACEVEDO GOMEZ

SECRETARIO: PROFR. ARMANDO VALDEZ TAMEZ

1er. SUPLENTE: PROFR. ROBERTO F. RODRIGUEZ VAZQUEZ

2o. SUPLENTE: PROFR. MARCO ANTONIO CHAMORRO DIAZ

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

REFINERIA "MIGUEL HIDALGO", TULA, HGO.

FACULTAD DE QUIMICA, C.U.

SUSTENTANTE:

~~Hector A. Avila Espinosa~~  
HECTOR ALONSO AVILA E.

ASESOR DEL TEMA:

~~PROFR. KURT H. NADLER GUNDEISHEIMER.~~

A MIS SEÑORES PADRES:

ALONSO AVILA ALVAREZ

Y

ADELA ESPINOSA DE AVILA

A MI HERMANA CARMEN.

A MI CUÑADO Y SOBRINOS.

A RITA FEIKS STEIN.

A MI MAESTRO:

KURT H. NADLER GUNDEISHEIMER, MISIONERO DE LA  
METALURGIA EN MEXICO, EL CUAL UNO DE SUS PAGOS  
SERA HABER CONTRIBUIDO AL PROGRESO DE ESTE --  
PAIS.

AL SR. ING. HECTOR RIVERA.

AL SR. ING. J. EDGAR PEÑA GUEVARA.

Mi reconocimiento por la simpatía y apoyo con que fue acogido este trabajo por la Refinería "Miguel Hidalgo" a través del Sr. Ing. Francisco Ochoa -- Peralta, Superintendente e Ing. Benjamín Espinoza, Jefe de Ingenieros de G.P.C., así como también al Sr. Ing. Carlos Cuevas, Superintendente de Radiografías Industriales S.A. de la Sección de la Refinería de Tula, quienes me ayudaron simplemente movidos por el interés hacia la investigación profesional en el campo de sus actividades y por el apoyo a las nuevas generaciones.

"CUANDO HAGAS EL BIEN, HAZLO PORQUE ES BUENO,  
NO PORQUE LOS HOMBRES LO APRECIEN; CUANDO --  
EVITES EL MAL, HUYE PORQUE ES MAL, NO PORQUE  
LOS HOMBRES HABLEN CONTRA EL".

Rita Feiks Stein (1971).

INDICE DE  
ESPECIFICACIONES PARA LA SOLDADURA  
DE ACEROS ESPECIALES USADOS EN --  
PEMEX.

	Pág.
I.- INTRODUCCION.	
II.- ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES AL GRUPO P1 (ACERO AL CARBON).	1
III.- ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES AL GRUPO P3 (BAJA ALEACION).	15
IV.- ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES AL GRUPO P4 (A TOPE, BAJA ALEACION).	32
V.- ESPECIFICACION CORRESPONDIENTE AL GRUPO P4 (FILETEADO, BAJA ALEACION).	45
VI.- ESPECIFICACION CORRESPONDIENTE A LOS GRUPOS P4 Y P8 PARA ALTAS TEMPERATURAS (P4 (AT) P8, BAJA Y ALTA ALEACION).	53
VII. ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES DEL GRUPO P8 (ALTA ALEACION).	73
VIII. ESPECIFICACION D.09.c (SOLDADURA EN FIERRO FUNDIDO PARA DRENAJES).	91
IX.- CONCLUSIONES.	97

## I N T R O D U C C I O N :

La soldadura es el resultado del proceso que permite efectuar la unión de piezas metálicas mediante la acción del calor, con o sin empleo de materiales de aporte de tal manera que en los puntos de unión, se verifique la continuidad de las piezas citadas.

La soldadura ha alcanzado en los últimos decenios, una gran importancia y un desarrollo sin precedentes; además de sustituir, casi por completo a las operaciones de remachado, su aplicación ha encontrado cabida en muchos otros campos de construcciones mecánicas. Por ejemplo, actualmente se construyen grandes cantidades de piezas soldadas, que de lo contrario necesitarán para su construcción complicados procesos de forja y estampado o muy largos y muy caros mecanizados en máquinas herramientas.

Además dicha unión metalúrgica nos puede garantizar una resistencia de cohesión, igual o mayor a la que resulte si las piezas se construyen por otros métodos más complicados y a la vez, se revela como un proceso constructivo insustituible y muy económico en comparación con los otros métodos.

Por lo tanto, se puede decir, que casi no existe una industria en la actualidad, que no se vea afectada en una u otra forma, por los procesos de soldadura en sus diversas aplicaciones.

Respecto a las ventajas que ofrece la soldadura en sus múltiples usos, la finalidad de esta tesis consiste en contribuir a resolver algunos de los problemas más importantes, en lo que respecta a elevar el nivel técnico de la soldadura, reduciendo así los daños económicos por electrodos y métodos inadecuados.

Por otra parte, a partir del hecho de la amplia gama de aleaciones y uniones metalúrgicas existentes así como los múltiples usos que puede tener la soldadura, en este trabajo se establecen los criterios óptimos para soldar tuberías metálicas de plantas de Acrilo Nitrilo de cualquier refinería.

De las plantas de Acrilo Nitrilo existentes en el país se tomó como base la existente en la refinería de Tula, Hidalgo. Las especificaciones necesarias para soldar se establecen a través de este trabajo, además después de cada especificación se encuentra una lista de materiales que se pueden soldar con la misma especificación.

ESPECIFICACION P-1 (ACERO AL CARBON).

1.0 Alcance

1.1 Esta especificación de procedimiento se usará para soldaduras de tubería de acero al carbón sin anillos de respaldo en espesores hasta 2.54 cm (1") inclusive; con electrodos E6010 para el paso de fondeo y electrodos E7016, E7018 para los restantes.

1.2 Este procedimiento ha sido calificado bajo la -- sección IX del Código ASME y por el Código ASA B 31.1 y B31.3 para tuberías a presión.

2.0 Procesos

La soldadura bajo esta especificación de procedimiento deberá realizarse con el proceso de arco metálico protegido.

3.0 Material Base.

Esta especificación de procedimiento se usará -- solamente en la soldadura de material de acero al carbón mostrados en la tabla 1.

4.0 Material de Soldadura.

4.1 El metal de relleno será conforme al número de análisis de metal de soldadura A-1 y a los números de grupo F3 y F4 mostrados en la sección IX del Código - ASME.

4.2 Los electrodos de soldadura se escogerán según -- se indica en el ASME, sección II, parte C, SFA-5.1, - clasificación E-6010, E-7016 ó E-7018.

4.3 Los electrodos que estén húmedos, o que tengan el recubrimiento dañado no serán usados.

4.4 Todos los electrodos E7016 y E7018 se comprarán en empaques sellados. Los electrodos que se saquen del empaque se usarán dentro de un período de 4 horas. Los electrodos que no se usen dentro de dicho período se almacenarán en estufas de almacenamiento de electrodos a 120°C-150°C (250°F-300°F) o lo que recomiende el fabricante de los electrodos.

## 5.0 Soldadura

### 5.1 Posición

Esta especificación de procedimiento cubre las soldaduras que se efectúen en cualquier posición.

### 5.2 Preparación del Material Base.

5.2.1 El biselado en el campo para soldaduras a tope se hará por maquinado, esmerilado, o por corte con flama y esmerilado.

5.2.2 El método de preparación del metal base usado, mantendrá la ranura de soldadura con las superficies razonablemente lisas y libres de muescas u otras irregularidades dañinas.

5.2.3 El ángulo del bisel, espaciado y otros detalles serán esencialmente en concordancia con la fig. 1.

5.2.4 Previamente al ajuste y soldadura, las orillas biseladas, las raíces y el lado de atrás de cada extremo a soldar se limpiarán de toda grasa, aceite, es camas o cualquier material ajeno, mediante esmeril o

cepillo rotatorio o lima hasta dejar el metal brillante y limpio.

### 5.3 Características Eléctricas.

La soldadura de arco metálico se hará usando corriente directa (C.C.) y electrodo positivo (polaridad inversa). Los valores recomendados para Amps. y Volts se muestran en la fig. 1.

### 5.4 Gas de Protección y Barrido.

No se aplica.

### 5.5 Técnicas.

5.5.1 Ninguna soldadura se hará cuando las superficies a soldarse estén húmedas o cubiertas con hielo, cuando está lloviendo, nevando, o durante períodos de fuerte viento a menos de que el trabajo esté adecuadamente protegido.

5.5.2 Las abrazaderas mecánicas o soldadas, los puntos soldados previamente u otros medios apropiados se usarán para alinear adecuadamente las juntas por soldar.

5.5.3 Los puntos de soldadura se soldarán en completa concordancia con éste procedimiento y si no son removidos serán inspeccionados visualmente, previamente para detectar defectos antes de iniciar la soldadura continua.

5.5.4 Cada cordón de soldadura se limpiará para que quede libre de fundente, escoria u otros materiales ajenos antes de depositar el siguiente cordón. Cada capa de soldadura estará libre de irregularidades de

depósito, tales como depresiones socabados y porosidad.

5.5.5 El avance de la soldadura será hacia arriba para la soldadura vertical. Para la soldadura en posición horizontal, el metal de soldadura se depositará en pasos múltiples de cordones.

5.5.6 Cada capa de soldadura se efectuará alrededor de la circunferencia completamente antes de que el siguiente paso se deposite en la ranura por soldar.

5.5.7 La soldadura no se interrumpirá hasta que al menos  $1/3$  del espesor de soldadura esté terminado.

#### 5.6 Apariencia de la Soldadura.

5.6.1 La apariencia de las capas de soldadura será esencialmente como se muestra en la figura 1.

5.6.2 El ancho del paso de soldadura en la posición vertical plana y sobre cabeza no excederá el ancho de 4 veces el diámetro del electrodo que se está usando y el espesor de las capas no excederá de 3.2mm. ( $1/8$  plg).

5.6.3 El paso de vista será ligeramente convexo y se fusionará en la superficie del metal base en tal forma que el agarre en la orilla de la ranura sobre cada lado de la soldadura sea como mínimo 1.6 mm. ( $1/16$  plg) y como máximo 3.2 mm. ( $1/8$  plg).

#### 5.7 Reparaciones de los defectos.

5.7.1 Las grietas que ocurren durante la soldadura serán eliminadas por esmerilado rebajado, o por otros medios. Antes de que la soldadura se reinicie, una inspección por líquido penetrante o partícula magnética será para determinar si las grietas han sido totalmente eliminadas.

5.7.2 Después de que la soldadura ha sido terminada, los defectos en exceso respecto a los estándares aplicables de aceptación, detectados mediante las técnicas de inspección requeridas en las especificaciones de trabajo, serán eliminadas por esmerilado, rebajado u otros medios y la resoldadura se efectuará en completa concordancia con ésta especificación de procedimiento.

## 6.0 Temperaturas de Pre calentamiento e Interpaso.

6.1 Una temperatura de pre calentamiento e interpaso de 94°C (200°F) mínimo se mantendrá cuando una de las siguientes condiciones exista.

6.1.1 Cuando la temperatura ambiente es 0°C o más baja

6.1.2 Cuando el espesor de pared exceda 2.54 cm (1").

6.1.3 Para materiales enlistados en la tabla 1 que tengan una resistencia a la tensión mínima especificada de 4,570 Kg/cm<sup>2</sup> (65,000 lb/plg<sup>2</sup> o más).

6.1.4 Para materiales enlistados en la tabla 1 con un contenido de carbón especificado en exceso de 0.3%.

6.2 La temperatura especificada de pre calentamiento e interpaso se mantendrá durante toda la soldadura. Si la operación se interrumpe, la junta se conducirá hasta la temperatura requerida de pre calentamiento, \_\_\_\_\_

antes de que la soldadura se reinicie.

6.3 El ancho del área precalentada en cada lado de la soldadura será al menos de 3 veces el espesor de tubería o de placa o bien 51 mm (2 plg.) usando el de mayor valor.

6.4 El precalentamiento puede hacerse usando resistencias eléctricas o unidades de inducción, sopletes de calentamiento de gas licuado de petróleo u otros sopletes que suministren un calentamiento uniforme sobre el área entera de precalentamiento.

6.5 Las temperaturas de precalentamiento se revisan con crayones indicadores de temperatura.

#### 7.0 Postcalentamiento

Los requerimientos para el postcalentamiento de la soldadura (relevado de esfuerzos) son los que señalan los estándares de ingeniería o las especificaciones particulares del trabajo para materiales de tipo P-1. Si se juzga necesario el postcalentamiento se efectuará de acuerdo a requisitos de Código, como sigue:

7.1 Sección del Código ASME y Código ASA B 31.3 para tuberías a presión.

7.1.2 La soldadura se calentará lenta y uniformemente hasta la temperatura de postcalentamiento especificada, se mantendrá a esa temperatura para el tiempo señalado y se enfriará después lentamente con aislamiento hasta una temperatura que no exceda de 315°C (600°F). Se permite enfriar la soldadura abajo de 315°C (600°F), hasta la temperatura ambiente pero en aire quieto y sin aislamiento.

7.1.3. El ancho mínimo de la banda circunferencial calentada para juntas soldadas en tuberías, tubos y cabezales será la mayor de:

7.1.3.1 Tres veces el ancho de la parte más ancha de la ranura de soldadura.

7.1.3.2 El ancho del refuerzo de la soldadura más 51 mm (2 plg).

7.1.4 Los ramales u otras conexiones soldadas se postcalentarán calentando una banda circunferencial alrededor del tubo o cabezal sobre los cuales el ramal o -- conexión esté soldada con éstos a la mitad de la banda calentada. El ancho de la banda será el mayor de:

7.1.4.1 Tres veces el espesor de pared nominal del cabezal más el diámetro de la soldadura que une el ramal u otra conexión al cabezal.

7.1.4.2 Dos pulgadas (51 mm) mayor que el diámetro de la soldadura que une el ramal u otra conexión al cabezal.

## 7.2 Sección VIII del Código ASME.

7.2.1 El calentamiento de recipientes o parte de recipientes hasta la temperatura de postcalentamiento a la soldadura, será realizada en tal forma que arriba de 315°C (600°F), la rapidez del calentamiento no será mayor de 205°C (400°F) por hora divididos entre el espesor máximo del metal de la placa envolvente en -- pulgadas pero en ningún caso será de más de 205°C -- (400°F) por hora.

7.2.2 El enfriamiento de recipientes o partes de recipientes a partir de la temperatura de tratamiento de postcalentamiento a la soldadura, será realizado de tal forma que arriba de 315°C (600°F) el enfriamiento será a una rapidez no mayor de 260°C (500°F) por hora divididos entre el espesor máximo del metal de la placa envolvente o de tapa en pulgadas, pero en ningún caso será mayor de 260°C (500°F) por hora. A partir de 315°C (600°F) el enfriamiento puede hacerse en aire quieto.

7.2.3 El ancho en cada lado de la línea central de las juntas circunferenciales en tuberías al ser calentadas hasta la temperatura de tratamiento de postcalentamiento a la soldadura será al menos 3 veces el ancho más grande de la soldadura terminada.

7.2.4 En suma, el tratamiento de postcalentamiento a la soldadura en los recipientes o partes de recipientes se hará en concordancia con los requerimientos de los párrafos UW-40 y UCS-56 de la sección VIII del Código ASME.

### 7.3 Temperatura y tiempo del tratamiento de Postcalentamiento.

7.3.1. El tratamiento de postcalentamiento a la soldadura para tuberías en recipientes fabricados, bajo las secciones I y VIII del Código ASME será de 593°C-650°C (1100°-1200°F) para una hora por cada 25.4 mm (1 plg) de espesor.

7.3.2 Cuando no es práctico el tratamiento de postcalentamiento a la soldadura a la temperatura especificada en el párrafo anterior es permisible bajo las secciones I y VIII del Código ASME realizar el tratamiento de postcalentamiento a la soldadura a una temperatura más baja para períodos más largos de tiempo.

en concordancia con la siguiente tabla.

Temperatura retenida mínima	Tiempo retenido mínimo hr/pulg.espe-- sor.hr/mm espesor
565.5°C (1050°F) - - - - -	0.079 hr/mm (2hr/plg)
537.7°C (1000°F) - - - - -	0.118 hr/mm (3hr/plg)
510.0°C ( 950°F) - - - - -	0.197 hr/mm (5hr/plg)
482.2°C (900°F) - - - - -	0.394 hr/mm (10hr/plg)

7.3.3 El tratamiento de postcalentamiento a la soldadura para tuberías fabricadas bajo B 31.1 y B31.3 del Código ASA para tuberías a presión será 593°C-650°C - (1100°-1200°F) para una hora por pulgada de espesor, pero no menos de una hora.

#### 7.4 Equipo.

7.4.1 El tratamiento de postcalentamiento a la soldadura puede hacerse usando uno de los métodos siguientes o una combinación de ellos.

7.4.1.1 Un horno de tratamiento térmico levantado en taller o en campo.

7.4.1.2 Calentamiento localizado usando resistencias - - eléctricas o bobinas de inducción.

7.4.1.3 Sopletes de gas licuado de petróleo, aceite combustible u otras unidades que suministren un calenta-

miento uniforme sobre el área entera de postcalentamiento.

7.4.2 Bajo el Código ASA B 31.3 para tuberías de Refinerías de petróleo; un tratamiento térmico de recocido usando una reacción química exotérmica puede ser sustituido para los equipos descritos anteriormente. Cuando el tratamiento térmico de recocido exotérmico es usado, las instrucciones proporcionadas con materiales exotérmicos serán seguidas cuidadosamente para asegurar que la carga exotérmica y el aislamiento adecuados sean utilizados.

7.4.3. Las temperaturas del tratamiento de postcalentamiento a la soldadura obtenidas mediante el uso del equipo descrito en 7.4.1.1. y 7.4.1.2, serán revisados mediante el uso de termopares potenciométricos registradores. Al menos dos termopares (uno de reserva) se conectarán a la tubería o recipiente que esté - - siendo tratado térmicamente.

7.4.4 Las temperaturas del tratamiento de postcalentamiento a la soldadura obtenidas, por el uso del equipo descrito en 7.4.1.3, serán revisadas por el uso de crayones de temperatura.

#### 8.0 Calificación de Ejecución del Soldador.

Los soldadores que estén requeridos para usar este procedimiento se calificarán en concordancia con la sección IX del ASME.

TABLA I  
GRUPO P-1 ACEROS AL CARBON

DESIGNACION ASTM	RESISTENCIA A LA TENSION LB/PULG <sup>2</sup> (PSI)	-- -MIN.	TIPO DE MATERIAL.
A-7	60,000		Placa.
A-30 Grado A.	55,000		Placa.
A-30 Grado B.	48,000		Placa.
A-31 Grado A.	45,000		Remache.
A-31 Grado B.	58,000		Remache.
A-36	60,000		Placa.
A-53 Hogar Abierto.	45,000		Tubería Soldada en Horno.
A-53 Grado A.	48,000		Tubería Soldada y sin Costura.
A-53 Grado B.	60,000		Tub. Soldada y sin Costura.
A-53 Acido Bessemer.	50,000		Tubería Soldada en Horno.
A-83 Grado A.	No Especificado.		Tubos sin Costura.
A-83 Grado B.	No Especificado.		Tubos sin Costura.
A-83 Alternativo B	No Especificado.		Tubos sin Costura.
A-105 Grado I. *	60,000		Bridas y Accesorios.
A-105 Grado II.*	70,000		Bridas y Accesorios.
A-106 Grado A.	48,000		Tubería sin Costura.
A-106 Grado B.	60,000		Tubería sin Costura.
A-106 Grado C.	70,000		Tubería sin Costura.
A-113 Grado C	48,000		Placa.
A-120	No Especificado.		Tubo soldado sin costura.
A-129 Grado A	40,000		Placa de fierro.
A-129 Grado B	44,000		Placa de fierro.
A-129 Grado C	42,000		Placa de fierro.
A-135 Grado A	48,000		Tubería de Resistencia soldada.
A-135 Grado B	60,000		Tub. de Resistencia soldada.
A-139 Grado A	48,000		Tubería Soldada.
A-139 Grado B	60,000		Tubería Soldada.
A-155 Grado C-45	45,000		Tubería Soldada.
A-155 Grado C-50	50,000		Tubería Soldada.
A-155 Grado C-55	55,000		Tubería Soldada.
A-155 Grado KC-55	55,000		Tubería Soldada.
A-155 Grado KC-60	60,000		Tubería Soldada.
A-155 Grado KC-65*	65,000		Tubería Soldada.
A-155 Grado KC-70*	70,000		Tubería Soldada.

A-161 Acero al Carbón.	47,000	Tubo sin Costura.
A-178 Grados A, B, C*	60,000	Tubo de Resist. Soldados.
A-179	No Especificado.	Tubos sin Costura.
A-181 Grado I*	60,000	Bridas y Accesorios.
A-181 Grado II*	70,000	Bridas y Accesorios.
A-192	No Especificado.	Tubos Sin Costura.
A-201 Grado A	55,000	Placa.
A-201 Grado B	60,000	Placa.
A-210	60,000	Tubos sin Costura.
A-211	No Especificado.	Tub. Soldada en Espiral.
A-212 Grado A*	65,000	Placa.
A-212 Grado B*	70,000	Placa.
A-214	No Especificado.	Tubos Soldados.
A-216 Grado WCA	60,000	Fundidos.
A-216 Grado WCB	70,000	Fundidos.
A-226	47,000	Tubos Soldados.
A-234 Grado WPA.	48,000	Accesorios Soldados y sin - Costura.
A-234 Grado WPB.	60,000	Accesorios Soldados y sin - Costura.
A-234 Grado WPC	70,000	Accesorios Soldados y sin - Costura.
A-245 Grado A	45,000	Lámina.
A-245 Grado B	49,000	Lámina.
A-245 Grado C	52,000	Lámina.
A-245 Grado D	55,000	Lámina.
A-266 Clase I*	60,000	Tambores Forjados sin Cost.
A-266 Clase II*	70,000	Tambores Forjados sin Cost.
A-283 Grado A	45,000	Placa.
A-283 Grado B	50,000	Placa.
A-283 Grado C	55,000	Placa.
A-283 Grado D	60,000	Placa.
A-285 Grado A	45,000	Placa.
A-285 Grado B	50,000	Placa.
A-285 Grado C	55,000	Placa.
A-306 Grado 45	45,000	Barras.
A-306 Grado 50	50,000	Barras.
A-306 Grado 55	55,000	Barras.
A-306 Grado 60	60,000	Barras.
A-333 Grado C	55,000	Tub. Soldada y sin Costura.
A-334 Grado C	55,000	Tub. Soldada y sin Costura.
A-350 Grado LFI	60,000	Accesorios sin costura.
A-352 Grado LCB	65,000	Fundido.
A-414 Grado A	45,000	Lámina.
A-414 Grado B	50,000	Lámina.
A-414 Grado C	55,000	Lámina.
A-420 Grado WPLC	55,000	Accesorios soldados y sin - Costura.
A-433 Grado L45	45,000	Placa.

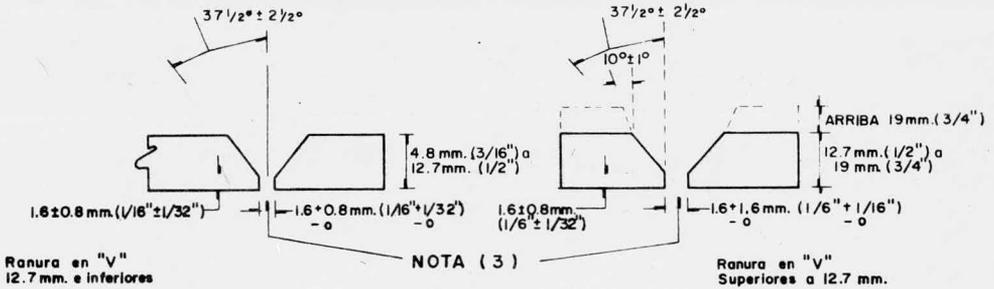
A-433 Grado L50	50,000	Placa.
A-433 Grado L55	55,000	Placa.
A-433 Grado LK55	55,000	Placa.
A-433 Grado LK60	60,000	Placa.
A-433 Grado LK65	65,000	Placa.
A-433 Grado LK70*	70,000	Placa.
A-442 Grado 55	55,000	Placa.
A-442 Grado 60	60,000	Placa.
A-455 Grado A*	75,000	Placa.
A-455 Grado B*	73,000	Placa.

Designación  
A P I

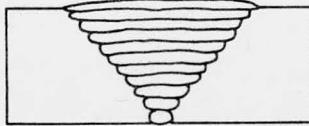
API 5L Grado A	48,000	Tub. Soldada y sin Costura.
API 5L Grado B	60,000	Tub. Soldada y sin Costura.
API 5L Fierro OH	42,000	Tub. Soldada y sin Costura.
API 5L De Horno Eléctrico.	45,000	Tub. Soldada a tope.
API 5L Clase I.	45,000	Tub. Soldada a tope.
API 5L Clase II.	48,000	Tub. Soldada a tope.
API 5L Bessemer.	50,000	Tub. Soldada a tope.

\* El contenido especificado de carbón excede o.30 %

### DETALLES DEL BISEL DE SOLDADURA



### DETALLE DE LAS CAPAS DE SOLDADURA



**NOTAS:**

- 1.- Los detalles de las capas de soldadura son solamente ilustrativas. Los detalles exactos variaran con la posición, con el diametro del electrodo, y el espesor de la pared.
- 2.- El primer paso será depositado con electrodos E 6010. Los pasos siguientes se depositan con electrodos E 7016 o E 7018.
- 3.- Desalin. maximo interno de 1.6 mm (1/16")

ELECTRODO DIAMETRO	EXX	10	EXX	16	EXX	18
	Volts.	Amps.	Volts.	Amps.	Volts.	Amps.
3.175 mm (1/8 in)	24-16	100-130	22-24	80-120	22-24	120-160
4 mm. (5/32 in)	24-28	140-180	23-25	150-190	23-25	160-220
4.8 mm (3/16 in)			25-26	170-240	25-26	180-250

### ESPECIFICACION P3

#### 1.0 Alcance

1.1 Esta especificación de procedimiento es usada para soldaduras en placa de acero al carbón y materiales de tuberías para placas de acero aleado y materiales de tubería con un contenido de cromo que no exceda de 3/4% con un contenido total de aleación que no exceda de 2%. Este procedimiento está calificado para soldaduras sin relevados de esfuerzos en un rango de espesores hasta 42.8 mm (1 11/16 plg) inclusive y hasta 38. mm (1 1/2 plg) inclusive en la condición de relevado de esfuerzo con o sin anillos de respaldo o cintas de respaldo.

1.2 Este procedimiento se ha calificado bajo la sección IX del Código ASME y el Código ASA para tuberías a presión B 31.1 y B 31.3.

#### 2.0 Proceso

La soldadura bajo esta especificación de procedimiento se hará con el proceso de arco metálico protegido.

#### 3.0 Material Base.

3.1 Esta especificación de procedimiento se usará solamente en la soldadura de materiales de acero al carbón enlistados en la tabla 1. Para materiales de acero aleado, se muestran en la tabla 2.

3.2 Si se requieren anillos de respaldo serán de una composición química similar el material base y no de-

berá causar daño a la aleación o contaminación al metal de soldadura.

4.0 Metal de Soldadura.

4.1 El metal de relleno será conforme al análisis de metal de soldadura número A-1 y del grupo número F4 - mostrados en la sección IX del Código ASME.

4.2 Los electrodos de soldadura serán conforme se indica en el ASME, sección II, parte C, SFA-5.1 clasificación E7016 ó E7018.

Observaciones.

Uso de electrodos recubiertos de bajo hidrógeno E7016 ó E7018 es requerido excepto que el tipo de -- electrodos E6010 pueden usarse para facilitar la obtención de un paso de fondeo suave.

(Algunos soldadores tienen problema para aplicar el E7018 de ahí que recomiendan el método de fondear con E7010-A1 y rellenar con E7018-A1, siendo estos electrodos clasificados en el Código ASME, sección II, -- parte C, SFA-5.5 y aunque este método es bueno, el anterior también sirve por lo cual se deja al supervisor el camino a seguir).

4.3 Los electrodos que estén mojados o que tengan el reubrimiento dañado no se usarán.

4.4 Todos los electrodos se adquirirán en empaques - sellados. Los electrodos que se han sacado de su empa que serán usados dentro de las 4 hrs. siguientes. Los electrodos que no se utilicen dentro del período de - 4 hrs. se almacenarán en estufas de almacenamiento de

de electrodos a 120°- 150°C (250°- 300°F) o a cualquier otra que recomiende el fabricante de los electrodos.

## 5.0 Soldadura.

### 5.1 Posición.

Esta especificación de procedimiento cubre toda soldadura que se efectúe en cualquier posición.

### 5.2 Preparación del metal base.

El biselado en el campo para soldaduras a tope - se hará por maquinado, esmerilado o corte con flama - y esmerilado.

5.2.2 El método de preparación del metal base usado, - mantendrá a la ranura de soldadura con las superficies razonablemente lisas y libres de muescas u otras irregularidades, dañinas.

5.2.3 El ángulo del bisel, el espaciado y otros detalles estarán en concordancia con los esquemas de preparación de los extremos soldados incluidos en las especificaciones de trabajo. Si no se incluyen en las especificaciones de trabajo, el ángulo del bisel, el espaciado y otros detalles serán esencialmente en concordancia con la figura 1 y 2.

5.2.4 Previamente al ajuste y soldado, las orillas biseladas, la raíz el lado de atrás, de cada extremo a - soldar se limpiarán de grasa, aceite, polvos, escamas o cualquier material ajeno, mediante esmeril o cepillo rotatorio o lima, hasta dejar el metal brillante y limpio. Los recubrimientos protectivos previamente -- aprobados tales como el "Deoxaluminato" no serán remo-

vidos antes de la soldadura.

### 5.3 Características eléctricas.

La soldadura de arco metálico se hará usando corriente continua (CD) electrodo positivo (polaridad inversa).

Los valores recomendados para amperes y volts se muestran en la figura 1.

### 5.4 Gas de protección y de barrido.

No se aplican.

### 5.5. Técnica.

5.5.1 Ninguna soldadura se hará cuando las superficies estén húmedas o cubiertas con hielo, cuando esté lloviendo o cuando esté nevando, o durante períodos de fuerte viento a menos de que el trabajo esté adecuadamente protegido.

5.5.2 Las abrazaderas soldadas, los puntos de soldadura, u otros medios apropiados se usarán para alinear adecuadamente las juntas por soldar.

5.5.3 Los puntos de soldadura se soldarán en completa concordancia con esta especificación de procedimiento y si no se remueven se inspeccionarán visualmente para detectar defectos, antes de iniciar la soldadura continua.

5.5.4 El lado inferior en juntas a tope de doble bisel para soldar, pueden ser preparados por limado, esmerilado, escopleado con arco o flama para obtener un metal sano en la raíz, previamente a la soldadura de

respaldo.

5.5.5 Cada cordón de soldadura se limpiará de escoria, fundente u otros materiales extraños antes de depositar el siguiente cordón. Cada capa de soldadura estará libre de irregularidades de depósito, tales como puntos altos depresiones, socavados y porosidad.

5.5.6 El avance de la soldadura será hacia arriba para la soldadura vertical. Para soldadura horizontal, el metal de soldadura será depositado en cordones de pasos múltiples.

5.5.7 Cuando se suelde tubería, cada capa de soldadura se realizará alrededor de la circunferencia entera de la ranura de soldadura, antes de depositar el paso subsecuente.

5.5.8 La soldadura no se interrumpirá hasta que al menos un tercio del espesor de soldadura se complete.

## 5.6 Apariencia de la soldadura.

5.6.1 La apariencia de las capas de soldadura serán esencialmente como se muestra en las figuras 1 y 2.

5.6.2 El ancho del paso de soldadura en las posiciones vertical, plana y sobre cabeza no deberán exceder el ancho de cuatro veces el diámetro del electrodo usado y el espesor de la capa no deberá exceder de 3.175 mm ( $\frac{1}{8}$  plg).

5.6.3 El paso de vista será ligeramente convexo y se fusionará dentro de la superficie del metal base, en

tal forma que el agarre en la orilla de la ranura sobre cada lado de la soldadura sea como mínimo 1.6 mm (1/16 plg) y como máximo 3.2 mm (1/8 plg).

## 5.7 Reparación de defectos.

5.7.1 Las grietas que ocurren durante la soldadura serán eliminadas por esmerilado, rebajado o por escopleado con arco o flama. Antes de que la soldadura se reinicie una inspección por líquido penetrante o por partícula magnética serán usadas para determinar que las grietas han sido totalmente eliminadas.

5.7.2 Después de que la soldadura ha sido terminada, los defectos en exceso, en relación con los estándares aplicables de aceptación, detectados mediante las técnicas de inspección requeridas en las especificaciones de trabajo, se removerán por esmerilado, rebajado o escopleado con arco o flama y se resoldarán en completa concordancia con esta especificación de procedimiento.

## 6.0 Temperatura de precalentamiento e interpaso.

6.1 Previo a la soldadura o al corte con flama, la junta soldada se calentará uniformemente hasta la temperatura de precalentamiento e interpaso, a 120°C (250°F) mínimo. Esta temperatura se mantendrá durante toda la soldadura y corte con flama para materiales de aceros aleados.

6.2 Si la soldadura es interrumpida y la temperatura de interpaso no se mantiene, la junta soldada se cubrirá con material aislante y a continuación se enfriará lentamente. Antes de que la soldadura se reinicie, la junta soldada sin terminar se llevará hasta -

la temperatura de precalentamiento requerida.

6.3 Cuando la soldadura se ha terminado, la junta -- soldada se cubrirá con material aislante y se enfriará lentamente desde la temperatura de interpasó.

6.4 El ancho del área de precalentamiento en cada lado de la soldadura será al menos tres veces el espesor del tubo o placa ó 50.8 mm (2 plg) cualesquiera -- que sea el mayor.

6.5 El precalentamiento puede hacerse usando resistencia eléctrica o unidades de inducción, sopletes de calentamiento de gas licuado de petróleo, u otros sopletes los cuales suministren un calentamiento uniforme sobre toda el área precalentada.

6.6 Las temperaturas de precalentamiento se revisarán con crayones indicadores de temperatura.

#### 7.0 Tratamiento de postcalentamiento a la soldadura.

Los requerimientos para el tratamiento de postcalentamiento a la soldadura (Relevado de Esfuerzos) serán en concordancia con los requerimientos de los Códigos aplicables, como los siguientes:

7.1 Código ASME sección I Código ASA para tuberías -- a presión B 31.1 y B 31.3.

7.1.1 La soldadura se calentará lenta y uniformemente hasta la temperatura especificada para el postcalentamiento a la soldadura, se sostiene ésta temperatura -- por el tiempo señalado, y se enfriará después lenta--

mente con aislamiento hasta una temperatura que no exceda a 315°C (600°F). Se permite enfriar la soldadura abajo de 315°C (600°F), hasta la temperatura ambiente pero en aire quieto y sin aislamiento.

7.1.2 El ancho mínimo la banda circunferencial calentada por juntas soldadas en tuberías, tubos y cabezales, será el mayor de:

7.1.2.1. Tres veces el ancho de la parte más ancha de la ranura de soldadura.

7.1.2.2 El ancho del refuerzo de soldadura más 50.8 mm (2 plg).

7.1.3 Los ramales u otras conexiones soldadas se postcalentarán calentando una banda circunferencial alrededor del tubo o cabezal sobre los cuales el ramal o conexión esté soldada con éstos a la mitad de la banda calentada.

El ancho de la banda será el mayor de:

7.1.3.1 Tres veces el espesor de pared nominal del cabezal más el diámetro de la soldadura que une el ramal u otra conexión al cabezal.

7.1.3.2 50.8 mm (2 plg) mayor que el diámetro de la soldadura que une el ramal u otra conexión al cabezal.

## 7.2 Sección VIII del Código ASME

7.2.1 El calentamiento de recipientes o partes de recipientes hasta la temperatura de postcalentamiento a la soldadura, será realizada de tal forma que arriba de 315°C (600°F), la rapidez de calentamiento no será

mayor de 204°C (400°F) por hora, divididos entre el espesor máximo del metal de placa de envolvente en pulgadas, pero en ningún caso será más de 204°C (400°F) por hora.

7.2.2 El enfriamiento de los recipientes o partes de recipientes a partir de la temperatura de tratamiento de postcalentamiento a la soldadura se realizará en tal forma que arriba de 315°C (600°F), el enfriamiento se hará a una razón no mayor de 260°C (500°F), por hora dividida entre el espesor máximo de metal de placa envolvente o de tapa en pulgadas, pero en ningún caso será mayor de 260°C (500°F) por hora. A partir de 315°C (600°F) el enfriamiento puede hacerse en aire quieto.

7.2.3 El nacho sobre cada lado de la línea central de las juntas circunferenciales en tubería al ser calentadas hasta la temperatura de tratamiento de postcalentamiento a la soldadura será al menos 3 veces el ancho más grande de la soldadura terminada.

7.2.4 En suma a lo anterior, el tratamiento de postcalentamiento a la soldadura de recipientes o partes de recipientes será en concordancia con los requerimientos de los párrafos UW 40 y UCS 56 de la sección VIII del Código ASME para recipientes a presión y calderas.

7.3 Temperatura y tiempo del tratamiento del postcalentamiento.

La temperatura del tratamiento de postcalentamiento a la soldadura será 690°C ± 5°C (1275°F ± 25°F) por hora, por cada 25.4 mm (1 plg) de espesor excepto que el tiempo de sostenimiento mínimo sea de 2 horas.

7.4 Equipo

7.4.1 El tratamiento de postcalentamiento a la soldadura puede hacerse usando uno de los siguientes métodos o una combinación de ellos:

7.4.1.1 Un horno de tratamiento térmico levantado en taller o en campo.

7.4.1.2 Por calentamiento localizado usando resistencias eléctricas o bobinas de inducción.

7.4.1.3 Sopletes de gas licuado de petróleo, aceite combustible u otras unidades que suministren un calentamiento uniforme sobre el área entera de postcalentamiento.

7.4.2 Bajo el Código ASA b 31.3 para tuberías de petróleo; un tratamiento térmico de recosido usando una reacción química exotérmica puede ser sustituido por los equipos descritos anteriormente. Cuando el tratamiento térmico de recosido exotérmico es usado, las instrucciones proporcionales con materiales exotérmicos serán seguidas cuidadosamente para asegurar que el cargo exotérmico y el aislamiento adecuado sean utilizados.

7.4.3 Las temperaturas del tratamiento de postcalentamiento a la soldadura obtenidas por el uso del equipo descrito en 7.4.1.1 y 7.4.1.2 serán revisados por el uso de termopares y potenciométricos registradores. - Al menos 2 termopares (uno de reserva) se conectarán a la tubería o recipiente que esté siendo tratado térmicamente.

7.4.4 Las temperaturas del tratamiento de postcalentamiento a la soldadura obtenidas por el uso del equipo descrito en 7.4.1.3 serán revisadas por el uso de crayones indicadores de temperatura.

8.0 Calificación de la ejecución del soldador.

Los soldadores que estén requeridos para usar - este procedimiento se calificarán en concordancia -- con la sección IX del Código ASME.

9.0 Radiografiado

El radiografiado 100% requerido.

10.0 Otros requerimientos

El exámen por penetración de tinte, el análisis - o examen de dureza no son requeridos.

TABLA 1

ACERO AL CARBON GRUPO P-1

ASTM			
<u>Designación</u>		<u>Resistencia a la Tensión</u>	<u>Tipo de Material</u>
A31	Grado A	45,000	Remaches.
	Grado B	58,000	Remaches.
A36		60,000	Placa.
A53	Hogar Abierto	45,000	Tubería soldada en horno.
	Grado A	48,000	Tubería soldada o sin costura.
	Grado B	60,000	Tubería soldada o sin costura.
A53	Bessemer Acido	50,000	Tubería soldada en horno.
A83	Grado A	No especificado	Tubos soldados.
	Grado B	No especificado	Tubos soldados.
	Alternativa B	No especificado	Tubos soldados.
A105	Grado I*	60,000	Bridas y Accesorios.
	Grado II*	70,000	Bridas y Accesorios.
A106	Grado A	48,000	Tubos sin costura.
	Grado B	60,000	Tubos sin costura.
	Grado C	70,000	Tubos sin costura.
A113	Grado C	48,000	Placa.
A120		No especificado	Tubería soldada o sin costura.
A135	Grado A	48,000	Tubería soldada.
	Grado B	60,000	Tubería soldada.
El contenido de carbón especificado -- excede de 0.30 %.			
A139	Grado A	48,000	Tubería soldada.
	Grado B	60,000	Tubería soldada.
A155	Grado C 45	45,000	Tubería soldada.
	Grado C 50	50,000	Tubería soldada.
	Grado C 55	55,000	Tubería soldada.
	Grado KC 55	55,000	Tubería soldada.
	Grado KC 60	60,000	Tubería soldada.
	Grado KC 65*	65,000	Tubería soldada.
	Grado Kc 70*	70,000	Tubería soldada.
A161	Acero al Carbón	47,000	Tubería sin costura.
A178	Grado, A, C*	60,000	Tubería soldada.
A179		No especificado	Tubería sin costura.
A181	Grado I*	60,000	Bridas y Accesorios.

	Grado II*	70,000	Bridas y Accesorios.	27
A192		No especificado	Tubos sin costura.	
A201	Grado A	55,000	Placa.	
	Grado B	60,000	Placa.	
A210		60,000	Tubos sin costura.	
A211		No especificado	Tubería soldada en espiral.	
A212	Grado A*	65,000	Placa.	
	Grado B*	70,000	Placa.	
A214		No especificado	Tubería soldada.	
A216	Grado WCA	60,000	Fundidos.	
	Grado WCB	70,000	Fundidos.	
A226		47,000	Tubería soldada.	
A234	Grado WPA	48,000	Sin costura y accesorios soldados	
	Grado WPB	60,000	Sin costura y accesorios soldados	
	Grado WPC	70,000	Sin costura y accesorios soldados	
A245	Grado A	45,000	Lamina.	
	Grado B	49,000	Lamina.	
	Grado C	52,000	Lamina.	
	Grado D	55,000	Lamina.	
A266	Clase I*	60,000	Tambores forjados sin costura.	
	Clase II*	70,000	Tambores forjados sin costura.	
A283	Grado A	45,000	Placa.	
	Grado B	50,000	Placa.	
	Grado C	55,000	Placa.	
	Grado D	60,000	Placa.	
El contenido de carbón especificado excede de 0.30 %.				
A285	Grado A	45,000	Placa.	
	Grado B	50,000	Placa.	
	Grado C	55,000	Placa.	
A306	Grado 45	45,000	Barras.	
	Grado 50	50,000	Barras.	
	Grado 55	55,000	Barras.	
	Grado 60	60,000	Barras.	
A333	Grado 1	55,000	Tubería soldada y sin costura.	
	Grado 6	60,000	Tubería soldada y sin costura.	
A334	Grado 1	55,000	Tubería soldada y sin costura.	
	Grado 6	60,000	Tubería soldada y sin costura.	
A350	Grado LF 1	60,000	Accesorios sin costura.	
	Grado LF 2	70,000	Accesorios sin costura.	
A352	Grado LCB	65,000	Fundidos.	
A414	Grado A	45,000	Lamina.	
	Grado B	50,000	Lamina.	

A420	Grado C	55,000	Lamina.
	Grado WPLC	55,000	Accesorios soldados y sin costura
A433	Grado L 45	45,000	Placa.
	Grado L 50	50,000	Placa.
	Grado L 55	55,000	Placa.
	Grado LK 55	55,000	Placa.
	Grado LK 60	60,000	Placa.
	Grado LK 65	65,000	Placa.
	Grado LK 70*	70,000	Placa.
A442	Grado 55	55,000	Placa.
	Grado 60	60,000	Placa.
A455	Grado A*	75,000	Placa.
	Grado B*	73,000	Placa.
A515	Grado 55	55,000	Placas.
	Grado 60 **	60,000	Placa.
	Grado 65***	65,000	Placa.
	Grado 70*	70,000	Placas.
A516	Grado 55	55,000	Placas.
	Grado 60	60,000	Placas.
	Grado 65	65,000	Placas.
	Grado 70**	70,000	Placas.

\*El contenido del carbón máximo especificado excede de 0.30 %.

\*\*El contenido del carbón máximo especificado excede de 0.30 % en espesores arriba de 4 pulg.

\*\*\*El contenido del carbón máximo especificado excede de 0.30 % en espesores arriba de 1 pulg.

API 5L	Grado A	48,000	Tubería soldada y sin costura.
	Grado B	60,000	Tubería soldada y sin costura.
	Hierro OH	42,000	Tubería soldada y sin costura.
	Horno eléctrico	45,000	Tubería soldada a tope.
	Clase I	45,000	Tubería soldada a tope.
	Clase II	48,000	Tubería soldada a tope.
	Bessemer	50,000	Tubería soldada a tope.

TABLE 2

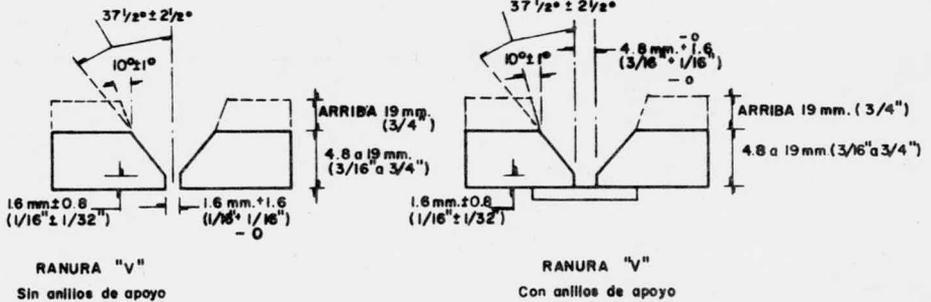
CARBON - 1/2 MOLIENNO ACEROS ALBAOS

GRUPO P-3

<u>ASTM</u> <u>Designación</u>	<u>Resistencia a la Tensión</u>	<u>Tipo de Material</u>
SA-182 Grado F 1	70,000	C-Mo Bridas de tubería.
SA-204 Grado A	65-77,000	C-Mo Placas de acero.
Grado B	70-85,000	C-Mo Placas de acero.
Grado C	75-90,000	C-Mo Placas de acero.
SA-209 Grado T 1	55,000	C-Mo Tubos.
Grado T 1a	60,000	C-Mo Tubos.
Grados T 1b	53,000	C-Mo Tubos.
SA-217 Grado WC 1	65,000	C-Mo Acero fundido.
SA-250 Grado T 1	55,000	C-Mo Tubos de caldera soldados.
Grado T 1a	60,000	C-Mo Tubos de caldera soldados.
Grado T 1b	53,000	C-Mo Tubos de caldera soldados.
SA-335 Grado P 1	55,000	C-Mo Tubería.
SA-352 Grado LC 1	65,000	C-Mo Fundidos.
SA-369 Grado FP 1	55,000	C-Mo Tubería.

### DETALLES DEL BISEL DE SOLDADURA

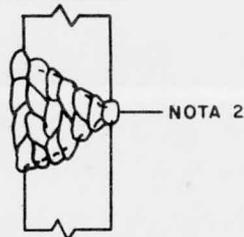
30



### DETALLES DE CAPAS DE SOLDADURA



Soldadura plana, vertical y sobrecabeza.



Soldadura horizontal

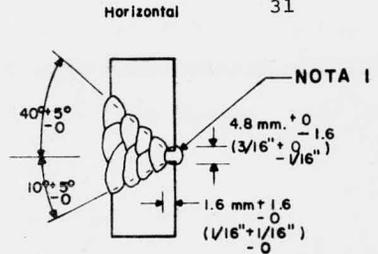
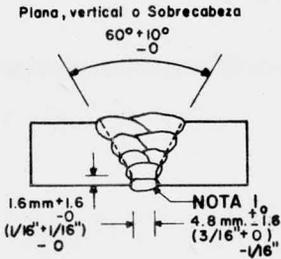
#### NOTAS:

- Los detalles de las capas de soldadura son solamente ilustrativos. Los detalles exactos varían con la posición, diámetro del electrodo y espesor de pared.
- Para juntas soldadas a doble bisel, el paso de fondo se esmerilará, escopleará con arco o flama para afirmar al metal antes de soldar el lado de atrás.

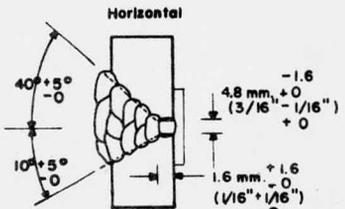
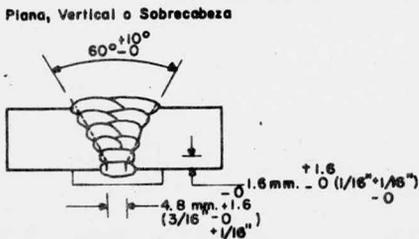
Diámetro del Electrodo.	E-7018		E-7016	
	Volts.	Amps.	Volts.	Amps.
2.38 mm. (3/32")	19-23	80-100	20-22	70-100
3.17 mm. (1/8")	22-24	120-160	22-24	80-120
3.97 mm. (5/32")	23-25	160-220	23-25	150-190
4.8 mm. (3/16")	25-26	180-250	25-26	170-240

## RANURA DE UNA "V"

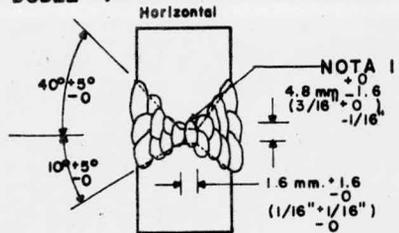
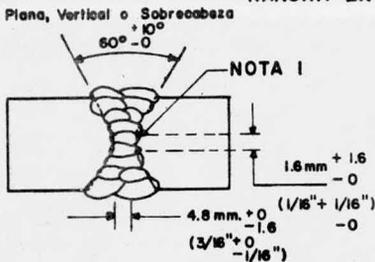
31



## RANURA DE UNA "V" CON TIRA DE APOYO



## RANURA EN DOBLE "V"



### NOTAS:

- 1.- Para juntas soldadas a doble bisel el peso de fondo se esmerile, esoplese con arco o flama para afirmar al metal antes de soldar el lado posterior.
- 2.- Los detalles de las copas de soldadura son solamente ilustrativas. Los detalles exactos variaran con la -- posicion, diametro del electrodo y espesor de pared.
- 3.- Ver la figura 1 para los voltajes y amperajes recomendados.

ESPECIFICACION P41.0 Alcance

- 1.1 Esta especificación de procedimiento es usada para soldar tubería de materiales de acero aleado -- con un contenido de cromo entre 3/4 y 2% y con un -- contenido total de aleación que no exceda 2 3/4%.

El alcance de espesor calificado es hasta 8.4 cm. (3.304 plg.) inclusive en la condición de "relevados de esfuerzos" y 1.2 cm (0.474 plg) en la condición de "sin relevado"; sin anillos de respaldo consumibles, fundente protector o barrido interno con gas inerte. El servicio es para "Aire de proceso a altas temperaturas" de 260°C (500°F) a 482°C (900°F). Para más altas temperaturas consultar especificación P4 (AT) P8.

- 1.2 Este procedimiento ha sido calificado bajo la sección IX del Código ASME y por el Código Standard USA para tuberías a presión, partes B31.1 y B31.3.

2.0 Proceso

- 2.1 La soldadura bajo esta especificación se hará con la combinación de los procesos de soldadura de arco de tungsteno con gas inerte (TIG) y de arco metálico protegido.

3.0 Material Base.

- 3.1 Esta especificación de procedimiento se usará solamente en la soldadura de los materiales de -- acero aleado enlistados en la tabla 1.

#### 4.0 Material de soldadura.

4.1 El material de relleno será conforme al número de análisis para metal de soldadura A-3 ó A-4 y al grupo número F-4 mostrados en la sección IX del Código ASME (Q-442 y Q-432).

4.2 Los electrodos recubiertos se escogerán según se indica en el ASME, sección II, parte C, SFA-5.5. Los alambres desnudos en SFA-5.9.

4.2.1 Para los materiales P-4 mencionados en la tabla IA, el alambre desnudo de relleno escogido será ER-515 y el electrodo recubierto el E-8016-B2 ó E-8018-B2 (análisis de metal de soldadura A-3).

4.2.2 Para los materiales enlistados en la tabla 1B, el alambre desnudo de relleno escogido será ER-521 y el electrodo recubierto el E-9016-B3 ó E-9018-B3 (análisis de metal de soldadura A-4).

4.3 Los electrodos que estén húmedos o que tengan el cubrimiento dañado no serán usados.

4.4 Todos los electrodos cubiertos de bajo hidrógeno serán comprados en empaques sellados, los electrodos de bajo hidrógeno que se han sacado de su empaque serán usados dentro de las 4 horas siguientes. Los electrodos que no se utilicen dentro de las 4 horas siguientes. Los electrodos que no se utilicen dentro de las 4 horas se almacenarán en estufas de almacenamiento de electrodos a 120°- 150°C (250 - 300°F) o cualquier otra temperatura recomendada por el fabricante de los electrodos.

#### 5.0 Soldadura

## 5.1 Posición.

Esta especificación de procedimiento cubre to da soldadura que se efectúe en cualquier posición.

## 5.2 Preparación del material base.

5.2.1 El biselado en el campo para soldaduras a tope se hará por maquinado, esmeriado, o por corte -- con flama y esmerilado.

5.2.2 El método de preparación del metal base usado, mantendrá a la ranura de soldadura con las superficies razonablemente lisas y libres de muescas y otras irregularidades dañinas.

5.2.3 El ángulo del bisel, el espaciado y otros de talles serán en concordancia con los esquemas de preparación de los extremos soldados incluidos en las - especificaciones de trabajo. Si no se incluyen en - las especificaciones de trabajo, el ángulo del bisel, el espaciado y otros detalles serán esencialmente en concordancia con la figura 1.

5.2.4 Previamente al ajuste y soldado, las orillas biseladas, la raíz y el lado de atrás, de cada extremo a soldar se limpiarán de grasa, aceite, polvos, - escamas o cualquier material ajeno, mediante esmeril o cepillo rotatorio o lima, hasta dejar el metal brillante y limpio. Los recubrimientos protectivos previamente aprobados, tales como el "Deoxaluminato" no serán removidos antes de la soldadura.

## 5.3 Características eléctricas.

5.3.1 La soldadura de arco con electrodo de tungste de

no y gas se hará con tungsteno toriado de 1 a 2% para el electrodo, con corriente continua, electrodo negativo (polaridad directa).

5.3.2 La soldadura de arco metálico protegido se hará usando corriente directa (CD) electrodo positivo (polaridad inversa).

5.3.3 Los valores recomendados para amps. y volts se muestran en la Fig. 1.

5.4 Gas de Protección.

5.4.1 El gas de protección será argón a 0.34-0.425 m<sup>3</sup>/hr (12-15 cfh) a través del soplete de soldadura.

5.5 Técnicas.

Ninguna soldadura se hará cuando las superficies a ser soldadas estén húmedas o cubiertas con --hielo, cuando está lloviendo o cuando esté nevando, o durante períodos de fuerte viento, a menos de que el trabajo esté adecuadamente protegido.

5.5.2 La alineación y ajuste de la junta por soldar será sin anillo insertado consumible. Las orillas a tope de cada junta soldada serán colocadas juntas en forma tal que el espacio entre ellas en cualquier localización no exceda de 3.2 mm. (1/8 plg).

5.5.3 Se usarán candados, sujetadores, puntos y -- otros medios para alinear adecuadamente la junta por soldar, los puntos de soldadura se soldarán en concordancia con esta especificación de procedimiento y si no se eliminan se inspeccionarán visualmente para detectar defectos, antes de iniciar la soldadura continua.

- 5.5.4 El inspector de soldadura o un soldador calificado y designado por él observará el depósito de metal con arco de tungsteno del fondeo, para informar al soldador trabajando que hay fusión y penetración adecuadas. Durante el proceso de soldadura con arco de tungsteno y gas, se usará como material de relleno, varilla desnuda de 1.6 mm (1/16 plg) ó 2.4 mm (3/32 plg), según se necesite.
- 5.5.5 Se tendrá cuidado de no quemar al hacer el primer paso de arco metálico con electrodos de 2.4 mm (3/32 plg) de diámetro. Para el segundo paso se usarán electrodos de 3.2 mm (1/8 plg.). Los pasos subsiguientes se harán con electrodos de 3.2 mm (1/8 plg) ó de 4 mm (5/32 plg) de diámetro.
- 5.5.6 Cada cordón de soldadura deberá limpiarse de escoria, fundente, de cualquier material ajeno antes de depositar el cordón siguiente cada capa de soldadura estará libre de irregularidades de depósitos tales como puntos altos, depresiones, socavados y porosidad.
- 5.5.7 El avance de la soldadura será hacia arriba para soldadura vertical. Para soldadura horizontal el metal de soldadura será depositado en capas de pasos múltiples. Cada capa de soldadura se efectuará completa alrededor de la circunferencia de la ranura antes de depositar los pasos de soldadura subsiguientes.
- 5.5.8 La soldadura no se interrumpirá hasta que al menos 1/3 del espesor de soldadura esté terminado.
- 5.6 Apariencia de la soldadura.
- 5.6.1 La apariencia de las capas de soldadura será esencialmente como se muestra en la figura 1.

5.6.2 El ancho del paso de soldadura en la posición vertical, plana y sobre cabeza no deberán de exceder el ancho de 4 veces el diámetro del electrodo que es tá siendo usado y el espesor de la capa no deberá -- exceder de 3.2 mm (1/8 plg).

5.6.3 El paso de vista será ligeramente convexo y - se fusionará dentro de la superficie del material ba se, en tal forma que el agarre en la orilla de la ra nura sobre cada lado de la soldadura sea como mínimo de 1.6 mm (1/16 plg) y como máximo 3.2 mm (1/8 plg).

#### 5.7 Reparación de los defectos.

5.7.1 Las grietas que ocurren durante la soldadura serán eliminadas por esmerinado rebajado o por escopleado con arco o flama. Antes de que la soldadura - se reinicie una inspección por líquido penetrante o partícula magnética serán usadas para determinar que las grietas han sido totalmente eliminadas.

5.7.2 Después de que la soldadura ha sido terminada, los defectos en exceso, en relación con los estándares aplicables de aceptación, detectados mediante -- las técnicas de aceptación requeridas en las especificaciones de trabajo, se eliminarán mediante esmeri lado, o escopleado con arco o con flama y se resolda rá en completa concordancia con estas especificaciones en procedimiento.

#### 6.0 Temperatura de precalentamiento e interpaso.

6.1 Previo a la soldadura o al corte de flama, la junta soldada se calentará uniformemente hasta la -- temperatura de precalentamiento e interpaso, a 185°C (375°F) mínimo. Esta temperatura se mantendrá durante toda la soldadura y corte de flama.

6.2 Si la soldadura es interrumpida y la temperatura de interpaso no se mantiene la junta soldada -- se cubrirá con un material aislante y a continuación se enfriará lentamente. Antes de que la soldadura se reinicie, la junta soldada sin terminar se llevará -- hasta alcanzar la temperatura de precalentamiento requerida.

6.3 Cuando la soldadura se ha terminado, la junta soldada se cubrirá con material aislante y se enfriará lentamente desde la temperatura de interpaso.

6.4 El ancho del área de precalentamiento en cada lado de la soldadura será al menos 3 veces el espesor del tubo o placa ó 51 mm (2 plg), cualesquiera -- que sea el mayor.

6.5 El precalentamiento puede hacerse usando resistencia eléctrica o unidades de inducción, sopletes de calentamiento de gas licuado de petróleo u -- otros sopletes los cuales suministren un calentamiento uniforme sobre toda el área precalentada.

6.6 Las temperaturas de precalentamiento se revisarán en crayones indicadores de temperatura.

#### 7.0 Postcalentamiento.

Los requisitos de postcalentamiento (relevado de esfuerzos) son los que señalen los estándares de ingeniería o las especificaciones particulares del -- trabajo para materiales tipo P-4.

Si se juzga necesario el postcalentamiento se efectuará de acuerdo a requisitos de Código como sigue:

## 7.1 Código ASME, Sección I.

- 7.1.1 La soldadura se calentará lenta y uniformemente hasta la temperatura de postcalentamiento especificada, se mantendrá a esa temperatura para el tiempo señalado, y se enfriará después lentamente con aislamiento hasta una temperatura que no exceda de  $315^{\circ}\text{C}$  ( $600^{\circ}\text{F}$ ). Se permite enfriar la soldadura abajo de  $315^{\circ}\text{C}$  ( $600^{\circ}\text{F}$ ), hasta la temperatura ambiente, pero en aire quieto y sin aislamiento.
- 7.1.2 El ancho mínimo de la banda circunferencial calentada para juntas soldadas en tuberías y en cabezales será la mayor de:
- 7.1.2.1 Tres veces el ancho de la parte más ancha de la ranura de la soldadura.
- 7.1.2.2 El ancho del refuerzo de la soldadura más 51 mm (2 plg.).
- 7.1.3. Los ramales u otras conexiones soldadas se postcalentarán calentando una banda circunferencial alrededor del tubo o cabezal sobre los cuales el ramal o conexión esté soldada, con éstos a la mitad de la banda calentada. El ancho de la banda será el mayor de:
- 7.1.3.1 Tres veces el espesor de pared nominal del cabezal más el diámetro de la soldadura que une el ramal u otra conexión al cabezal.
- 7.1.3.2 Dos pulgadas (51 mm) mayor que el diámetro de la soldadura que une el ramal u otra conexión al cabezal.

## 7.2 Sección VIII del Código ASME

7.2.1 El calentamiento de recipientes o parte de recipientes hasta la temperatura de postcalentamiento a la soldadura, será realizada en tal forma que arriba de  $315^{\circ}\text{C}$  ( $600^{\circ}\text{F}$ ), la rapidez del calentamiento no será mayor de  $205^{\circ}\text{C}$  ( $400^{\circ}\text{F}$ ) por hora divididos entre el espesor máximo del metal de la placa envolvente en pulgadas pero en ningún caso será de más de  $205^{\circ}\text{C}$  ( $400^{\circ}\text{F}$ ) por hora.

7.2.2 El enfriamiento de los recipientes o partes de los recipientes a partir de la temperatura de tratamiento de postcalentamiento a la soldadura se realizará de tal forma que arriba de  $315^{\circ}\text{C}$  ( $600^{\circ}\text{F}$ ) el enfriamiento será a una rapidez no mayor de  $260^{\circ}\text{C}$  ( $500^{\circ}\text{F}$ ) por hora divididos entre el espesor máximo del metal de la placa envolvente o de tapa en pulgadas, pero en ningún caso será mayor de  $260^{\circ}\text{C}$  ( $500^{\circ}\text{F}$ ) por hora. A partir de  $315^{\circ}\text{C}$  ( $600^{\circ}\text{F}$ ) el enfriamiento puede hacerse en aire quieto.

7.2.3 El ancho sobre cada lado de la línea central de las juntas circunferenciales en tubería al ser calentadas hasta la temperatura de tratamiento de postcalentamiento a la soldadura será al menos 3 veces el ancho más grande de la soldadura terminada.

7.2.4 En suma a lo anterior, el tratamiento de postcalentamiento a la soldadura de recipientes o partes de recipientes será en concordancia con los requerimientos de los párrafos UW-40 y UCS-56 de la Sección VIII del Código ASME.

7.3 Temperatura y tiempo del tratamiento de postcalentamiento.

7.3.1 La temperatura del tratamiento de postcalentamiento a la soldadura será  $732^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$  ( $1350^{\circ}\text{F} \pm 25^{\circ}\text{F}$ ) por hora por cada 25.4 mm (1 plg) de espesor excepto que el tiempo de sostenimiento mínimo será:

7.3.1.1 Media hora bajo B31.1 del Código de Estándares U.S.A. para tuberías a presión.

7.3.1.2 Dos horas bajo B31.3 del Código de Estándares U.S.A. para tuberías a presión.

7.3.1.3 Un cuarto de hora para espesores menores de 6.4 mm. (1/4 plg) bajo las secciones I y VIII del Código ASME.

#### 7.4 Equipo

El tratamiento de postcalentamiento a la soldadura puede hacerse usando uno de los siguientes métodos o una combinación de ellos:

7.4.1.1 Un horno de tratamiento térmico levantado en taller o en campo.

7.4.1.2 Calentamiento localizado usando resistencias eléctricas o bobinas de inducción.

7.4.1.3 Sopletes de gas licuado de petróleo, aceite combustible u otras unidades que suministren un calentamiento uniforme sobre el área entera de postcalentamiento.

7.4.2 Bajo el Código U.S.A. B31.3 para tuberías en Refinería de Petróleo; un tratamiento térmico de recosido usando una reacción química exotérmica puede

ser sustituido por los equipos descritos anteriormente.

Cuando el tratamiento térmico de recosido exotérmico es usado, las instrucciones proporcionadas con materiales exotérmicos serán seguidas cuidadosamente para asegurar que la carga exotérmica y el aislamiento adecuado sean utilizados.

7.4.3 Las temperaturas del tratamiento de postcalentamiento a la soldadura obtenidas por el uso del equipo descrito en 7.4.1.1 y 7.4.1.2 serán revisados por el uso de termopares y potenciométricos registradores. Al menos 2 termopares (uno de reserva) se conectarán a la tubería o recipiente que esté siendo tratado térmicamente.

7.4.4 Las temperaturas del tratamiento de postcalentamiento a la soldadura obtenidas, por el uso del equipo descrito en 7.4.1.3 serán revisadas por el uso de crayones indicadores de temperatura.

## 8.0 Calificación de la ejecución del soldador.

Los soldadores que estén requeridos para usar este procedimiento se calificarán en concordancia con la sección IX del ASME.

TABLA 1

1A MATERIALES CROMO MOLIBDENO GRUPO P4 (CONTENIDO DE CROMO 1% 6 MENOS.)

<u>Designación ASTM</u>	<u>Resistencia - a la tensión. Psi - Min.</u>	<u>Tipo de Material.</u>	
A 155 Grado 1 Cr.	60,000	Tubería	(1.00 Cr - 0.50 Mo)
Grado 1-1/4 Cr.	60,000	Tubería	(1.25 Cr - 0.50 Mo)
A 182 Grado F12	70,000	Bridas de Tubería	(1.00 Cr - 0.50 Mo)
Grado F11	70,000	Bridas de Tubería	(1.25 Cr - 0.55 Mo)
A 199 Grado T11	60,000	Tubos sin Costura	(1.25 Cr - 0.50 Mo)
A 200 Grado T11	60,000	Tubos	(1.25 Cr - 0.50 Mo)
A 213 Grado P12	60,000	Tubos	(1.25 Cr - 0.55 Mo)
Grado P12	60,000	Tubos	(0.95 Cr - 0.55 Mo)
A 217 Grado WC6	70,000	Fundidos	(1.25 Cr - 0.50 Mo)
A 234 Grado WP11	70,000	Accesorios	(1.25 Cr - 0.50 Mo)
Grado WP12	70,000	Accesorios	(1.00 Cr - 0.50 Mo)
A 335 Grado P11	60,000	Tubería	(1.25 Cr - 0.55 Mo)
Grado P12	60,000	Tubería	(0.95 Cr - 0.55 Mo)
A 336 Grado F2	70,000	Tambores Forjados	(0.95 Cr - 0.55 Mo)
Grado FP12	60,000	Tubería	(1.00 Cr - 0.55 Mo)
A 387 Grado B	60,000	Placa	(1.00 Cr - 0.50 Mo)
Grado C	60,000	Placa	(1.25 Cr - 0.50 Mo)
A 426 Grado CP11	60,000	Tuberías fundidas	(1.25 Cr - 0.50 Mo)
Grado CP12	60,000	Tuberías fundidas	(1.00 Cr - 0.50 Mo)

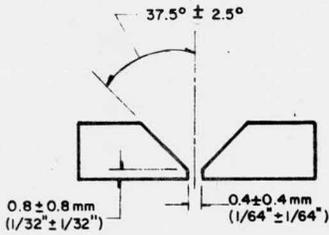
1B MATERIALES CROMO MOLIBDENO GRUPO P4 (CONTENIDO MINIMO DE CROMO ARRIBA DEL 1%)

A 199 Grado T 3b	60,000	Tubos sin costura	(2.00 Cr - 0.50 Mo)
A 200 Grado T 3b	60,000	Tubos	(2.00 Cr - 0.50 Mo)
A 213 Grado T 3b	60,000	Tubos	(2.00 Cr - 0.55 Mo)
A 369 Grado FP3b	60,000	Tubos	(2.00 Cr - 0.55 Mo)

FIG. 1  
DETALLES DEL BISEL

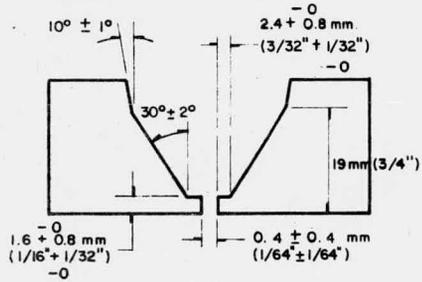
RANURA EN "V"

Espesores de 9mm (3/8")  
y menores.



RANURA EN "V"

Espesores mayores de 9mm. (3/8")



DETALLES DE LAS CAPAS  
(Solamente Ilustrativo)



Soldadura plana, vertical, sobrecabeza



Soldadura horizontal

TUNGSTENO			E-8016-B2 o E-9016-B3			E-8018-B2 o E-9018-B3		
Diam. del electrodo	Diam. de varilla	Amps.	Diam.	Amps.	Volts.	Diam.	Amps	Volts
1.6 mm (1/16")	1.6 mm (1/16")	60-150	2.4 mm (3/32")	70-100	20-22	2.4 mm (3/32")	80-100	20-22
2.4 mm (3/32")	1.6 mm (1/16")	150-250	3.2 mm (1/8")	80-120	22-24	3.2 mm (1/8")	100-160	22-24
3.2 mm (1/8")	1.6 mm (1/16")	250-350	4.0 mm (5/32")	150-190	22-24	4.0 mm (5/32")	160-220	22-24

NOTAS:

1. El primer paso se hara mediante el proceso de arco-tungsteno.
2. El segundo paso y los sucesivos se haran mediante el proceso de arco-metalico protegido.

ESPECIFICACION P4 (F)1.0 Alcance.

- 1.1 Esta especificación de procedimiento es usada para soldar aceros aleados con un contenido de cromo entre 3/4% y 2%, pero con un total de aleación que no exceda de ---  
2 3/4%
- 1.2 El uso de este procedimiento se limitará para soldaduras de sello de juntas roscadas y para soldaduras embutidas o fileteadas en tuberías no mayores de 51 mm. --- (2 plg) de diámetro nominal; siempre que los ambientes de servicio (variación cíclica de calor, temperatura o corrosión) no afecten adversamente la soldadura. El -- servicio es para "Aire de Proceso a altas temperaturas" de 260°C (500°F) a 482°C (900°F). Para altas temperaturas consultar la especificación P4 (AT) P8, (que es para temperaturas mayores de 800°F (426°C)).
- 1.3 Este procedimiento se ha calificado bajo las reglas del párrafo B31.3 del Código USA para tubería en Refinería de Petróleo B31.1

2.0 Proceso

La soldadura bajo esta especificación de procedimiento se hará con el proceso de arco metálico protegido.

3.0 Material Base

Esta especificación de procedimiento se usará solamente en la soldadura de materiales de acero aleado enlistados en la tabla 1.

#### 4.0 Material de Soldadura

- 4.1 Los electrodos de soldadura usados serán Inco Weld - "A" (substituye a inconel 182). (Inconel y E-8016-B2 o E-8018-B2 también se pueden ocupar).
- 4.2 Los electrodos con recubrimiento húmedo o dañado no se usarán.
- 4.3 Todos los electrodos se comprarán en empaques sellados. Los electrodos que se saquen del empaque se -- usarán dentro de un período de 4 h. Los electrodos\_ que no se usen dentro de dicho período se almacena-- rán en estufas de almacenamiento a 120-150°C (250--- 300°F) o a cualquier otra, que sea recomendada por - el fabricante de los electrodos.

#### 5.0 Soldadura

- 5.1 Posición. Esta especificación de procedimiento cu-- bre las soldaduras que se efectúen en cualquier posi\_ sión.
- 5.2 Preparación del material base.
  - 5.2.1 Todas las caras por soldar se limpiarán y dejarán li\_ bres de polvos, rebabas, pintura, aceites o grasas; igual serán con las superficies adyacentes para una\_ distancia cuando menos de 6.0 mm (1/4 plg) a partir\_ de la ranura de soldadura.
  - 5.2.2 Las superficies cortadas con flama deberán estar ra- zonablemente lisas para eliminar todas las huellas -

de rebabas e irregularidades producidas en el corte.

- 5.2.3 Las dimensiones de los filetes de soldadura serán -- las incluidas en las especificaciones del trabajo; - si no se incluyen entonces esas dimensiones serán de acuerdo a la Fig. 1.

### 5.3 Características eléctricas

La soldadura de arco metálico se hará usando corriente continua (CD) electrodo positivo (polaridad inversa). Los valores recomendados para amps y volts se muestran en la fig. 1.

- 5.4 Gas de protección y de barrido. No se aplican

### 5.5 Técnicas

- 5.5.1 Ninguna soldadura se realizará cuando las superficies estén húmedas o con hielo.
- 5.5.2 El arco de soldadura se prenderá únicamente dentro - del área de la junta por soldar. Controlar la manipulación del electrodo para obtener una dilución mínima de la soldadura por el acero aleado del material base.
- 5.5.3 Los puntos de soldadura se soldarán en completa concordancia con esta especificación de procedimiento y si no se remueven, se inspeccionarán visualmente para detectar defectos antes de iniciar la soldadura - continua.

- 5.5.4 Las soldaduras fileteadas se harán de acuerdo con -- las dimensiones mostradas en la figura 1. Todas las roscas de las juntas roscadas, que estén expuestas, - se recubrirán después de depositar la soldadura de - sello.
- 5.5.5 Cada cordón de soldadura se limpiará de escoria, fun- dente u otros materiales extraños, antes de deposi- tar el siguiente cordón. Cada capa de soldadura es- tará libre de irregularidades en el depósito, tales - como puntos altos, depresiones, socavados y poros.
- 5.5.6 El avance de la soldadura será hacia arriba para la - soldadura vertical. Para la soldadura en posición - horizontal, el metal de soldadura se depositará en - pasos o cordones múltiples.
- 5.5.7 Cuando se suelde tubería, cada capa de soldadura se - realizará alrededor de la circunferencia entera en - la ranura de soldadura, antes de depositar el paso - subsecuente.
- 5.5.8 La soldadura no se interrumpirá hasta que por lo me- nos  $1/3$  del espesor de soldadura se completé.
- 5.5.9 El ancho del paso de soldadura en las posiciones ver- tical plana y sobrecabeza, no excederá el ancho de - 3 veces el diámetro del electrodo que se esté usando y el espesor de la capa no excederá 3.2 mm. ( $1/8$  plg) ver Fig. 1.

## 5.6

### Apariencia de la soldadura.

La soldadura estará libre de socavado y la superfi- cie final de soldadura se desvanecerá suavemente en -

las superficies adyacentes.

#### 5.7 Reparación de defectos

5.7.1 Las grietas que aparecen durante la soldadura se eliminarán mediante esmerilado o rebajado antes de que la soldadura se reinicie, se aplicará una inspección mediante tinte penetrante, para determinar que las grietas se han eliminado totalmente.

5.7.2 Después de que la soldadura se ha terminado, los defectos en excesos a los estándares de aceptación --- aplicables, detectados mediante las técnicas de inspección requeridas en las especificaciones de trabajo se eliminarán por esmerilado o rebajado y se soldarán nuevamente en concordancia con esta especificación de procedimiento.

#### 6.0 Temperaturas de precalentamiento e interpaso

6.1 Previamente a la soldadura, las juntas por soldar se calentarán uniformemente hasta las temperaturas de -- precalentamiento e interpaso de 230°C (450°F) mínimo.

6.2 La temperatura especificada para el precalentamiento e interpaso se mantendrá durante toda la operación -- de soldadura. Si la operación se interrumpe, la junta se conducirá hasta la temperatura requerida de -- precalentamiento, antes de que la soldadura se reinicie.

6.3 El ancho del área precalentada a cada lado de la soldadura será al menos de 3 veces el espesor de tubería o de placa, o bien de 51 mm (2 plg), cualquiera -- que sea el valor mayor.

6.4 El precalentamiento puede hacerse usando resistencias eléctricas o unidades de inducción, sopletes de calentamiento de gas licuado de petróleo u otros sopletes que suministran un calentamiento uniforme sobre el área entera de precalentamiento.

6.5 Las temperaturas de precalentamiento se revisan con crayones indicadores de temperatura

7.0 Postcalentamiento

No se aplica

8.0 Calificación de la ejecución del soldador

8.1 Los soldadores que usen esta especificación de procedimiento serán calificados, llenando los requerimientos de la sección IX del Código ASME.

9.0 Radiografiado

No se requiere

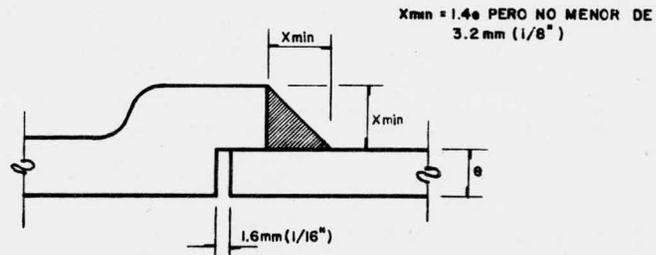
10.0 Otros requerimientos

No se requiere.

MATERIALES CROMO MOLIBDENO GRUPO P4

<u>Designación ASTM</u>	<u>Resistencia - a la tensión. Psi - Min.</u>	<u>Tipo de Material.</u>
A 155 Grado 1 Cr.	60,000	Tubería (1.00 Cr - 0.50 Mo)
Grado 1-1/4 Cr.	60,000	Tubería (1.25 Cr - 0.50 Mo)
A 182 Grado F12	70,000	Bridas de Tubería (1.00 Cr - 0.50 Mo)
Grado F11	70,000	Bridas de Tubería (1.25 Cr - 0.55 Mo)
A 199 Grado T3b	60,000	Tubos sin costura (2.00 Cr - 0.50 Mo)
Grado T11	60,000	Tubos sin costura (1.25 Cr - 0.50 Mo)
A 200 Grado T3b	60,000	Tubos (2.00 Cr - 0.50 Mo)
Grado T11	60,000	Tubos (1.25 Cr - 0.50 Mo)
A 213 Grado T3	60,000	Tubos (1.75 Cr - 0.70 Mo)
Grado T3b	60,000	Tubos (2.00 Cr - 0.55 Mo)
Grado T11	60,000	Tubos (1.25 Cr - 0.55 Mo)
Grado T12	60,000	Tubos (0.95 Cr - 0.55 Mo)
A 217 Grado WC6	70,000	Fundidos (1.25 Cr - 0.50 Mo)
A 234 Grado WP11	70,000	Accesorios (1.25 Cr - 0.50 Mo)
Grado WP12	70,000	Accesorios (1.00 Cr - 0.50 Mo)
A 335 Grado P3	60,000	Tubería (1.75 Cr - 0.70 Mo)
Grado P3b	60,000	Tubería (2.00 Cr - 0.55 Mo)
Grado P11	60,000	Tubería (1.25 Cr - 0.55 Mo)
Grado P12	60,000	Tubería (0.95 Cr - 0.55 Mo)
A 336 Grado F2	70,000	Tambores Forjados (0.95 Cr - 0.55 Mo)
A 369 Grado FP3b	60,000	Tubería (2.00 Cr - 0.55 Mo)
Grado FP12	60,000	Tubería (1.00 Cr - 0.55 Mo)
A 387 Grado B	60,000	Placa (1.00 Cr - 0.50 Mo)
Grado C	60,000	Placa (1.25 Cr - 0.50 Mo)
A 426 Grado CP11	60,000	Tuberías Fundidas (1.25 Cr - 0.50 Mo)
Grado CP12	60,000	Tuberías Fundidas (1.00 Cr - 0.50 Mo)

DETALLE PARA LAS SOLDADURAS FILETEADAS  
Y EMBUTIDAS



DIMENSIONES DE SOLDADURA FILETEADA

Diámetro del electrodo Incoweld A	Recomendado	
	Amperes	Volts
2.4 mm (3/32 plg)	40 - 65	20-22
3.2 mm (1/8 plg)	75 - 100	22-24
4.0 mm (5/32 plg)	90 - 130	24-26

**NOTA:** LA SOLDADURA SELLADA SE HARA TAL QUE LA CUERDA NO SE EXPONGA DESPUES DE LA SOLDADURA.

ESPECIFICACION P4 (AT) P8

## 1.0

Alcance

- 1.1 Este procedimiento es usado para tubería de materiales de acero inoxidable austeníticos; para tubería de aceros aleados con un contenido de cromo entre  $3/4$  y 2% pero con un contenido total de aleación que no exceda de  $2\ 3/4\%$ , usando al inicio del proceso una purga interna de argón. El alcance de espesor calificado es de 4.8 mm (3/16 plg) inclusive y hasta 25.4 mm (1 plg) en ambas condiciones de relevado de esfuerzos y soldadura. Las varillas de soldadura usadas para el paso de fondeo serán del tipo ER-309 y electrodos cubiertos tipo ENiCrFe-3 (Inconel 182) pueden ser usados para todos los pasos de relleno.
- 1.2 Este procedimiento de soldadura se usará únicamente para soldaduras que operen a una temperatura mayor de 426°C (800°F).
- 1.3 Este procedimiento ha sido calificado bajo la sección IX del Código ASME y el Código ANSI para tuberías a presión B31.1 y B31.3

## 2.0

Proceso

La soldadura bajo esta especificación de procedimiento se hará usando la combinación de los procesos arco metálico protegido y arco gas tungsteno. El paso de fondeo se hará usando el proceso de arco de tungsteno con gas inerte con la adición de varillas desnudas de relleno (insertos no consumibles). El segundo paso de soldadura y los subsecuentes se harán usando el proceso de arco metálico protegido. Una purga interna se mantendrá durante el depósito del paso de arco

de tungsteno con gas inerte y el primer paso de arco metálico protegido.

### 3.0 Material base

Esta especificación de procedimiento se usará solamente para soldadura en materiales de aceros inoxidables austeníticos mostrados en la tabla 1 y para los materiales de aceros aleados se muestran en la tabla 2.

### 4.0 Materiales de soldadura

- 4.1. El metal de relleno será conforme a la clasificación ENiCrFe-3 análisis de metal de soldadura y número de grupo F-43 para electrodos cubiertos; para los electrodos desnudos será el número de análisis del metal de soldadura A-7 y número de grupo F-6 mostrados en la sección IX del Código ASME.
- 4.2. Los electrodos cubiertos serán conforme se indica en el Código ASME Sección II parte C, SFA-5.11; para electrodos de soldadura cubiertos aleados con níquel clasificación ASTM-AWS ENiCrFe-3 (Inconel 182).
- 4.3. Los electrodos de relleno desnudos serán conforme se indica en el Código ASME Sección II parte C, SFA-5.9 para electrodos de soldadura de acero cromo y cromo níquel resistentes a la corrosión y para electrodos desnudos clasificación ASTM-AWS ER-309
- 4.4. Los electrodos que estén húmedos y con el recubrimiento dañado no serán usados.

4.5 Todos los electrodos cubiertos serán comprados en -- empaques sellados. Los electrodos que se saquen del empaque se usarán dentro de un período de 4 h. Los electrodos que no se usen dentro de dicho período se almacenarán en estufas de almacenamiento de electrodos a una temperatura de 93°C-177°C (200°F-350°F).

4.6 Los electrodos desnudos deberán estar libres de grasa, aceite u otras materias ajenas.

## 5.0 Soldadura

### 5.1 General

No deberá soldarse cuando las superficies a soldar - están húmedas y cubiertas con hielo, cuando esté lloviendo o nevando durante períodos de fuerte viento a menos que el trabajo esté adecuadamente protegido.

### 5.2 Posición

Esta especificación de procedimiento cubre las soldaduras que se efectúen en cualquier posición.

### 5.3 Preparación del material base

5.3.1 El biselado en campo para soldaduras a tope se hará por maquinado o esmerilado.

5.3.2 El método usado de preparación del metal base mantiene a la ranura de soldadura con las superficies razonablemente lisas y libres de muescas y de otras irregularidades dañinas.

- 5.3.3 El ángulo del bisel, el espaciado y otros detalles serán en concordancia con los esquemas de preparación de los extremos soldados incluidos en las especificaciones de trabajo. Si no se incluyen en las especificaciones de trabajo el ángulo del bisel, el espaciado y otros detalles serán esencialmente en concordancia con la figura 1.
- 5.3.4 Previamente al ajuste y soldado, las superficies de las juntas por soldar deberán estar limpias de grasa, aceite, escamas u otros materiales ajenos. La limpieza se hará mediante lima, esmeril o cepillo rotatorio seguido de una limpieza con trapo limpio y acetona.
- 5.3.5 Los cepillos de acero inoxidable usados pueden ser manuales y rotatorios.
- 5.3.6 El esmerilado se hará con frotamiento de alúmina con resina o con ruedas de esmerilado de carburo de silicio.

#### 5.4 Características eléctricas

- 5.4.1 La soldadura de arco de tungsteno con gas inerte se hará usando un electrodo de tungsteno toriado de 1 a 2% con corriente directa, polaridad directa (electrodo negativo).
- 5.4.2 La soldadura con arco metálico se hará usando corriente directa, polaridad directa (electrodo positivo).
- 5.4.3 Los diámetros del electrodo recomendado y los valores de amperaje y voltaje serán los mostrados en la figura 1.

## 5.5 Gas de protección y purga

- 5.5.1 El gas de protección será argón a  $0.34-0.42 \text{ m}^3/\text{h}$  --- (12-15 cfh) a través del soplete de soldadura.
- 5.5.2 Previamente a los puntos y al lado de atrás de la -- soldadura de la junta por soldar deberán ser purgados con un mínimo de  $0.98 \text{ m}^3/\text{h}$  (35 cfh) en los últimos 10 minutos.
- 5.5.3 Durante los puntos de soldadura y la soldadura en -- las primeras dos capas los lados de atrás de la junta soldada serán purgados con un mínimo de  $0.42 \text{ m}^3/\text{h}$  -- (15 cfh) de argón.
- 5.5.4 Para facilidad de la purga del lado de atrás de la - soldadura, los tapones de purga o globos se usarán - como se muestra en la figura 2.

## 5.6 Técnica

- 5.6.1 Se usarán candados, sujetadores u otros medios apropiados para alinear adecuadamente la junta por soldar.
- 5.6.2 Los puntos de soldadura se soldarán en completa concordancia con esta especificación de procedimiento y si no se remueven, se inspeccionarán visualmente para detectar defectos antes de iniciar la soldadura - continúa.
- 5.6.3 Se tendrá cuidado de no quemar al hacer el primer pa so con arco metálico protegido con electrodo de 2.4 mm (3/32 plg) de diámetro a través del soplete. Para el segundo paso de arco metálico protegido se usarán electrodos de 3.17 mm (1/8 Plg) de diámetro. Para los subsecuentes la soldadura se completará usando -- electrodos de 3.17 mm (1/8 plg) de diámetro. Para los

subsecuentes la soldadura se completará usando electrodo de 3.2 mm (1/8 plg) o 4.0 mm (5/32 plg) de diámetro.

- 5.6.4 Cada cordón de soldadura deberá limpiarse antes de depositar el siguiente cordón de soldadura. Cada capa de soldadura estará libre de irregularidades o de depósitos tales como puntos altos, depresiones, socavados y porosidad.
- 5.6.5 El avance de la soldadura será hacia arriba para soldadura vertical. Para soldadura horizontal el metal de soldadura será depositado en capas de pasos múltiples. La soldadura no deberá ser interrumpida a menos que una tercera parte del espesor de soldadura esté terminado o 13 mm (1/2 plg) cualquiera que sea el valor menor.
- 5.6.6 Cada capa de soldadura se efectuará completa alrededor de la circunferencia de la ranura antes de depositar los pasos de soldadura subsecuentes.

#### 5.7 Apariencia de la soldadura

- 5.7.1 La apariencia de los cordones de soldadura serán esencialmente como se muestra en la fig. 1.
- 5.7.2 El ancho de los cordones de soldadura en las posiciones vertical, plana y sobrecabeza no deberá exceder el ancho de 6 veces el diámetro del electrodo que se está usando y el espesor de la capa no deberá exceder de 3.2 mm (1/8 plg).
- 5.7.3 El paso de vista será ligeramente convexo y se fusionará dentro de la superficie del material base, en tal forma que el agarre en la orilla de la ranura sobre cada lado de la soldadura sea como mínimo de 1.6 mm (1/16 plg) y como máximo 3.2 mm (1/8 plg).

## 5.8 Reparación de defectos.

- 5.8.1 Las grietas que ocurren durante la soldadura serán eliminadas por esmerilado o escopleado. Antes de -- que la soldadura se reinicie, se inspeccionará con -- líquido penetrante para determinar que las grietas -- han sido totalmente eliminadas.
- 5.8.2 Después que la soldadura ha sido terminada, los de-- defectos en exceso en relación con los estándares apli cables de aceptación detectados mediante las técni-- cas de aceptación requeridas en las especificaciones de trabajo, se eliminarán mediante esmerilado o esco pleado y se resoldarán en completa concordancia con estas especificaciones de procedimiento.

## 6.0 Temperatura de precalentamiento e interpaso

- 6.1 Previo a la soldadura y al corte de flama del mate-- rial de acero aleado, el lado cromo-molibdeno de la junta soldada se calentará hasta la temperatura de -- precalentamiento e interpaso a 150°C (300°F) mínimo. Esta temperatura se mantendrá durante toda la solda-- dura y corte de flama del material de acero aleado.
- 6.2 Si la soldadura es interrumpida y la temperatura de \_ interpaso no se mantiene, la junta soldada se cubri-- rá con un material aislante y se enfriará lentamente Antes de que la soldadura se reinicie, la junta solda-- da incompleta deberá estar de acuerdo a los requ-- rimientos de temperatura de precalentamiento.
- 6.3 Cuando la soldadura ha sido terminada la junta solda da se cubrirá con material aislante y se enfriará -- lentamente desde la temperatura de interpaso.

- 6.4 El ancho del área precalentada en cada lado de la -- soldadura será al menos de tres veces el espesor del tubo o placa o 51 mm (2 plg), cualquiera que sea el -- valor mayor.
- 6.5 El precalentamiento puede hacerse usando resistencia eléctrica u otros sopletes los cuales suministren un calentamiento uniforme sobre toda el área a precalentar.
- 6.6 Las temperaturas de precalentamiento se revisarán -- con crayones indicadores de temperatura.

#### 7.0 Temperatura de postcalentamiento

Los requisitos para el postcalentamiento (relevado -- de esfuerzos) son los que señalen los estándares de -- ingeniería o las especificaciones particulares del -- trabajo.

Si se juzga necesario el postcalentamiento se efec-- tuará de acuerdo a requisitos de Código como sigue:

#### 7.1 Código ASME, sección I y Código ANSI para tube-- rías a presión B31.1.0 y B31.3

- 7.1.1 La soldadura se calentará lenta y uniformemente has-- ta la temperatura de postcalentamiento especificada, se mantendrá a esa temperatura para el tiempo señalado y se enfriará después lentamente con aislamiento hasta una temperatura que no exceda de 315°C (600°F)

Se permite enfriar la soldadura abajo de 315°C (600°F) hasta la temperatura ambiente pero en aire quieto y --

sin aislamiento.

- 7.1.2 El ancho mínimo de la banda circunferencial calentada para juntas soldadas en tuberías y cabezales será el mayor de:
- 7.1.2.1 Tres veces el ancho de la parte más ancha de refuerzo de soldadura
- 7.1.2.2 El ancho del refuerzo de soldadura más 51 mm -- ( 2 Plg).
- 7.1.3 Los ramales u otras conexiones soldadas se postcalentarán calentando una banda circunferencial alrededor del tubo o cabezal sobre los cuales el ramal o conexión esté soldada con los ramales o conexiones a la mitad de la banda calentada. El ancho de la banda será el mayor de:
- 7.1.3.1 Tres veces el espesor de pared nominal del cabezal más el diámetro de la soldadura que une el ramal u otra conexión al cabezal.
- 7.1.3.2 Dos pulgadas (51 mm) mayor que el diámetro de la soldadura que une el ramal u otra conexión al cabezal.
- 7.2 Sección VIII del Código ASME división 1.
- 7.2.1 El calentamiento de recipientes o partes de recipientes hasta la temperatura de postcalentamiento a la soldadura, será realizado en tal forma que arriba de 315°C (600°F), la rapidez del calentamiento no será mayor de 205°C (400°F) por hora divididos entre el espesor máximo del metal de la placa envolvente o de

tapa en pulgadas, pero en ningún caso será mayor de 205C (400°F) por hora.

- 7.2.2 El enfriamiento de los recipientes o partes de los recipientes a partir de la temperatura de tratamiento de postcalentamiento a la soldadura, se realizará de tal forma que arriba de 315°C (600°F) el enfriamiento será a una rapidez no mayor de 260°C (500°F) por hora divididos entre el espesor máximo del metal de la placa envolvente o de tapa en pulgadas, pero en ningún caso será mayor de 260°C (500°F) por hora. A partir de 315°C (600°F) el enfriamiento puede hacerse en aire quieto.
- 7.2.3 El ancho sobre cada lado de la línea central de las juntas circunferenciales en tubería, al ser calentadas hasta la temperatura de tratamiento de postcalentamiento a la soldadura, será al menos 3 veces el ancho más grande de la soldadura terminada. Para recipientes, el ancho de la soldadura calentada en uno u otro lado del ancho mayor de la soldadura terminada no será menor de dos veces el espesor de la envolvente.
- 7.2.4 En suma a lo anterior, el tratamiento de postcalentamiento a la soldadura de recipientes o partes de recipientes será en concordancia con los requerimientos de los párrafos UW-40 y UCS-56 de la sección VIII división 1 del Código ASME para calentadores y recipientes a presión.

### 7.3 Temperatura y tiempo de postcalentamiento

La temperatura del tratamiento de postcalentamiento a la soldadura será de 732°C+4°C (1350°F+25°F) por hora por cada 25.4 mm (1 plg) de espesor, excepto -- que el tiempo de sostenimiento mínimo sea de 2 horas.

## 7.4 Equipo

- 7.4.1 El tratamiento de postcalentamiento puede hacerse -- usando uno de los métodos siguientes o una combinación de ellos.
- 7.4.1.1 Un horno de tratamiento térmico levantado en taller o en campo
- 7.4.1.2 Calentamiento localizado usando resistencias -- eléctricas o bobinas de inducción.
- 7.4.1.3 Sopletes de gas licuado de petróleo, aceite com bustible u otras unidades que suministren un calenta miento uniforme sobre el área entera de postcalentamiento.
- 7.4.2 Bajo el Código ANSI para tuberías en Refinerías de - Petróleo B31.3 un tratamiento térmico de recosido -- usando una reacción química exotérmica puede ser sug tituido por los equipos descritos anteriormente. --- Cuando el tratamiento térmico de recosido exotérmico es usado, las instrucciones proporcionadas con materiales exotérmicos serán seguidos cuidadosamente para asegurar que la carga exotérmica y el aislamiento adecuado sean utilizados.
- 7.4.3 Las temperaturas de tratamiento de postcalentamiento a la soldadura obtenidas por el uso del equipo descrito en 7.4.1.1 y 7.4.1.2 serán revisados por el -- uso de termopares y potenciométricos registradores. Al menos dos termopares (uno de reserva) se conecta-

rán a la tubería o recipiente que está siendo tratado térmicamente. El número y localización de los -- termopares serán en forma tal que indiquen con exactitud la temperatura del área que está siendo tratada térmicamente.

- 7.4.4 La temperatura de tratamiento de postcalentamiento a la soldadura obtenidas por el uso del equipo descrito en 7.4.1.3 serán revisados por el uso de crayones indicadores de temperatura.

#### 8.0 Calificación de la ejecución del soldador

Los soldadores que sean requeridos para usar este -- procedimiento se calificarán en concordancia con la sección IX del Código ASME.

TABLA 1

ACEROS INOXIDABLES AUSTENITICOS DE ALTA ALEACION  
GRUPO P-8

<u>DESIGNACION</u> <u>ASTM</u>		<u>RESISTENCIA</u> <u>A LA TENSION</u> <u>PSI-Min.</u>	<u>TIPO DE MATERIAL</u>
A 182	Grado F 304	75,000	Bridas y accesorios (18Cr-8Ni)
	Grado F 304H	75,000	Bridas y accesorios (18Cr-8Ni)
	Grado F 304L	65,000	Bridas y accesorios (18Cr-8Ni)
	Grado F 316	75,000	Bridas y accesorios (18Cr-8Ni-Mo)
	Grado F 316H	75,000	Bridas y accesorios (18Cr-8Ni-Mo)
	Grado F 316L	65,000	Bridas y accesorios (18Cr-8Ni-Mo)
	Grado F 321	75,000	Bridas y accesorios (18Cr-8Ni-Ti)
	Grado F 321H	75,000	Bridas y accesorios (18Cr-8Ni-Ti)
	Grado F 347	75,000	Bridas y accesorios (18Cr-8Ni-Cb)
	Grado F 347H	75,000	Bridas y accesorios (18Cr-8Ni-Cb)
A 213	Grado TP 304	75,000	Tubos sin costura (18Cr-8Ni)
	Grado TP 304H	75,000	Tubos sin costura (18Cr-8Ni)
	Grado TP 304L	70,000	Tubos sin costura (18Cr-8Ni)
	Grado TP 316	75,000	Tubos sin costura (18Cr-8Ni-Mo)
	Grado TP 316H	75,000	Tubos sin costura (18Cr-8Ni-Mo)
	Grado TP 316L	70,000	Tubos sin costura (18Cr-8Ni-Mo)
	Grado TP 321	75,000	Tubos sin costura (18Cr-8Ni-Ti)
	Grado TP 321H	75,000	Tubos sin costura (18Cr-8Ni-Ti)
	Grado TP 347	75,000	Tubos sin costura (18Cr-8Ni-Cb)
	Grado TP 347H	75,000	Tubos sin costura (18Cr-8Ni-Cb)
A 249	Grado TP 304	75,000	Tubería soldada (18Cr-8Ni)
	Grado TP 304H	75,000	Tubería soldada (18Cr-8Ni)
	Grado TP 304L	70,000	Tubería soldada (18Cr-8Ni)
	Grado TP 309	75,000	Tubería soldada (25Cr-12Ni)
	Grado TP 316	75,000	Tubería soldada (18Cr-8Ni-Mo)
	Grado TP 316H	75,000	Tubería soldada (18Cr-8Ni-Mo)

Grado TP 316L 70,000  
 Grado TP 317 75,000  
 Grado TP 321 75,000  
 Grado TP 321H 75,000  
 Grado TP 347 75,000  
 Grado TP 347H 75,000

Tubería soldada (18Cr-8Ni-Mo)  
 Tubería soldada (18Cr-8Ni-Mo)  
 Tubería soldada (18Cr-8Ni-Ti)  
 Tubería soldada (18Cr-8Ni-Ti)  
 Tubería soldada (18Cr-8Ni-Cb)  
 Tubería soldada (18Cr-8Ni-Cb)

A 269

Grado TP 304  
 Grado TP 304L  
 Grado TP 316  
 Grado TP 316L  
 Grado TP 317  
 Grado TP 321  
 Grado TP 347

Tubería sin costura soldada (18Cr-8Ni)  
 Tubería sin costura soldada (18Cr-8Ni)  
 Tubería sin costura soldada (18Cr-8Ni-Mo)  
 Tubería sin costura soldada (18Cr-8Ni-Mo)  
 Tubería sin costura soldada (18Cr-8Ni-Mo)  
 Tubería sin costura soldada (18Cr-8Ni-Ti)  
 Tubería sin costura soldada (18Cr-8Ni-Cb)

A 271

Grado TP 304 75,000  
 Grado TP 304H 75,000  
 Grado TP 321 75,000  
 Grado TP 321H 75,000  
 Grado TP 347 75,000  
 Grado TP 347H 75,000

Tubos sin costura (18Cr-8Ni)  
 Tubos sin costura (18Cr-8Ni)  
 Tubos sin costura (18Cr-8Ni-Ti)  
 Tubos sin costura (18Cr-8Ni-Ti)  
 Tubos sin costura (18Cr-8Ni-Cb)  
 Tubos sin costura (18Cr-8Ni-Cb)

A 312

Grado TP 304 75,000  
 Grado TP 304H 75,000  
 Grado TP 304L 70,000  
 Grado TP 309 75,000  
 Grado TP 316 75,000  
 Grado TP 316H 75,000  
 Grado TP 316L 75,000  
 Grado TP 317 75,000  
 Grado TP 321 75,000  
 Grado TP 321H 75,000  
 Grado TP 347 75,000  
 Grado TP 347H 75,000

Tubería sin costura soldada (18Cr-8Ni)  
 Tubería sin costura soldada (18Cr-8Ni)  
 Tubería sin costura soldada (18Cr-8Ni)  
 Tubería sin costura soldada (25Cr-12Ni)  
 Tubería sin costura soldada (18Cr-8Ni-Mo)  
 Tubería sin costura soldada (18Cr-8Ni-Ti)  
 Tubería sin costura soldada (18Cr-8Ni-Ti)  
 Tubería sin costura soldada (18Cr-8Ni-Cb)  
 Tubería sin costura soldada (18Cr-8Ni-Cb)

A 336	Grado F 8	75,000	Forjados	(18Cr-8Ni)	67
	Grado F 8t	75,000	Forjados	(18Cr-8Ni-Ti)	
	Grado F 8c	75,000	Forjados	(18Cr-8Ni-Cb)	
	Grado F 8m	75,000	Forjados	(18Cr-8Ni-Mo)	
A 351	Grado CF 3	70,000	Fundidos	(19Cr-9Ni)	
	Grado CF 3M	70,000	Fundidos	(19Cr-9Ni-Mo)	
	Grado CF 8	70,000	Fundidos	(19Cr-9Ni)	
	Grado CF 8C	70,000	Fundidos	(19Cr-9Ni-Cb)	
	Grado CF 8M	70,000	Fundidos	(19Cr-9Ni-Mo)	
	Grado CH 8	65,000	Fundidos	(25Cr-12Ni) <sup>f</sup>	
	Grado CH 10	70,000	Fundidos	(25Cr-12Ni)	
	Grado CH 20	70,000	Fundidos	(25Cr-12Ni)	
A 358	Grado 304	75,000	Tubería soldada	(A240 plata)(18Cr-8Ni)	
	Grado 309	75,000	Tubería soldada	(A240 plata)(25Cr-12Ni)	
	Grado 316	75,000	Tubería soldada	(A240 plata)(18Cr-8Ni-Mo)	
	Grado 321	75,000	Tubería soldada	(A240 plata)(18Cr-8Ni-Ti)	
	Grado 347	75,000	Tubería soldada	(A240 plata)(18Cr-8Ni-Cb)	
A 376	Grado TP 304	75,000	Tubería sin costura	(18Cr-8Ni)	
	Grado TP 304H	75,000	Tubería sin costura	(18Cr-8Ni)	
	Grado TP 316	75,000	Tubería sin costura	(18Cr-8Ni-Mo)	
	Grado TP 316H	75,000	Tubería sin costura	(18Cr-8Ni-Mo)	
	Grado TP 321	75,000	Tubería sin costura	(18Cr-8Ni-Ti)	
	Grado TP 321H	75,000	Tubería sin costura	(18Cr-8Ni-Ti)	
	Grado TP 347	75,000	Tubería sin costura	(18Cr-8Ni-Cb)	
	Grado TP 347H	75,000	Tubería sin costura	(18Cr-8Ni-Cb)	
A 403	Grado WP 304	-----	Accesorios soldados	(18Cr-8Ni)	
	Grado WP 304H	-----	Accesorios soldados	(18Cr-8Ni)	
	Grado WP 304L	-----	Accesorios soldados	(18Cr-8Ni)	
	Grado WP 309	-----	Accesorios soldados	(18Cr-8Ni)	
	Grado WP 310	-----	Accesorios soldados	(25Cr-20Ni)	

A 403	Grado WP 316	-----	Accesorios soldados	(18Cr-8Ni-Mo)
	Grado WP 316H	-----	Accesorios soldados	(18Cr-8Ni-Mo)
	Grado WP 316L	-----	Accesorios soldados	(18Cr-8Ni-Mo)
	Grado WP 317	-----	Accesorios soldados	(18Cr-8Ni-Mo)
	Grado WP 321	-----	Accesorios soldados	(18Cr-8Ni-Ti)
	Grado WP 321H	-----	Accesorios soldados	(18Cr-8Ni-Ti)
	Grado WP 347	-----	Accesorios soldados	(18Cr-8Ni-Cb)
	Grado WP 347H	-----	Accesorios soldados	(18Cr-8Ni-Cb)
A430	Grado FP 304	70,000	Tubería forjada y barras	(18Cr-8Ni)
	Grado FP 304H	70,000	Tubería forjada y barras	(18Cr-8Ni)
	Grado FP 316	70,000	Tubería forjada y barras	(18Cr-8Ni-Mo)
	Grado FP 316H	70,000	Tubería forjada y barras	(18Cr-8Ni-Mo)
	Grado FP 321	70,000	Tubería forjada y barras	(18Cr-8Ni-Ti)
	Grado FP 321H	70,000	Tubería forjada y barras	(18Cr-8Ni-Ti)
	Grado FP 347	70,000	Tubería forjada y barras	(18Cr-8Ni-Cb)
Grado FP 347H	70,000	Tubería forjada y barras	(18Cr-8Ni-Cb)	
A 451	Grado CPH8	70,000	Tubería fundida centrifugamente	(18Cr-8Ni)
	Grado CPF8C	-----	Tubería fundida centrifugamente	(18Cr-8Ni-Cb)
	Grado CPF8C (Ta max)	70,000	Tubería fundida centrifugamente	(18Cr-8Ni-Cb)
	Grado CPF8M	70,000	Tubería fundida centrifugamente	(18Cr-8Ni-Mo)
	Grado CPH8	65,000	Tubería fundida centrifugamente	(25Cr-12Ni)
	Grado CPH10	-----	Tubería fundida centrifugamente	(25Cr-12Ni)
Grado CPH20	-----	Tubería fundida centrifugamente	(25Cr-12Ni)	
A 452	Grado TP 304H	75,000	Tubería fundida centrifugamente	(18Cr-8Ni)
	Grado TP 316H	75,000	Tubería fundida centrifugamente	(18Cr-8Ni-Mo)
	Grado TP 347H	75,000	Tubería fundida centrifugamente	(18Cr-8Ni-Cb)

TABLA 2

MATERIALES CROMO-MOLIBDENO

## GRUPO P-4

<u>DESIGNACION ASTM</u>		<u>RESISTENCIA A LA TENSION Psi-Min.</u>	<u>TIPO DE MATERIAL</u>
A 155	Grado 1Cr	60,000	Tubería (1.00Cr-0.50Mo)
	Grado 1-1/4Cr	60,000	Tubería (1.25Cr-0.50Mo)
A 182	Grado F12	70,000	Bridas de tubería (1.00Cr-0.50Mo)
	Grado F11	70,000	Bridas de tubería (1.25Cr-0.55Mo)
A 199	Grado T3b	60,000	Tubos sin costura (2.00Cr-0.50Mo)
	Grado T11	60,000	Tubos sin costura (1.25Cr-0.50Mo)
A 200	Grado T3b	60,000	Tubos (2.00Cr-0.50Mo)
	Grado T11	60,000	Tubos (1.25Cr-0.50Mo)
A 213	Grado T3	60,000	Tubos (1.75Cr-0.70Mo)
	Grado T3b	60,000	Tubos (2.00Cr-0.55Mo)
	Grado T11	60,000	Tubos (1.25Cr-0.55Mo)
	Grado T12	60,000	Tubos (0.95Cr-0.55Mo)
A 217	Grado WC6	70,000	Fundidos (1.25Cr-0.50Mo)
A 234	Grado WP11	70,000	Accesorios (1.25Cr-0.50Mo)
	Grado WP12	70,000	Accesorios (1.00Cr-0.50Mo)
A 335	Grado P3	60,000	Tubería (1.75Cr-0.70Mo)
	Grado P3b	60,000	Tubería (2.00Cr-0.55Mo)
	Grado P11	60,000	Tubería (1.25Cr-0.55Mo)
	Grado P12	60,000	Tubería (0.95Cr-0.55Mo)
A 336	Grado F2	70,000	Tambores forjados (0.95Cr-0.55Mo)
A 369	Grado FP3b	60,000	Tubería (2.00Cr-0.55Mo)
	Grado FP12	60,000	Tubería (1.00Cr-0.55Mo)
A 387	Grado B	60,000	Placa (1.00Cr-0.50Mo)
	Grado C	60,000	Placa (1.25Cr-0.50Mo)

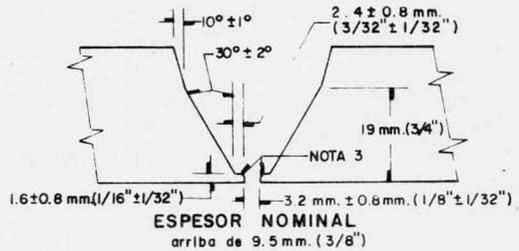
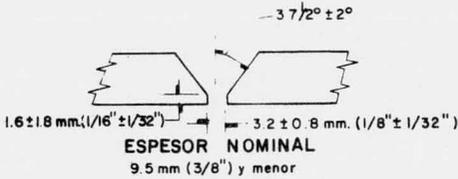
MATERIALES CROMO-MOLIBDENO

GRUPO P-4

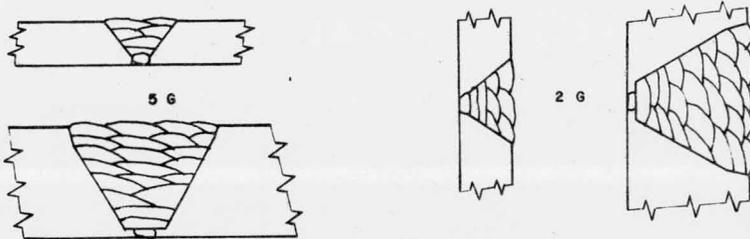
<u>DESIGNACION ASTM</u>	<u>RESISTENCIA A LA TENSION PSI-Min.</u>	<u>TIPO DE MATERIAL</u>
A 426 Grado CP11	60,000	Tubería fundida (1.25Cr-0.50Mo)
Grado CP12	60,000	Tubería fundida (1.00Cr-0.50Mo)

## DETALLES DEL BISEL DE SOLDADURA

71

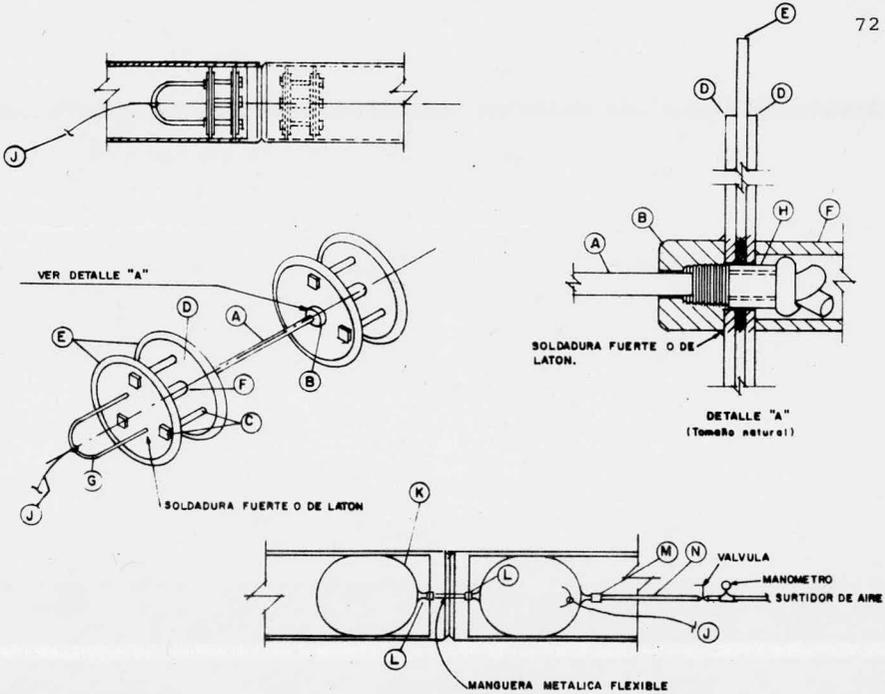


## DETALLES DE LAS CAPAS DE SOLDADURA



Proceso	Diametro de Tungsteno	Diam. de metal de varilla	Amps.	Volts. (Nota 4)	Número de capa
Arco gas Tungsteno	2.4 mm (3/32")	2.4 mm. (3/32")	60 - 110	10 - 15	Paso de raíz
	3.2 mm. (1/8")	3.2 mm. (1/8")	70 - 120	10 - 15	
Arco metalico		2.4 mm. (3/32")	60 - 100	22 - 25	Primera capa de arco metalico protegido
		3.2 mm. (1/8")	80 - 130	23 - 27	Segunda y tercera capa
Protegido		3.2 mm. (1/8")	80 - 130	23 - 26	Capas subsiguientes
		4.0 mm. (5/32")	100 - 170	24 - 27	

- NOTAS:**
- 1.- El primer paso se hará por el proceso de arco tungsteno con gas inerte. El segundo y pasos sucesivos pueden ser hechos por proceso de arco metalico protegido.
  - 2.- Los detalles de capas de soldadura son ilustrativos y varían con los cambios de espesores de pared y diámetros de electrodo usado.
  - 3.- Las esquinas superiores del area extendida pueden ser quitadas con lima hasta la mitad del espesor de la superficie antes de ensamblar.
  - 4.- Estos valores son nominales y varían con la longitud efectiva del arco.



LISTA DE MATERIALES		
PARRAFO	REQ	DESCRIPCION
A	1	1/4" Manga flexible metalica 18" largo.
B	2	1/4" Cubierta de tubería de acero.
C	6	1/4" x 2 1/2" Longitud de tuercas de acero de altas temp.
D	8	Disco de hoja de metal - 10 ga. o 12 ga.
E	4	1/8" Material de goma para aro de empaquetar.
F	2	3/4" Acoplamiento de tubería.
G	1	3/16" Ø Vara curvada de acero.
H	2	1/4" Tubería Std. con terminal de acero.
J	-	3/16 Cable de astirar
K	2	Sacos dobles de goma con cubierta de lana
L	2	Acoplamiento de manga metalica.
M	1	Acoplamiento para manga de goma.
N	-	Manga de goma.

## NOTAS.

- EL DISCO DE GOMA (E) ES 1/8" DE GRANDE EN DIAMETRO QUE D.I. DE TUBERIA.
- EL DISCO METALICO (D) ES 2" MAS PEQUEÑO EN DIAMETRO QUE D.E. DEL DISCO DE GOMA E.
- INFLAR EL SACO CON BOMBA ORDINARIA DE MANO
- EL SACO DE GOMA DEBE SER METIDO EN LA LONA DE TAL MANERA QUE ESTE PROTEGIDO DEL DESGASTE DEL ABRASIVO
- EL SACO DOBLE TIENE ESPACIO O SEA QUE NO ESTA APRETADO

OBTURADOR DE PURGA PARA SOLDADURA DE ARCO CON GAS HELIO.

ESPECIFICACION P8 PARA P8-304; P8-304L; P8-316;  
P8-316L

1.0 Generalidades

1.1 Esta especificación es para cubrir el procedimiento de soldadura en el campo de tubería de aceros inoxidables austeníticos usando el método de tope abierto con una purga interna de argón y también para soldaduras fileteadas y embutidas sin purga interna de argón. El alcance de espesor calificado es desde 4.8 mm (3/16 plg) hasta 100 mm (4 plg) para soldaduras a tope y desde 4.8 mm (3/16 plg) hasta 100 mm (4 plg) para soldaduras embutidas y fileteadas.

1.2 Este procedimiento ha sido calificado bajo la sección IX del Código ASME y por el Código estándar USA para tubería de presión B 31.1 y B 31.3

2.0 Proceso

La soldadura bajo esta especificación de procedimiento se hará con la combinación de los procesos de arco de tungsteno con gas inerte (TIG) y de arco metálico protegido. Los dos primeros pasos de soldadura se harán usando el proceso de arco de tungsteno con gas inerte (TIG) con la adición de alambre desnudo (insertos no consumibles). El tercero y subsecuentes pasos de soldadura se hacen usando el proceso de arco metálico protegido. Se mantendrá un barrido interno durante el depósito de los dos pasos del proceso arco de tungsteno con gas inerte (TIG) y del primer paso de arco metálico protegido.

3.0 Material Base

Esta especificación de procedimiento se usará en la soldadura de materiales de aceros inoxidables auste-

níticos mostrados en la tabla 1

4.0 Material de soldadura.

- 4.1 El metal de relleno será conforme al número de análisis de metal de soldadura A-8 y el número de grupo - F-5 para electrodos cubiertos y a F-6 para el alambre desnudo como se muestra en la sección IX del Código ASME.
- 4.2 Los electrodos cubiertos serán conforme a ASTM-A-298 "Electrodos cubiertos para soldadura de acero, Resistentes a la Corrosión, de Cromo y Cromo Miguel", y serán de la clasificación que se muestra a continuación:

<u>Tipo de Material Base</u>	<u>Otro tipo de M. Base</u>	<u>Clasificación de Electrodos ASTM-ASME</u>
Grados Forjados	Grados Fundidos	<u>(SFA-5.4 de Sección II Parte C ASME)</u> .
302, 304, 304H, 305*, 308	F8, CF8, CPF8	E308
304L	CF3	E308L
316*, 316H*	F8M, CF8M, CPF8M	E316
316L*	CF3M	E316L
317*		E317
317L*		E317 (0.04C Máx).
321, 312H	F87	E347
347, 347H	F8C, CPF8C	E347

309-----CH10, CH20, CPH10, CPH20-----E-309

309S-----CH8, CPH8-----E-309 (0.08C Máx.)

NOTA: El asterisco indica que el material se pone en su forma original por si existe todavía alguna existencia pero:

El 305 está descontinuado y está reemplazado - por A615, A616 y A617.

El 316 está descontinuado y es utilizado por la AWS

El 317 está reemplazado por E381

- 4.3 Los alambres desnudos serán conforme a ASTM A-371 -- "Electrodos desnudos y varillas para soldadura, resistentes a la corrosión de acero al Cromo y Cromo - Niquel", y serán de la clasificación que se muestra a continuación.

<u>Tipo de Material Base</u>	<u>Otro tipo de M. Base</u>	<u>Clasificación de Electrodo.</u>
Grados forjados	Grados Fundidos	ASTM-ASME (SFA-5.9)
302, 304, 304H, 305*, 308	F8, CF8, CPF8	ER308
304L	CF3	ER308L
316*, 316H*	F8M, CF8M, CPF8M	ER316
316L*	CF3M	ER316L
317*	----	ER317
317L*	----	ER317 (0.04C Máx.)
321, 321H	F87	ER347, ER321
347, 347H,	F8C, CPF8C	ER347
309	CH10, CH20, CPF10, CPH20	ER309
309S	CH8, CPH8	ER309 (0.08C Máx.)

4.4 No se usarán los electrodos que estén húmedos o que tengan el cubrimiento dañado.

4.5 Todos los electrodos cubiertos se comprarán en empaques sellados.

Los electrodos cubiertos, que se saquen de los empaques se almacenarán en estufas de almacenamiento a 120-150°C (250-300°F) por una hora antes de ser usados. Los electrodos que no se usen dentro de un período de 4 Hrs., se almacenarán en la estufa de almacenamiento de electrodos a 120-150°C (250-300°F) o a cualquier otra que sea recomendada por el fabricante de los electrodos. Los electrodos recibidos en empaques dañados no se usarán a menos de que se reciban recomendaciones del fabricante.

4.6 Los electrodos no cubiertos estarán libres de grasa, aceite o cualquier otro material extraño.

## 5.0 Soldadura

### 5.1 Generalidades.

No se realizará ninguna soldadura cuando las superficies a soldar estén húmedas o cubiertas con hielo. -- Tampoco se realizarán cuando esté lloviendo o nevando o bien durante períodos de fuertes vientos, a menos de que el trabajo esté protegido adecuadamente.

### 5.2 Posición.

Esta especificación de procedimiento cubre cualquier posición en que se realice la soldadura.

### 5.3 Preparación del material base.

- 5.3.1 El biselado en campo para soldaduras a tope se hará por maquinado o por esmerilado.
- 5.3.2 El método de preparación del metal base usado dejará a la ranura de soldadura con la superficie razonablemente lisa y libre de cualquier muesca u otras irregularidades dañinas.
- 5.3.3 El ángulo del bisel, espaciado y otros detalles estarán en concordancia con los esquemas de preparación de extremos por soldar, incluidos en las especificaciones de trabajo. Si no se incluyen en las especificaciones, el ángulo del bisel, espaciado y demás detalles estarán esencialmente en concordancia con los esquemas de la figura 1.
- El ajuste y soldado de las soldaduras embutidas y fileteadas será en concordancia con el esquema de la figura 2.
- 5.3.4 Previamente al ajuste y soldado, las superficies de las juntas por soldar se limpiarán de grasa, aceite, rebaba y otros materiales extraños para abrillantar; el material se limpia por limado, cepillado eléctrico o esmerilado eléctrico, seguido de un limpiado con trapo limpio y acetona.
- 5.3.5 No se usarán los cepillos de acero inoxidable, que anteriormente se hayan utilizado en materiales diferentes a los aceros inoxidables. Se usará el cepillo manual y el eléctrico.
- 5.3.6 El esmerilado se hará con disco de esmerilado de carburo de silicio o alúmina pegada con hule o resina. No

se realizará el esmerilado con discos de esmerilado contaminados por haber sido usados anteriormente en esmerilar materiales diferentes a los aceros inoxidables.

- 5.3.7 Las juntas soldadas se inspeccionarán para determinar la presencia de humedad.

Si hay humedad presente, la junta se secará con el uso de acetona o calentando con un soplete para eliminar la humedad.

#### 5.4 Cara Características eléctricas.

- 5.4.1 La soldadura de arco de tungsteno con gas inerte (TIG) se hará usando electrodos con 1 o 2% tungsteno toriado con corriente continua (CD) y con polaridad directa (electrodo negativo).
- 5.4.2 La soldadura de arco metálico se hará usando corriente continua (CD) y polaridad inversa (electrodo positivo).
- 5.4.3 El tamaño de los electrodos recomendados y los valores recomendados de amperes y volts. se muestran en la figura 1.

#### 5.5 Gas protector y de barrido.

- 5.5.1 El gas protector será argón a  $0.34-0.425\text{m}^3/\text{h}$  (12-15-cfh) a través de todo el soplete de soldadura.
- 5.5.2 El lado de atrás de la junta soldada se barrerá con un mínimo de  $0.99\text{m}^3/\text{h}$  (35-cfh) por lo menos 10 min.-



antes de puntear y soldar.

5.5.3 Durante la soldadura de los puntos y la soldadura de las 3 primeras capas, el lado de atrás de la unión - soldada se barrerá con un mínimo de  $0.425 \text{ m}^3/\text{h}$  (15--cfh) de argón.

5.5.4 Para facilitar el barrido del lado de atrás de la -- soldadura se usarán tapones o balones de barrido como se muestra en la figura 3.

## 5.6 Técnica

5.6.1 Abrazaderas soldadas, punto de soldadura, u otros me di os ap ro p ia d o s se utilizarán para alinear apropiadamente la junta por soldar. Los anexos soldados, usados para fijar, serán de acero inoxidable y se sold ar án al material base con electrodos E-308. Los anexos se eliminarán por esmerilado de los puntos de -- soldadura. El área será entonces inspeccionada por - líquido penetrante.

5.6.2 Los puntos de soldadura se soldarán en completa com pl ac encia con esta especificación de procedimiento y si no se remueven, se inspeccionarán visualmente para detectar defectos antes de iniciar la soldadura - cont ín ua.

5.6.3 Deberá ejercerse cuidando en hacer las primeras ca rr as con arco metálico protegido usando electrodos de 2.3 8mm (3/32 plg) de diámetro para evitar que se en ci endan. El segundo paso con arco metálico protegido se hará usando electrodos de 3.175 mm (1/8plg) de diámetro.

La soldadura subsecuente puede terminarse con electro dos de 3.175 mm (1/8 plg) o de 3.968 mm (5/32 plg) de diámetro.

- 5.6.4 Cada cordón de soldadura se limpiará antes de depositar el siguiente cordón. Cada capa de soldadura estará libre de irregularidades o depósitos tales como puntos altos, depresiones, socavado y porosidad.
- 5.6.5 El avance de la soldadura en la posición vertical (en el eje horizontal de la tubería) será hacia arriba. Para la posición horizontal (eje vertical de la tubería) la soldadura se depositará en cordones por pasos múltiples. La soldadura no se interrumpirá hasta que al menos  $1/3$  del espesor de soldadura esté -- terminado o bien 1.27 cm (1/2 plg) de soldadura, el que sea el valor menor.
- 5.6.6 Cada capa de soldadura se depositará en la ranura -- completamente alrededor de la circunferencia antes de depositar el paso siguiente.
- 5.7 Apariencia de la soldadura
- 5.7.1 La apariencia de los cordones de soldadura será esencialmente como se muestra en la figura 1 y 2.
- 5.7.2 El ancho del cordón de soldadura en las posiciones -- verticales, plana y sobrecabeza no excederá el ancho de 4 veces el diámetro de los electrodos que se han -- usado y el espesor de la capa no deberá de exceder -- de 3.175 mm (1/8 plg).
- 5.7.3 El paso de vista será ligeramente convexo y se fusionará en la superficie del material base de tal forma que se una en la orilla de la ranura sobre cada lado de la soldadura como mínimo 1.578 mm (1/16 plg) y como máximo 3.175 mm (1/8 Plg),

## 5.8 Reparación de los defectos.

5.8.1 Los agrietamientos que ocurren durante la soldadura se eliminarán por esmerilado o por cepillado. Antes de que la soldadura se reinicie, se realizará una -- inspección por líquido penetrante para determinar si las grietas se han eliminado totalmente.

5.8.2 Una vez que la soldadura se ha terminado, los defectos en exceso a lo especificado por los estándares -- de aceptación aplicados, que sean detectados mediante las técnicas de inspección requeridas en las especificaciones de trabajo, se eliminarán por esmerilado o rebajado y se resoldarán en completo seguimiento a estas especificaciones de procedimiento.

## 6.0 Temperatura de precalentamiento e interpaso.

6.1 La temperatura máxima de interpaso no excederá de -- 176.6°C (350°F).

6.2 Las temperaturas de interpaso se revisarán con crayones indicadores de temperatura. El crayón no se debe usar sobre superficies en las cuales se harán --- otros depósitos de soldadura.

## 7.0 Postcalentamiento.

Para este procedimiento no se requiere aplicar el -- postcalentamiento.

## 8.0 Calificación de la ejecución del soldador.

Los soldadores que sean requeridos para este procedimiento se calificarán en concordancia con la Sección IX del Código ASME.

9.0            Radiografiado

Para soldaduras a tope se radiografía al 100%

10.0           Otros requerimientos

10.1          Para todas las soldaduras fileteadas y embutidas se requiere una examinación por tinte penetrante.

10.2          El análisis químico y el examen de dureza no se requieren para este procedimiento.

TABLA 1

ACEROS INOXIDABLES AUSTENITICOS DE ALTA ALRACION  
GRUPO P-8

<u>ESPECIFICACION DE MATERIAL.-</u> <u>ASTM</u>	<u>RESISTENCIA A LA TENSION</u> <u>Psi - Min</u>	<u>TIPO DE MATERIAL</u>
A 182	Grado F 304 75,000 Grado F 304H 75,000 Grado F 304L 65,000 Grado F 316 75,000 Grado F 316H 75,000 Grado F 316L 65,000 Grado F 321 75,000 Grado F 321H 75,000 Grado F 347 75,000 Grado F 347H 75,000	Bridas y accesorios (18Cr-8Ni) Bridas y accesorios (18Cr-8Ni) Bridas y accesorios (18Cr-8Ni) Bridas y accesorios (18Cr-8Ni-Mo) Bridas y accesorios (18Cr-8Ni-Mo) Bridas y accesorios (18Cr-8Ni-Mo) Bridas y accesorios (18Cr-8Ni-Ti) Bridas y accesorios (18Cr-8Ni-Ti) Bridas y accesorios (18Cr-8Ni-Cb) Bridas y accesorios (18Cr-8Ni-Cb)
A 213	Grado TP 304 75,000 Grado TP 304H 75,000 Grado TP 304L 70,000 Grado TP 316 75,000 Grado TP 316H 75,000 Grado TP 316L 70,000 Grado TP 321 75,000 Grado TP 321H 75,000 Grado TP 347 75,000 Grado TP 347H 75,000	Tubos sin costura (18Cr-8Ni) Tubos sin costura (18Cr-8Ni) Tubos sin costura (18Cr-8Ni) Tubos sin costura (18Cr-8Ni-Mo) Tubos sin costura (18Cr-8Ni-Mo) Tubos sin costura (18Cr-8Ni-Mo) Tubos sin costura (18Cr-8Ni-Ti) Tubos sin costura (18Cr-8Ni-Ti) Tubos sin costura (18Cr-8Ni-Cb) Tubos sin costura (18Cr-8Ni-Cb)
A 249	Grado TP 304 75,000 Grado TP 304H 75,000 Grado TP 304L 70,000 Grado TP 309 75,000 Grado TP 316 75,000 Grado TP 316H 75,000 Grado TP 316L 70,000 Grado TP 317 75,000 Grado TP 321 75,000 Grado TP 321H 75,000 Grado TP 347 75,000 Grado TP 347H 75,000 Grado TP 304 75,000 Grado TP 304H 75,000	Tubería soldada (18Cr-8Ni) Tubería soldada (18Cr-8Ni) Tubería soldada (18Cr-8Ni) Tubería soldada (25Cr-12Ni) Tubería soldada (18Cr-8Ni-Mo) Tubería soldada (18Cr-8Ni-Mo) Tubería soldada (18Cr-8Ni-Mo) Tubería soldada (18Cr-8Ni-Mo) Tubería soldada (18Cr-8Ni-Ti) Tubería soldada (18Cr-8Ni-Ti) Tubería soldada (18Cr-8Ni-Cb) Tubería soldada (18Cr-8Ni-Cb) Tubería soldada (18Cr-8Ni) Tubería soldada (18Cr-8Ni)

ACEROS INOXIDABLES AUSTENITICOS DE ALTA ALEACION  
GRUPO P-8

<u>ESPECIFICACION DE MATERIAL.-</u>		<u>RESISTENCIA A LA TENSION</u>		<u>TIPO DE MATERIAL</u>	
<u>ASTM</u>		<u>Psi - Min</u>			
A	249	Grado TP 304L	70,000	Tubería soldada	(18Cr-8Ni)
		Grado TP 309	75,000	Tubería soldada	(25Cr-12Ni)
		Grado TP 316	75,000	Tubería soldada	(18Cr-8Ni-Mo)
		Grado TP 316H	75,000	Tubería soldada	(18Cr-8Ni-Mo)
		Grado TP 316L	70,000	Tubería soldada	(18Cr-8Ni-Mo)
		Grado TP 317	75,000	Tubería soldada	(18Cr-8Ni-Mo)
		Grado TP 321	75,000	Tubería soldada	(18Cr-8Ni-Ti)
		Grado TP 321H	75,000	Tubería soldada	(18Cr-8Ni-Ti)
		Grado TP 347	75,000	Tubería soldada	(18Cr-8Ni-Cb)
		Grado TP 347H	75,000	Tubería soldada	(18Cr-8Ni-Cb)
A	269	Grado TP 304	-----	Tubería sin costura	(18Cr-8Ni)
		Grado TP 304L	-----	soldada	
		Grado TP 316	-----	Tubería sin costura	(18Cr-8Ni)
		Grado TP 316L	-----	soldada	
		Grado TP 317	-----	Tubería sin costura	(18Cr-8Ni-Mo)
		Grado TP 317	-----	soldada	
		Grado TP 321	-----	Tubería sin costura	(18Cr-8Ni-Mo)
		Grado TP 321	-----	soldada	
Grado TP 347	-----	Tubería sin costura	(18Cr-8Ni-Ti)		
Grado TP 347	-----	soldada			
A	271	Grado TP 304	75,000	Tubos sin costura	(18Cr-8Ni)
		Grado TP 304H	75,000	Tubos sin costura	(18Cr-8Ni)
		Grado TP 321	75,000	Tubos sin costura	(18Cr-8Ni-Ti)
		Grado TP 321H	75,000	Tubos sin costura	(18Cr-8Ni-Ti)
		Grado TP 347	75,000	Tubos sin costura	(18Cr-8Ni-Cb)
		Grado TP 347H	75,000	Tubos sin costura	(18Cr-8Ni-Cb)
		Grado TP 347H	75,000	Tubos sin costura	(18Cr-8Ni-Cb)
A	312	Grado TP 304	75,000	Tubería sin costura	(18Cr-8Ni)
		Grado TP 304H	75,000	soldada	
		Grado TP 304H	75,000	Tubería sin costura	(18Cr-8Ni)
				soldada	

TABLA 1

ACEROS INOXIDABLES AUSTENITICOS DE ALTA ALEACION  
GRUPO P-8

<u>ESPECIFICACION DE MATERIAL.-</u>		<u>RESISTENCIA A LA TENSION</u>		<u>TIPO DE MATERIAL</u>	
<u>ASTM</u>		<u>Psi - Min</u>			
A	312	Grado TP 304L	70,000	Tubería sin costura soldada	(18Cr-8Ni)
		Grado TP 309	75,000	Tubería sin costura soldada	(25Cr-12Ni)
		Grado TP 316	75,000	Tubería sin costura soldada	(18Cr-8Ni-Mo)
		Grado TP 316H	75,000	Tubería sin costura soldada	(18Cr-8Ni-Mo)
		Grado TP 316L	75,000	Tubería sin costura soldada	(18Cr-8Ni-Mo)
		Grado TP 317	75,000	Tubería sin costura soldada	(18Cr-8Ni-Mo)
		Grado TP 321	75,000	Tubería sin costura soldada	(18Cr-8Ni-Ti)
		Grado TP 321H	75,000	Tubería sin costura soldada	(18Cr-8Ni-Ti)
		Grado TP 347	75,000	Tubería sin costura soldada	(18Cr-8Ni-Cb)
		Grado TP 347H	75,000	Tubería sin costura soldada	(18Cr-8Ni-Cb)
A	336	Grado F 8	75,000	Forjados	(18Cr-8Ni)
		Grado F 8t	75,000	Forjados	(18Cr-8Ni-Ti)
		Grado F 8c	75,000	Forjados	(18Cr-8Ni-Cb)
		Grado F 8m	75,000	Forjados	(18Cr-8Ni-Mo)
A	351	Grado CF 3	70,000	Fundidos	(19Cr-9Ni)
		Grado CF 3M	70,000	Fundidos	(19Cr-9Ni-Mo)
		Grado CF 8	70,000	Fundidos	(19Cr-9Ni)
		Grado CF 8C	70,000	Fundidos	(19Cr-9Ni-Cb)
		Grado CF 8M	70,000	Fundidos	(19Cr-9Ni-Cb)
		Grado CH 8	65,000	Fundidos	(25Cr-12Ni)
		Grado CH 10	70,000	Fundidos	(25Cr-12Ni)
Grado CH 20	70,000	Fundidos	(25Cr-12Ni)		
A	358	Grado 304	75,000	Tubería soldada (A 240 placa)	(18Cr-8Ni)

TABLA 1

ACEROS INOXIDABLES AUSTENITICOS DE ALTA ALEACION  
GRUPO P-8

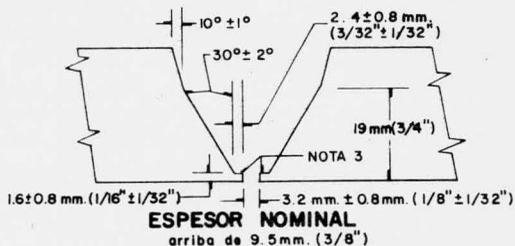
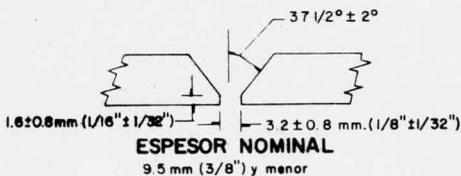
<u>ESPECIFICACION DE MATERIAL.-</u> <u>ASTM</u>		<u>RESISTENCIA A LA TENSION</u> <u>Psi - Min</u>		<u>TIPO DE MATERIAL</u>			
A	358	Grado 309	75,000	Tubería soldada (A 240 placa)	(25Cr-12Ni)		
		Grado 316	75,000	Tubería soldada (A 240 placa)	(18Cr-8Ni-Mo)		
		Grado 321	75,000	Tubería soldada (A 240 placa)	(18Cr-8Ni-Ti)		
		Grado 347	75,000	Tubería soldada (A 240 placa)	(18Cr-8Ni-Cb)		
A	376	Grado TP 304	75,000	Tubería sin costura	(18Cr-8Ni)		
		Grado TP 304H	75,000	Tubería sin costura	(18Cr-8Ni)		
		Grado TP 316	75,000	Tubería sin costura	(18Cr-8Ni-Mo)		
		Grado TP 316H	75,000	Tubería sin costura	(18Cr-8Ni-Mo)		
		Grado 321	75,000	Tubería sin costura	(18Cr-8Ni-Ti)		
		Grado TP 321H	75,000	Tubería sin costura	(18Cr-8Ni-Ti)		
		Grado TP 347	75,000	Tubería sin costura	(18Cr-8Ni-Cb)		
		Grado TP 347H	75,000	Tubería sin costura	(18Cr-8Ni-Cb)		
A	304	Grado WP 304	75,000	Accesorios soldados	(18Cr-8Ni)		
		Grado WP 304H	75,000	Accesorios soldados	(18Cr-8Ni)		
		Grado WP 304L	70,000	Accesorios soldados	(18Cr-8Ni)		
		Grado WP 309	75,000	Accesorios soldados	(25Cr-12Ni)		
		Grado WP 316	75,000	Accesorios soldados	(18Cr-8Ni-Mo)		
		Grado WP 316H	75,000	Accesorios soldados	(18Cr-8Ni-Mo)		
		Grado WP 316L	70,000	Accesorios soldados	(18Cr-8Ni-Mo)		
		Grado WP 317	75,000	Accesorios soldados	(18Cr-8Ni-Mo)		
		Grado WP 321	75,000	Accesorios soldados	(18Cr-8Ni-Ti)		
		Grado WP 321H	75,000	Accesorios soldados	(18Cr-8Ni-Ti)		
		Grado WP 347	75,000	Accesorios soldados	(18Cr-8Ni-Cb)		
		Grado WP 347H	75,000	Accesorios soldados	(18Cr-8Ni-Cb)		
		A	430	Grado FP 304	70,000	Tubería forjada y barras	(18Cr-8Ni)
				Grado FP 304H	70,000	Tubería forjada y barras	(18Cr-8Ni)
Grado FP 316	70,000			Tubería forjada y barras	(18Cr-8Ni)		
Grado FP 316H	70,000			Tubería forjada y barras	(18Cr-8Ni)		

TABLA 1

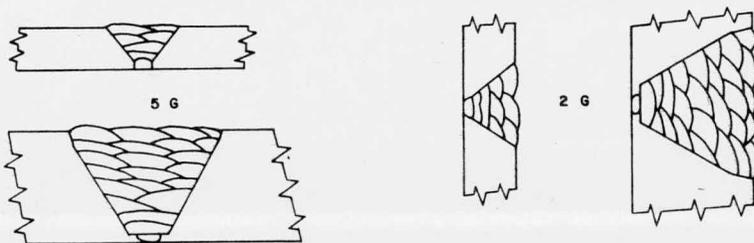
ACEROS INOXIDABLES AUSTENITICOS DE ALTA ALEACION

GRUPO P-8

<u>ESPECIFICACION DE MATERIAL - ASTM</u>		<u>RESISTENCIA A LA TENSION</u> <u>Psi - Min</u>	<u>TIPO DE MATERIAL</u>
A	430 Grado FP 321	70,000	Tubería forjada y (18Cr-8Ni-Ti) barras
	Grado FP 321H	70,000	Tubería forjada y (18Cr-8Ni-Ti) barras
	Grado FP 347	70,000	Tubería forjada y (18Cr-8Ni-Cb) barras
	Grado FP 347H	70,000	Tubería forjada y (18Cr-8Ni-Cb) barras
A	451 Grado CPF 8	70,000	Tubería fundida - (18Cr-8Ni) centrifugamente
	Grado CPF 8C	-----	Tubería fundida - (18Cr-8Ni-Cb) centrifugamente
	Grado CPF 8C (Ta max)	70,000	Tubería fundida - (18Cr-8Ni-Cb) centrifugamente
	Grado CPF 8M	70,000	Tubería fundida - (18Cr-8Ni-Mo) centrifugamente
	Grado CPF 8	65,000	Tubería fundida - (25Cr-12Ni) centrifugamente
	Grado CPH 10	-----	Tubería fundida - (25Cr-12Ni) centrifugamente
	Grado CPH 20	-----	Tubería fundida - (25Cr-12Ni) centrifugamente
A	452 Grado TP 304H	75,000	Tubería fundida - (18Cr-8Ni) centrifugamente
	Grado TP 316H	75,000	Tubería fundida - (18Cr-8Ni-Mo) centrifugamente
	Grado TP 347H	75,000	Tubería fundida - (18Cr-8Ni-Cb) centrifugamente



DETALLES DE LAS CAPAS DE SOLDADURA

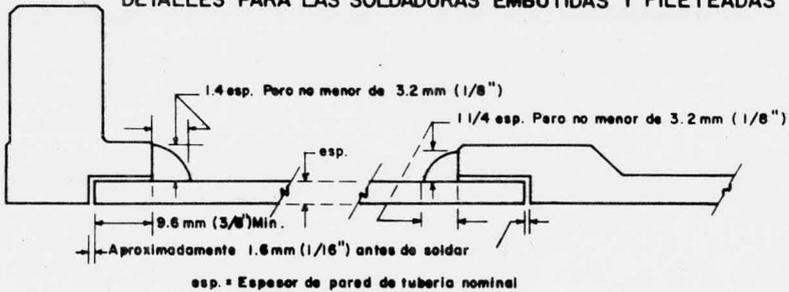


Proceso	Diametro de Tungsteno	Diam. de metal de varilla	Amps.	Volts. (Nota 4)	Número de capa
Arco gas Tungsteno	2.4 mm. (3/32")	2.4 mm. (3/32")	60 - 110	10 - 15	Paso de raíz y 2º paso
	3.2 mm. (1/8")	3.2 mm. (1/8")	70 - 120	10 - 15	
Arco metalico Protegido		2.4 mm. (3/32")	60 - 100	22 - 25	Primera capa de arco metalico protegido
		3.2 mm. (1/8")	80 - 130	23 - 26	Segunda y tercera capa
		3.2 mm. (1/8") 4.0 mm. (5/32")	80 - 130 100 - 170	23 - 26 24 - 27	Capas subsecuentes

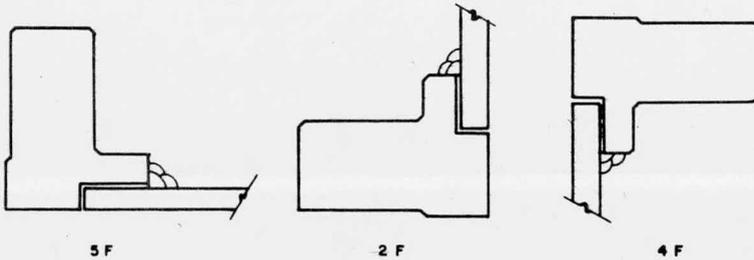
- NOTAS:
- 1.- Los primeros 2 pasos se harán por el proceso de arco tungsteno con gas inerte. El tercero y pasos sucesivos pueden ser hechos por proceso de arco metalico protegido.
  - 2.- Los detalles de capas de soldadura son ilustrativos y varían con los cambios de espesores de pared y diámetros de electrodo usado.
  - 3.- Las esquinas superiores del área extendida pueden ser quitadas con lima hasta la mitad del espesor de la superficie antes de ensamblar.
  - 4.- Estos valores son nominales y variarán con la longitud efectiva del arco.

## DETALLES PARA LAS SOLDADURAS EMBUTIDAS Y FILETEADAS

89

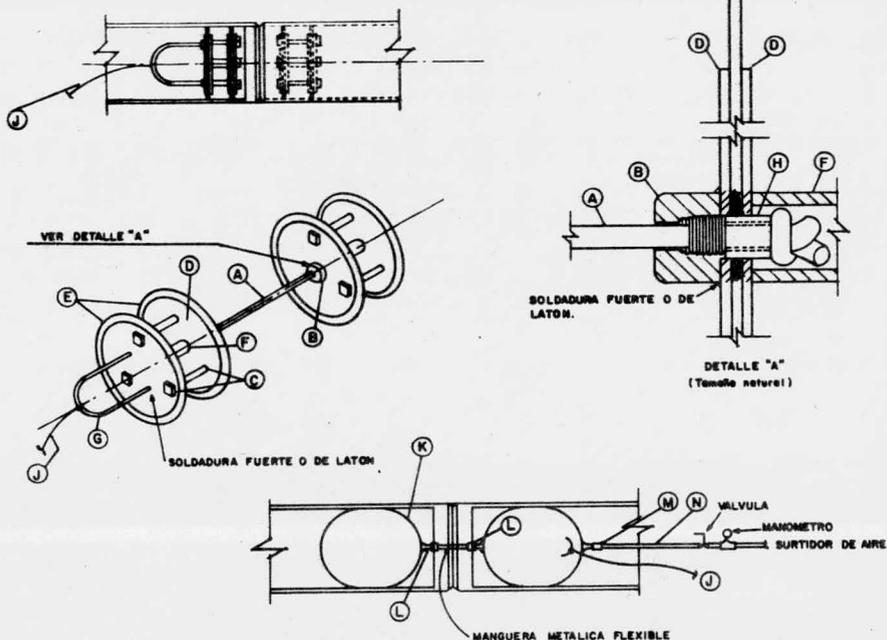


## DETALLES DE CAPAS DE SOLDADURA



PROCESO	DIAMETRO DEL ELECTRODO DE TUNGSTENO	DIAMETRO DEL ELECTRODO DE VARILLA	AMPS.	VOLTS	OBSERVACIONES
ARCO DE GAS TUNGSTENO	2.4 mm (3/32")	2.4 mm (3/32")	60 - 110	10 - 15	PASO DE RAIZ
	3.2 mm (1/8")	3.2 mm (1/8")	70 - 120	10 - 15	
ARCO METALICO RECUBIERTO		2.4 mm (3/32")	60 - 100	22 - 25	PASOS RESTANTES
		3.2 mm (1/8")	80 - 130	23 - 26	

- 1.- Este estandar y procedimiento es para soldaduras embutidas en diametros nominales de tubería mayores que una pulgada.
- 2.- Las soldaduras fileteadas estan limitadas para 1.6 mm. (1/16") y 44.4 mm (1 3/4") de material
- 3.- Los detalles de soldadura son ilustrados unicamente y varian con el espesor del material, un minimo de dos capas es requerido
- 4.- Una purga de gas interna no es requerida para embutidas y fileteadas.



## LISTA DE MATERIALES

PARRA FO.	REQ.	DESCRIPCION
A	1	1/4" Manga flexible metalica 18" larga.
B	2	1/4" Cubierta de tubería de acero.
C	6	1/4" x 2 1/2" Longitud de hebras de acero de altas temp.
D	8	Disco de hoja de metal - 10 ga. 4" 12 ga.
E	4	1/8" Material de goma para uso de empaquetar.
F	2	3/4" Acoplamiento de tubería.
G	1	3/16" V. Vara curvada de acero
H	2	1/4" Tubería Std. con terminal de acero.
J	-	3/16 Cable de estirar
K	2	Sacos dobles de goma con cubierta de lona.
L	2	Acoplamiento de manga metálica.
M	1	Acoplamiento para manga de goma.
N	-	Manga de goma.

## NOTAS.

- 1.- EL DISCO DE GOMA (E) ES 1/8" DE GRANDE EN DIAMETRO QUE O.I. DE TUBERIA.
- 2.- EL DISCO METALICO (D) ES 2" MAS PEQUEÑO EN DIAMETRO QUE B.E. DEL DISCO DE GOMA E.
- 3.- INFLAR EL SACO CON BOMBA ORDINARIA DE MANO
- 4.- EL SACO DE BOMA DEBE SER METIDO EN LA LONA DE TAL MANERA QUE ESTE PROTEGIDO DEL DESGASTE DEL ABRASIVO
- 5.- EL SACO DOBLE TIENE ESPACIO O SEA QUE NO ESTA APRETADO.

OBTURADOR DE PURGA PARA SOLDADURA DE ARCO CON GAS HELIO.

ESPECIFICACION D.09.c1.0 Alcance

Esta especificación incluye el procedimiento utilizado para soldar tuberías de fierro fundido de las especificaciones generales de obras llamadas "Construcción de líneas de drenaje en Zonas Industriales Norma No. 3.332.02 de la primera edición del año 1976 - de Petróleos Mexicanos, D.09.C a D.09.C21.

Toda la tubería será de extremos lisos o de macho y campaña. (Para otros casos consultar inciso 6.0)

2.0 Preparación del material base

Una vez bajados y alineados los tubos a la zanja correctamente y listos para soldar, se comprobará que el diámetro exterior de los tubos por enchufar, sea aproximadamente el mismo, para lograr un ajuste correcto al instalarlos.

La tubería de fierro fundido de extremos lisos se deberá unir con juntas Gibault o similar. (Ver fig. ad junta).

- a) Para tubería de extremos lisos se comprobará el buen estado de los anillos de sello, de las dos bridas, del barrilete y de los tornillos y tuercas de la junta. Se colocará después una de las bridas, uno de los anillos de sello y el barrilete de la junta en el extremo del tubo instalado y la otra brida y el anillo en el extremo del tubo por instalar.
- b) Colocados los anillos, bridas, sellos y barriletes, se comprobará que los extremos de los tubos por juntar estén alineados con una tolerancia máxima de 3 mm en cualquier sentido.

- c) Alineados correctamente los tubos y conservando una distancia libre de 2 cm entre sus extremos se centrará el barrilete y las bridas con sus anillos de sello, acercando las bridas de manera que puedan hacer una presión ligera sobre el barrilete; en esta posición se colocan los tornillos y se aprietan las tuercas procurando que sea uniforme la presión que se va aplicando a los tornillos con el fin de evitar que se rompan (Fig. Adjunta).
- d) Para tomar movimiento de expansión y contracción del tubo, la junta deberá tener un espacio entre los dos tubos, para ello se levantará en extremo libre del último tubo colocado y se volverá a bajar, este movimiento separa en la junta los extremos de los dos tubos.
- e) En la tabla siguiente aparecen las alturas a que deben ser levantados los extremos de los tubos de acuerdo con sus diámetros.

Diámetro nominal del tubo en cm.	Altura a que deben ser levantados los extremos de los tubos en cm.
Hasta 102	45
De 152 a 406	25
De 457 a 914	15

- f) Finalmente deberá verificarse que los anillos de hule de las juntas queden en su posición correcta, uniformemente aprisionados por las bridas y sin rebordes o mordeduras.

- g) Las tuberías de fierro fundido de macho y campana se juntarán empleando un retén de fibra o yute alquitranado y un sello de plomo, en una longitud de 6.5 mm aproximadamente a partir de su extremo.
- h) Se comprobará que los extremos de los tubos por\_ juntar estén alineados con una tolerancia máxima en cualquier sentido.
- i) Una vez alineados se guiará el macho por enchufar insertándolo en la campana del tubo colocado, el cual deberá ser mantenido en su posición correcta impidiendo movimiento del mismo.
- j) Después de enchufar el macho se asentará el retén de fibra o yute alquitranado hasta obtener un ruido metálico y lograr que el macho quede firmemente sujeto con la campana, dejando un espacio, anular de 5 cm. de profundidad para el vaciado del sello de plomo, en tubos de diámetro igual o menor de 51 cm (20") y de 6 cm en tubos de diámetro de 61 cm (24").
- k) La posición correcta del retén después del enchufe, asentamiento y movimiento indicados en d) y e), de la misma especificación, se comprobará por medio de un escantillón de fleje de acero, - la longitud indicada en j).
- l) Terminadas las operaciones anteriores con una cuerda de yute alquitranado se hará un cerco alrededor del macho ya enchufado, pegado al borde de la campana, sellándolo con barro, pero dejándole en la parte superior una entrada en forma de embudo, de por lo menos 2 cm. de diámetro para poder llenar la junta hasta la parte alta de

la campana. Se vaciará posteriormente el plomo fundido a una temperatura de 600°C (cuando llega a esta temperatura tiene un color tornasol - para que el metal corra por toda la pared de la campana hasta llenar y colmar el espacio anular comprendido entre ésta y el macho del tubo enchufado.

- m) El plomo se calentará en un crisol y se colocará en la junta por medio de un cucharón para vaciar el metal fundido.

### 3.0 Limpieza

Previamente al colado del sello se comprobará que la superficie interior de la campana esté completamente seca y libre de polvo, tierra y otras substancias -- extrañas.

### 4.0 Técnica de soldadura

- a) El plomo deberá fundirse y colarse dentro de la junta de manera que la superficie del metal colado coincida con la orilla del borde superior de la campana.
- b) Una vez colada la junta y enfriada, se calafateará hasta que el plomo de un sonido metálico y hasta su completa compactación para eliminar bolsas de aire en su masa y hacer impermeable la junta. Se utilizará exclusivamente calafatos y también martillos metálicos de 2 Kg. de peso evitando dañar el tubo y la campana.

### 5.0 Precauciones

El plomo para retacar deberá llenar las especificaciones B-20-40 de la ASTM.

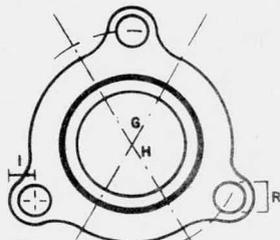
Las cantidades de yute alquitranado y plomo que deberá tener cada junta, serán las de la Tabla 1.

TABLA 1

Diámetro Nominal del tubo (cm)	Yute Alquitranado Kg/junta	Plomo Kg./junta.
15	0.141	4.55
20	0.200	6.00
25	0.240	7.25
30	0.277	8.61
36	0.367	9.86
41	0.426	13.60
46	0.484	15.32
51	0.566	16.78
61	0.680	19.95

6.0 Para tubería de acero, tubos negros y tubos de acero galvanizado se recomienda consultar la norma 3.332.02 en su inciso C.09.

DIMENSIONES DE JUNTAS GIBAULT DE FIERRO FUNDIDO.



Diámetro Nominal Int. m m	Diámetro Exterior Tubería mm		DIAMETROS EN MILIMETROS							
	medio	maximo	A	B	C	D	E	F	G	H
101.6	119.0	121.5	125.0	151.0	156.0	123.0	131.0	147.0	160.0	199.0
152.4	171.5	174.5	177.5	203.5	208.5	175.5	183.5	199.5	232.5	251.5
203.2	225.5	226.5	229.5	255.5	260.5	227.5	235.5	251.5	284.5	303.5
254.0	275.5	278.5	281.5	307.5	314.5	279.5	287.5	303.5	336.5	357.5
304.8	327.5	330.5	333.5	359.5	366.5	331.5	339.5	355.5	390.5	409.5
355.6	380.0	384.0	386.0	416.0	425.0	384.0	396.0	412.0	453.0	475.0
406.4	432.0	436.0	440.0	470.0	479.0	439.0	450.0	466.0	506.0	528.0
457.2	487.0	491.0	495.0	525.0	535.0	493.0	505.0	521.0	561.0	583.0
508.0	538.0	542.0	546.0	574.0	584.0	544.0	556.0	572.0	612.0	634.0
609.6	640.0		650.0	684.0	694.0	648.0	662.0	676.0	722.0	744.0
762.0	813.0		823.0	857.0	867.0	821.0	835.0	853.0	899.0	921.0
900.0	951.0		961.0	995.0	1011.0	959.0	973.0	987.0	1049.0	1071.0
1100.0	1157.0		1169.0	1206.0	1224.0	1167.0	1181.0	1211.0	1269.0	1290.0
1200.0	1257.0		1269.0	1308.0	1324.0	1267.0	1281.0	1311.0	1369.0	1390.0

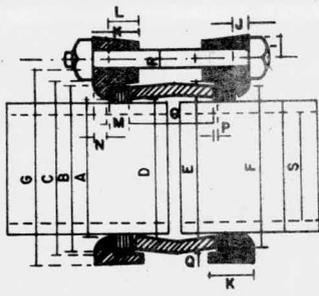
Diámetro Nominal Interior m m	DISTANCIAS EN MILIMETROS										
	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
101.6	21	12	34	22	3	9	75	2	12	19	
152.4	21	12	34	22	3	9	75	2	12	19	
203.2	21	12	34	22	3	9	75	2	12	19	
254.0	21	12	44	32	3	9	100	2	12	19	
304.8	21	12	44	32	3	9	100	2	12	19	
355.6	25	15	47	34	4	9	100	3	14	22	
406.4	25	15	50	37	4	9	100	3	14	22	
487.2	25	15	53	40	4	9	100	3	14	22	
508.0	25	15	55	42	4	9	100	3	14	22	
609.6	25	16	59	42	5	11	120	4	14	22	
762.0	27	16	60	42	5	13	120	4	16	22	
900.0	27	20	62	42	5	15	120	4	19	22	
1000.0	29	22	67	42	5	17	120	4	22	22	
1200.0	29	22	70	42	5	17	120	4	22	22	

NOTA:

Las juntas para diámetros nominales interiores de 355.6 mm. (14"), y menores, son para tubería de extremos lisos, fabricado por Altos Hornos de Mexico, S.A.

Las juntas para diámetros nominales interiores de 406.4 mm. (16") y mayores son para tubería importada, siendo los de 508.0 mm. (20") y 900 mm. de la S.A.V. y la de 1200 mm., es de las fabricadas por Scholke y Haldberg C.L.

Diámetro Nominal Interior m m.	No de Tornillos	DIMENSIONES DE LOS TORNILLOS	
		mm.	puñ.
101.6	3	15.9 x 159.7	5/8 x 9 1/2
152.4	3	15.9 x 159.7	5/8 x 9 1/2
203.2	3	15.9 x 159.7	5/8 x 9 1/2
254.0	4	15.9 x 178.0	5/8 x 7
304.8	4	15.9 x 178.0	5/8 x 7
355.6	6	19.1 x 178.0	3/4 x 7
406.4	6	19.1 x 178.0	3/4 x 7
487.2	6	19.1 x 178.0	3/4 x 7
508.0	6	19.1 x 178.0	3/4 x 7
609.6	12	19.1 x 241.3	3/4 x 9 1/2
762.0	16	19.1 x 241.3	3/4 x 9 1/2
900.0	18	19.1 x 241.3	3/4 x 9 1/2
1000.0	20	19.1 x 241.3	3/4 x 9 1/2
1200.0	24	19.1 x 241.3	3/4 x 9 1/2



## C O N C L U S I O N E S

Se determinaron las especificaciones óptimas para soldar piezas metalúrgicas utilizadas en la planta de Acrilo Nitrilo de la refinería de Tula, Hidalgo.

Las normas establecidas para soldar dichos materiales, después de pasar por una supervisión preliminar fueron aprobadas oficialmente por PEMEX; dejando a las futuras generaciones el mejorar los sistemas para que cada día sea más importante la comprensión mayor de la soldadura y un mejor aprovechamiento de nuestros recursos.

Por otra parte cabe mencionar que las especificaciones desarrolladas en el transcurso de este estudio no sólo son de gran utilidad para cualquier planta de Acrilo Nitrilo, sino también para todo tipo de empresa que utilice los mismos materiales para soldar, que se indican al finalizar cada especificación.

## B I B L I O G R A F I A

- I. NADLER H. KURT  
Bases de la Soldadura Eléctrica  
Técnica de la Impresión. 1968
- II. Colección ASME "Boiler And Pressur e Vessel  
Code and American National Standar ANSI/ASME  
BPV-X, Edition 1977
- III. Código USA para tuberías en refinerías de  
Petróleo
- IV. Construcción de líneas de Drenaje en zonas in-  
dustriales normas 3.332.02 de Petróleos Mexica-  
nos.
- V. The Procedure Hanbook of ARC WELDING.  
The Lincoln Electric Company.
- VI. Apuntes de la Compañía Japonesa NIIGATA
- VII. Colección A.S.T.M.