

77
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGON.**

**"SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD
EN UNIONES SOLDADAS".**

T E S I S

Que para obtener el Título de:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Presenta:

HUGO ARMANDO OLEA JACINTO

Asesor: M. en C. Daniel Aldama Avalos



México, D. F. 1997.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
CAMPUS "ARAGON"

DIRECCIÓN DE CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Secretaría Técnica

Me en L. DANIEL ALDAMA AVALOS (ASESOR)
ING. JAVIER NAVA PEREZ
ING. JOSE GUADALUPE SANCHEZ BARRALES
ING. RODOLFO ZARAGOZA BUCHAIN
ING. JAUREGUI RENAUD FEDERIQUE

**ASUNTO: Revisión previa de Tesis, antes
de autorizar su impresión.**

En forma anexa le hago entrega de un ejemplar del proyecto de Tesis titulado:
"SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD EN UNIONES SOLDADAS", del
alumno (a) HUGO ARMANDO OLEA JACINTO, con número de cuenta: 861446-0.

Esto con el fin de que sea revisada por Usted, y que nos de su evaluación y-comentarios por
escrito, mismo que le pido me haga llegar a la brevedad posible.

Agradezco de antemano su colaboración y aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial
saludo.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
San Juan de Aragón, Cda. de México, a 6 de octubre de 1997

EL SECRETARIO TÉCNICO

ING. MIGUEL ÁNGEL MALDONADO MUÑOZ

c.c.p. Expediente
Alumno (a)

A MIS PADRES

MERCEDES JACINTO NAVARRETE

CRECENCIANO OLEA ALBARRAN

**Con todo mi cariño y respeto puesto
que han sido y serán la fuente de
inspiración que me impulsa a lograr
otra etapa más en mi vida.**

A MIS HERMANOS

ROSA ADRIANA

MANUELA

FRANCISCO EDUARDO

LISETH

**Por todo el cariño, apoyo y
compresión que supieron darme
durante toda mi carrera**

A MI TIA

EMILIA JACINTO NAVARRETE

**Por su cariño e incansable apoyo que
me brindo cuando lo necesite para
lograr un sueño más en mi vida.**

A MI TIO

FRANCISCO JACINTO NAVARRETE

**Por todo el cariño, apoyo y sobre todo
por los oportunos consejos que supo
darme durante toda mi carrera.**

A MI GRANDES AMIGOS

JULIO ANTONIO DEL RIO ESCALANTE

ARTURO GARCIA ROJAS

RAFAEL TREJO ARREGUIN

KEPLER EVERARDO CALDERON

**AL I.M.P.
EN ESPECIAL A LOS INGENIEROS**

**CARLOS AJIS RAMOS
GILBERTO VACA DOMENZAIN**

A LOS INGENIEROS

**FEDERICO QUINTANA REYES
ROSA MARTHA GARCIA DE QUINTANA**

Por su contribución en la revisión de este trabajo

AL MAESTRO EN CIENCIAS

DANIEL ALDAMA AVALOS

**Con mucho respeto, admiración y
agradecimiento por trasmitirme parte
de su conocimiento.**

**A todas aquellas personas que directa
ó indirectamente aportaron algo en la
realización de este trabajo.**

A MI ESCUELA

**La gloriosa ENEP " CAMPUS ARAGON "
U N A M**

A MI NOVIA Y FUTURA ESPOSA

LILIA MAGDALENA HUERTA GALEANA

Por su amor, comprensión y paciencia

**ESTE TRABAJO LO DEDICO ESPECIALMENTE A
LA MEMORIA DE MI MADRE, QUE DESDE
DONDE ELLA ESTA LE PIDO QUE NUNCA NOS
DEJE DE BRINDARNOS SU BENDICIÓN.**

GRACIAS MIL , A TODOS

SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD EN UNIONES SOLDADAS.

CONTENIDO	1
Introducción	4
Antecedentes	6
Objetivo	6
CAPITULO 1	8
Capítulo 1: Alcance.	9
1.1 Características de un supervisor.	9
1 1 1 - Actitud profesional	9
1 1 2 - Condición física	9
1 1 3 - Conocimiento de dibujo, especificación y procedimiento.	9
1 1 4 - Experiencia en supervisión	9
1 1 5 - Conocimientos de soldadura	9
1 1 6 - Conocimiento de método de inspección	10
1 1 7 - Habilidad para recibir entrenamiento	10
1 1 8 - Habilidad para llenar y mantener registros de inspección.	10
1.2 Funciones y alcances de un supervisor.	10
1 2 1 - Perfil y alcance del personal encargado a la supervisión	10
1 2 2 - Actividades realizadas por un supervisor	12
CAPITULO 2	16
Capítulo 2. - Especificaciones y códigos aplicables.	17
2.1. - Soldadura.	17
2 1 1 - Definición	17
2 1 2 - Generalidades	17
2 1 3 - Terminología	18
2 1 4 - Simbología	22
2 1 5 - Defectología	24
2 1 5 1 - Clasificación y estudio de los defectos	25
2 1 5 1 1 - Defectos externos	25
2 1 5 1 2 - Defectos internos	26
2 1 6 - Proceso de soldadura	27
2 1 7 - Ensayos no destructivos	29
2 1 7 1 - Líquidos penetrantes	29
2 1 7 2 - Partículas magnéticas	31
2 1 7 3 - Radiografía	32

2.1.7.4. - Ultrasonido.	33
2.1.7.5. - Inspección visual.	34
2.1.8. - Criterios de aceptación.	34
2.1.9. - Normativa.	48
2.2. - Información de especificación (WPS).	48
2.2.1. - Proceso	48
2.2.2. - Material y accesorio	48
2.2.3. - Diámetro y espesor de pared	49
2.2.4. - Diseño de junta	49
2.2.5. - Metal de aporte y número de cordones.	49
2.2.6. - Características eléctricas.	49
2.2.7. - Características de la flama.	49
2.2.8. - Posición	49
2.2.9. - Dirección de aplicación de una soldadura.	49
2.2.10. - Lapsos entre pasos	49
2.2.11. - Tipo de liberación del alienador.	49
2.2.12. - Limpieza y/o esmerilado	49
2.2.13. - Pre calentamiento y revelado de esfuerzos.	50
2.2.14. - Gas de protección y flujo	50
2.2.15. - Fuentes de protección.	50
2.2.16. - Velocidad de avance.	50
2.3. – Calificación de procedimientos de soldadura (WPS) y/o habilidad de soldadores.	53
2.3.1. - Procedimiento para la calificación de (WPS) y/o habilidad de soldadores	53
2.3.1.1. - Objetivo	53
2.3.1.2. – Alcance	53
2.3.1.3. – Referencias	54
2.3.1.4. – Definiciones	54
2.3.1.5. – Responsabilidades	54
2.3.1.6. – Equipos y accesorios	55
2.3.1.7. – Actividades	55
2.4. - Pruebas mecánicas.	56
2.4.1. - Ensayo de resistencia a la tensión.	56
2.4.2. - Ensayo de sanidad de soldadura.	57
2.4.2.1. - Ensayo de doblez.	57
2.4.2.2. - Ensayo Nick – Break	57

2 4 2 3. - Ensayo de ruptura de filete.	57
2 4 2 4. - Ensayo de resistencia al impacto	58
CAPITULO 3	59
Capitulo 3. - Supervisión de los trabajos de soldadura.	60
3 1. - Inspección visual	60
3 1. 1. - Supervisión antes de la soldadura.	60
3 1 2. - Supervisión durante la soldadura.	61
3.1 3. - Supervisión final	62
CAPITULO 4	67
Capitulo 4. - Aplicación en campo.	68
4. 1. - Procedimiento para la supervisión durante el tendido de línea de conducción de hidrocarburos de PEMEX.	68
Conclusiones.	77
Bibliografía y referencia técnica.	78
Anexo 1.	79
Defectología.	83
Anexo 2.	85

INTRODUCCIÓN.

En nuestros días se está dando un gran énfasis a la necesidad de la calidad. Esto se debe a un gran número de factores que incluyen economía, seguridad y el uso de diseños menos conservadores. Aunque no es el único responsable en la obtención de esta calidad ya que muchas personas participan en la obtención de su producto soldado de calidad, el supervisor de soldadura juega un papel muy importante dado que es la persona que está al frente para verificar que todas las operaciones de fabricación sean efectuadas correctamente, para lo cual necesita una gran variedad de conocimientos y habilidades.

Un buen programa de calidad de soldadura empieza desde antes de usar el primer electrodo, por esta razón el supervisor de soldadura estará familiarizado con todos los aspectos del proceso de fabricación, tal como dibujos, materiales, procesos, pruebas y normativa, con la finalidad de establecer sus requerimientos específicos de calidad de soldadura y el grado o tipo de inspección requerida. Al empezar la soldadura, se debe supervisar directamente las varias etapas del proceso para asegurar que se lleven a cabo en forma apropiada. Si cada etapa del proceso es efectuada satisfactoriamente, la inspección final servirá solamente para confirmar la calidad de la soldadura.

En términos generales, el supervisor de soldadura es un representante involucrado en la determinación de la calidad de la soldadura de acuerdo a las exigencias del proyecto seguridad pública y económica.

Debe considerarse también que en nuestra industria actual hay una gran necesidad de especificaciones debido a la complejidad de algunos de los componentes de las estructuras que se construyen. Por lo anterior, el grupo de supervisión incluye especialistas, que interactúan con todos los departamentos que forman la construcción del proyecto, como son Ingeniería de diseño, Ingeniería de construcción, inspectores de código, representantes del cliente, inspectores del Fabricante, etc. todas estas personas actúan al menos parte de su tiempo como supervisores de soldadura.

La persona que va a efectuar la supervisión de soldadura necesita reunir ciertas características básicas que incluyen:

- Actitud profesional
- Buena condición física
- Habilidad para interpretar dibujos y especificaciones.
- Experiencia en supervisión
- Conocimientos de soldadura
- Conocimientos de métodos de inspección.
- Habilidad para recibir entrenamiento
- Habilidad para llenar y mantener registros de inspección.

Actualmente se tiene definida documentación y técnica de trabajo específicas en el área de soldadura así como de las pruebas que permiten la confiabilidad de una soldadura tal como se describe en el capítulo 2.

En el capítulo 3 se describen las etapas por las cuales se llevan a cabo las soldaduras, en otras palabras las actividades reales durante la supervisión de una soldadura. En el capítulo 4 se proporcionan algunos ejemplos de las actividades de un supervisor de soldadura y los medios de como se controla la calidad durante la ejecución de uniones soldadas

ANTECEDENTES.

Con el propósito de dar solución a los múltiples problemas de soldadura, el Instituto Mexicano del Petróleo crea la unidad de supervisión de Obra Metal-Mecánica, que en desarrollo de este trabajo se denominará como la unidad o por los siglos USMM

La esencia de los objetivos de la USMM es la erradicación de las causas mismas que frecuentemente originan una calidad deficiente en las soldaduras. Entre las que podemos mencionar:

- 1) Diversidad de criterios o puntos de vista para un mismo problema de soldadura o inspección.
- 2) Desconocimiento de los requerimientos que en cuanto a ejecución y calidad de soldaduras establece el código respectivo.
- 3) Prioridad del avance ante todo, aun a riesgo de una mala soldadura, sin reflexionar que una mala soldadura lleva al final más tiempo.
- 4) La responsabilidad de la soldadura recae sobre el personal que debe atender otros múltiples problemas y responsabilidades
- 5) Asignar a las soldaduras menos importancia que la que realmente tienen
- 6) Como solución para todo se emplea la Radiografía, que casi siempre se ejecuta con mala calidad y con personal poco capacitado. Además de que es poco efectiva pues muestra los resultados hasta que la soldadura está terminada

OBJETIVO.

La unidad de Supervisión Metal-Mecánica debe cumplir los siguientes objetivos:

- a) desarrollar sistemas de control que prueben a las áreas operativas la calidad de las soldaduras
- b) Interpretar los requerimientos que los códigos exigen en la calidad de las soldaduras en cada caso.
- c) Lograr que en cada caso se apliquen los procesos y procedimientos específicos de la soldadura más apropiados.
- d) Lograr en todas las obras un estricto control mediante pruebas de calificación y registros de eficiencia de los operarios soldadores y especialistas.

e) Establecer sistemas de inspección de soldadura más completos conforme a códigos, especialmente la inspección visual como la técnica más importante, sencilla y económica para lograr soldaduras de calidad

f) Definir las técnicas de inspección que se han de utilizar en cada tipo de soldadura, radiografía, ultrasonido, líquidos penetrantes, etc

g) Lograr que los servicios que a Pemex las compañías de inspección, sean de calidad y se aprovechen eficientemente

h) Desarrollar gradualmente la estructura y los medios para los servicios de inspección se ejecuten internamente, principiando con la inspección ultrasónica

i) Analizar las nuevas tecnologías y sistemas de soldadura para su aplicación en las obras de P.E.P

CAPITULO

1

CAPITULO I: Alcance

1.1. - Características de un supervisor.- La persona que efectúa la supervisión de soldadura necesita reunir ciertas características básicas que incluyen

1.1.1. - Actitud profesional.- Determina el grado de éxito o fracaso, el éxito dependerá de la cooperación de asociados en todos los departamentos, de los cuales debe obtener su respeto para lograr la ayuda de los mismos. Debe ser imparcial y consistente en todas las decisiones que tome, seguir un procedimiento definido de inspección, no debe ser terco o fácilmente convencido con argumentos persuasivos, bajo ninguna circunstancia debe buscar favores o tener obligaciones por sus acciones o por sus decisiones pendientes.

1.1.2. - Condición física.- Es de vital importancia ya que debe permitir ser un inspector activo, debido a que durante la inspección de soldadura se requiere llevar a cabo un examen antes, durante y después del proceso, y que en muchas ocasiones las condiciones de inspección suelen ser incómodas.

1.1.3. - Conocimientos de dibujo, especificaciones y procedimientos.- Como inspector debe estar familiarizado con dibujos de ingeniería y poder interpretar las especificaciones. Debe leer y comprender planos y dibujos, debe saber de soldadura y los símbolos de las pruebas no destructivas perfectamente. Algunas veces las decisiones deben ser hechas sobre soldaduras que no están detalladas en las especificaciones o dibujos. Debe saber que clase de soldadura debe ser la adecuada.

1.1.4. - Experiencia en supervisión.- La actitud y el punto de vista de un buen inspector son adquiridos solamente por medio de la experiencia en la inspección. La experiencia de inspeccionar materiales es de mucha ayuda en la inspección de soldadura, ya que un buen inspector desarrolla una forma particular de trabajar.

1.1.5. - Conocimientos de soldadura.- Como inspector se debe saber lo suficiente sobre procedimientos de soldadura para anticipar que defectos pueden ocurrir y donde buscarlos. Debe estar familiarizado con los procesos de soldadura más comunes, debe saber que limitaciones tienen los soldadores cuando se trata de seguir detalles de soldadura. Debe saber cuáles son las variables esenciales del proceso aplicable de soldadura y deben auditar estas variables durante toda la fase del proceso.

1.1.6. - Conocimiento de métodos de inspección. Los conocimientos de soldadura deben de complementarse con los métodos y técnicas de inspección principalmente los ensayos no destructivos ya sean volumétricos (radiografía, ultrasonido) o superficiales (líquidos penetrantes y partículas magnéticas) incluyendo obviamente la inspección visual, entre los más usuales.

1.1.7. - Habilidad para recibir entrenamiento. El entrenamiento formal en la ingeniería básica y metalurgia es muy valiosa, pero muchos inspectores han obtenido el conocimiento equivalente por medio de la experiencia y el estudio. La guía para calificación y certificación del inspector de soldadura AWS considera la educación formal avanzada (secundaria) como un sustituto de por lo menos 2 años de experiencia de inspección a soldaduras.

1.1.8. - Habilidad para llenar y mantener registro de inspección - Como inspector debe de mantener registros adecuados. Tiene que escribir reportes concisos que puedan ser comprendidos sin dificultades. Los reportes emitidos deben ser al mismo tiempo lo suficientemente completos para que la razón de las Decisiones tomadas sean claras, y el significado debe de ser fácil de comprender para un lector que no este familiarizado con el producto.

1.2. - Funciones y alcances de un supervisor.- En términos generales, el supervisor de soldadura es un representante involucrado en la determinación de la calidad de la soldadura de acuerdo a los códigos o especificaciones aplicables.

1.2.1. - Perfil y alcance del personal encargado a la supervisión.- Por lo tanto consideraremos que la Supervisión Metalúrgica es un trabajo que esta dirigido a la aceptación o verificación en forma parcial o total de un proceso o producto. Esto es, a continuación describiremos un perfil propuesto de las funciones y alcances de este personal dirigido exclusivamente al Area de la construcción por uniones soldadas.

Supervisor Metalúrgico Nivel I. Tendrá como funciones y alcances lo siguiente:

- Capacidad y conocimiento técnico para interpretar los dibujos, planos, croquis y especificaciones.
- Verificará que los parámetros de los equipos, procesos y procedimientos cumplan con los requisitos especificados.
- Verificará que materiales y personas estén adecuadamente aprobados bajo códigos y estándares aplicables.
- Realizará evaluaciones y mediciones en forma directa en campo para verificar si cumplen con los requerimientos indicados por proyecto.

- Verificará que los requerimientos de los trabajos inspeccionados estén identificados y marcados en los registros indicados

- Verificará que la examinación por los técnicos de los ensayos no destructivos se realicen de manera adecuada revisando además que éstos se realicen por personal certificado por las normas indicadas

- Tendrá la capacidad de preparar y controlar los registros de los resultados de las inspecciones y pruebas aplicadas, así como la de emitir reportes de inspección

Supervisor Metalúrgico Nivel II El personal de este nivel tendrá como funciones todas las de un Nivel I y además las siguientes

- Crear programas de trabajo, sistemas o métodos de control de calidad

- Realizar los procedimientos o revisiones a los ya existentes

- Certificar a personal para obtener Nivel I

- Proponer técnicas no destructivas o destructivas para inspección de un determinado elemento o parte del proyecto

- Crear canales de comunicación entre los diferentes departamentos del proyecto tales como el de Ingeniería, Construcción y Control de calidad

- Supervisar a los niveles I y II

Supervisor Metalúrgico Nivel III Estará capacitado para realizar las funciones de los niveles I y II más las siguientes

- Interpretar y emitir mejoras a especificaciones, códigos y normas

- Calificar a niveles I y II

La función y alcance de la supervisión metalúrgica dentro de un proyecto se complica en el aspecto de que no son personal de departamento de control de calidad o del departamento de construcción sino que es personal que recificará que la parte constructiva y de calidad aplique los criterios de inspección y se haga buen uso de los procedimientos de construcción ya aprobados, pero su trabajo no termina ahí ya que la documentación y el trabajo deben ser en cualquier momento identificable o rastreable

Podemos estar comentando de las muchas funciones y alcances del supervisor metalúrgico no sólo en las uniones soldadas sino también en todo lo que se refiere al montaje de un equipo mecánico, al de estructuras de equipos y soportes mecánicos y eléctricos, al montaje de un tanque de almacenamiento, de una banda transportadora de un sistema de calderas, etc., etc. y posiblemente podamos resumir que la supervisión metalúrgica de una unión soldada quede definida por un programa de puntos de inspección para soldadura, sin embargo el enfoque que le proporciono esta especialidad es el de poder contemplar y planear un programa o mejor dicho un macroprograma de calidad que permita llevar a una buena práctica el montaje de cualquier sistema, como lo podremos apreciar en el siguiente párrafo que nos dará ejemplos prácticos en varias fases del proyecto

Retomando el tema de soldadura se enlistan los puntos de inspección y supervisión de una soldadura en la que aclararemos que la parte constructiva es la fuerza de trabajo y que el control de calidad será el departamento independiente a él y la supervisión metalúrgica es quien testifica que ambas partes realicen una buena práctica.

El primer bloque de datos corresponderá a identificar a que sistema o línea pertenecen, indicando el plano o isométrico.

Posteriormente las actividades que se aplicarán según el grado de calidad requerido, esto es que algunos apartados no proceden o no aplican.

1.2.2. - Actividades realizadas por un supervisor. Las actividades realizadas tanto en campo como en taller se enlistan a continuación.

1 - Indicar de que pieza a que pieza se va a soldar. Si es estructura podremos decir que es de canal a placa o el ITEM 1 y 2 si us que están identificadas en planta o bien del tramo 1 al accesorio P, esto es, se identifican las piezas a unir.

2 - Preparación de bordes. Esto refiere a que la unión requiere de un bisel o de una preparación especial y que esta deberá cumplir con lo indicado en el procedimiento de soldadura a probar.

3 - Limpieza. Cualquier unión soldable requiere que este libre de óxidos, grasas, aceites, pinturas o cualquier metal extraño al metal base.

4 - Pre calentamiento. Esto se realizará cuando sea necesario o bien se indique en el procedimiento de soldadura aprobado, este pre calentamiento puede realizarse por medio de resistencias o multiflamas con llama neutra y la medición de este será por medio de lápiz térmico o prometro óptico y compacto.

5 - Punteado. Refiere a la primera soldadura que se hace para sujetar las piezas a soldar y va de acuerdo a tamaño y configuración de la unión.

6 - Alineamiento. Refiere a que las piezas a unir mantengan un paralelismo entre sus hombros y un entrehierro casi homogéneo y que los bordes inferiores y superiores dependiendo de lo que se este alineando estén en el mismo plano.

7 - Pre calentamiento. Refiere a la aplicación de calor cuando se instalan bloques espaciadores, la temperatura será de acuerdo a procedimiento.

8 - Punteado. Bloques espaciadores. Estos elementos se instalan cuando se requieren aplicar soldadura sin realizar punteo entre piezas a soldar ó bien cuando se quiera controlar la distorsión, estos no son siempre necesarios.

9 - LP. Eliminación de bloques. Este apartado indica la realización de un ensayo no destructivo de líquidos penetrantes en la zona donde se instalaron los bloques ya que estos fueron instalados de manera temporal a un elemento permanente y la posible falla a encontrar es de forma superficial y con esto se indicará si requiere de alguna reparación o no.

10 - **Precalentamiento** Consideramos importante indicar que este precalentamiento corresponde prácticamente al de la soldadura inicial, la cual deberá ser mantenida a lo largo de todo el proceso

NOTA: Estos precalentamientos indicados en los puntos 4 7 y 10 se utilizarán de acuerdo al procedimiento de soldadura o por recomendación del especialista ó del departamento de ingeniería

11 - **Razones de flujo y purga** Se aplicarán cuando se empleen procesos con protección gaseosa, específicamente el proceso GTAW la razón es para crear una capa protectora de la soldadura y la purga refiere a evacuar en la parte interior o contraria a la soldadura el aire y de está forma tener un respaldo de gas inerte

12 - **Soldadura de la raíz** Aquí corresponde realizar una inspección visual al primer cordón de soldadura en su más amplia dimensión ya que siempre existirá una zona sin checar cuando se trate de un tubo, ésta inspección visual se realiza de acuerdo con la normativa aplicable

13 - **RT-Raíz Radiografía** en los primeros ocho milímetros ó proporcional al espesor del material y es una prueba volumétrica que nos garantiza que la soldadura del fondo está en condiciones aceptables, normalmente se realiza cuando los espesores son gruesos y los fondos se hacen con proceso combinado

14 - **Parámetros eléctricos** Este apartado corresponde a la máquina de soldar y deberá cumplir con lo indicado en las normas obviamente se considerarán las caídas del voltaje cuando sean distancias grandes entre pieza de trabajo y el equipo de soldar

15 - **Temperatura de entrapaso** Refiere a que en materiales que requieran de un cuidado se esté aplicando la soldadura de fondo, paso caliente, relleno y vista ya que puede originar daños en su microestructura, se emplea para estos crayones térmicos, pirómetros, termopares, etc

16 - **Velocidad de soldo** Refiere a que el soldador controlará la velocidad de aplicación de cordones, este punto está ligado a los puntos 14 y 15

17 - **Anchura del cordón / balanceo** Esto aplica a que el soldador puede oscilar el electrodo a un arco no mayor a 3 ó 4 veces el diámetro del electrodo que está usando la consideración ha este punto es para que se afecte menos la zona térmica afectada y disminuya los defectos de soldadura

18 - **Inspección visual - soldadura terminada** Este punto corresponde evaluar al cordón final el cual deberá cumplir con lo indicado en la norma o código aplicable

19 - **LP / PM Soldadura terminada** Aplicará cuando la soldadura realizada requiera de una prueba no destructiva y con alcance superficial, es importante recalcar que aplicara únicamente cuando este aceptada primeramente por inspección visual

20 - **RT / UT Soldadura terminada** exámenes volumétricos no destructivos empleados para detectar posibles indicaciones revelentes de igual manera estas procederán una vez que estén aceptadas por la inspección visual

NOTA: La aplicación de las pruebas no destructivas pueden ser por muestreo o por un lote completo, esto lo decide el departamento de ingeniería, el cliente o algunos códigos lo hacen mandatorio.

21 - Tratamiento térmico Este depende del material que se esta soldando y tambien esta establecido en el procedimiento de soldadura y deberá ser hecho por personal calificado y con equipo verificado, deberá cumplir con los parámetros indicados en procedimiento y códigos aplicables.

22 - Identificación del soldador Se emplea este apartado para identificar las soldaduras realizadas y controlar el porcentaje de rechazos y si en un momento dado este personal lo excede se mandará a su rectificación

23 - Procedimiento de soldadura Aquí se indica el procedimiento de soldadura empleado ya que un proyecto suele tener más de dos , obviamente esto depende de los materiales y equipo a soldar o proceso respectivamente

24 - Inserto consumible Este apartado se llenará cuando el procedimiento indique el empleo de este anillo y se utiliza prácticamente para garantizar un buen fondo

25 - Varilla desnuda Se indicará este apartado si el material de aporte es el adecuado al procedimiento y observándose que su estado físico sea el adecuado

26 - Electrodo recubierto Se anotará la colada del electrodo recubierto que esté utilizando

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSP. PARA SOLDADURAS							UNIDAD	FECHA	PROYECTO
							<input type="checkbox"/> EN SERVICIO <input type="checkbox"/> EN REPARACION <input type="checkbox"/> EN OBRAS	<input type="checkbox"/> 19... <input type="checkbox"/> 20... <input type="checkbox"/> 21...	<input type="checkbox"/> ... <input type="checkbox"/> ... <input type="checkbox"/> ...
NO.	ACTIVIDAD	C.	UNIDAD	REPARACION	EN OBRAS	EN SERVICIO	REVISOR	FECHA	
1	SE PUEDE APROBAR								
2	PREPARACION DE LOS MATERIALES								
3	UNIFORMES								
4	INDUSTRIAL ESTADARIZADO								
5	PROTECTORES								
6	ALTO VOLUMEN								
7	PROTECCION ANTIRAYOS								
8	PREVENCION DE QUEMADURAS								
9	ESTRUCUTURA DE LOS MATERIALES								
10	PROTECCION ANTIRAYOS								
11	REVISION DE LOS MATERIALES								
12	REVISION DE LOS MATERIALES								
13	REVISION DE LOS MATERIALES								
14	REVISION DE LOS MATERIALES								
15	REVISION DE LOS MATERIALES								
16	REVISION DE LOS MATERIALES								
17	REVISION DE LOS MATERIALES								
18	REVISION DE LOS MATERIALES								
19	REVISION DE LOS MATERIALES								
20	REVISION DE LOS MATERIALES								
21	REVISION DE LOS MATERIALES								
22	REVISION DE LOS MATERIALES								
23	REVISION DE LOS MATERIALES								
24	REVISION DE LOS MATERIALES								
25	REVISION DE LOS MATERIALES								
26	REVISION DE LOS MATERIALES								
27	REVISION DE LOS MATERIALES								
28	REVISION DE LOS MATERIALES								
29	REVISION DE LOS MATERIALES								
30	REVISION DE LOS MATERIALES								
31	REVISION DE LOS MATERIALES								
32	REVISION DE LOS MATERIALES								
33	REVISION DE LOS MATERIALES								
34	REVISION DE LOS MATERIALES								
35	REVISION DE LOS MATERIALES								
36	REVISION DE LOS MATERIALES								
37	REVISION DE LOS MATERIALES								
38	REVISION DE LOS MATERIALES								
39	REVISION DE LOS MATERIALES								
40	REVISION DE LOS MATERIALES								
41	REVISION DE LOS MATERIALES								
42	REVISION DE LOS MATERIALES								
43	REVISION DE LOS MATERIALES								
44	REVISION DE LOS MATERIALES								
45	REVISION DE LOS MATERIALES								
46	REVISION DE LOS MATERIALES								
47	REVISION DE LOS MATERIALES								
48	REVISION DE LOS MATERIALES								
49	REVISION DE LOS MATERIALES								
50	REVISION DE LOS MATERIALES								
51	REVISION DE LOS MATERIALES								
52	REVISION DE LOS MATERIALES								
53	REVISION DE LOS MATERIALES								
54	REVISION DE LOS MATERIALES								
55	REVISION DE LOS MATERIALES								
56	REVISION DE LOS MATERIALES								
57	REVISION DE LOS MATERIALES								
58	REVISION DE LOS MATERIALES								
59	REVISION DE LOS MATERIALES								
60	REVISION DE LOS MATERIALES								
61	REVISION DE LOS MATERIALES								
62	REVISION DE LOS MATERIALES								
63	REVISION DE LOS MATERIALES								
64	REVISION DE LOS MATERIALES								
65	REVISION DE LOS MATERIALES								
66	REVISION DE LOS MATERIALES								
67	REVISION DE LOS MATERIALES								
68	REVISION DE LOS MATERIALES								
69	REVISION DE LOS MATERIALES								
70	REVISION DE LOS MATERIALES								
71	REVISION DE LOS MATERIALES								
72	REVISION DE LOS MATERIALES								
73	REVISION DE LOS MATERIALES								
74	REVISION DE LOS MATERIALES								
75	REVISION DE LOS MATERIALES								
76	REVISION DE LOS MATERIALES								
77	REVISION DE LOS MATERIALES								
78	REVISION DE LOS MATERIALES								
79	REVISION DE LOS MATERIALES								
80	REVISION DE LOS MATERIALES								
81	REVISION DE LOS MATERIALES								
82	REVISION DE LOS MATERIALES								
83	REVISION DE LOS MATERIALES								
84	REVISION DE LOS MATERIALES								
85	REVISION DE LOS MATERIALES								
86	REVISION DE LOS MATERIALES								
87	REVISION DE LOS MATERIALES								
88	REVISION DE LOS MATERIALES								
89	REVISION DE LOS MATERIALES								
90	REVISION DE LOS MATERIALES								
91	REVISION DE LOS MATERIALES								
92	REVISION DE LOS MATERIALES								
93	REVISION DE LOS MATERIALES								
94	REVISION DE LOS MATERIALES								
95	REVISION DE LOS MATERIALES								
96	REVISION DE LOS MATERIALES								
97	REVISION DE LOS MATERIALES								
98	REVISION DE LOS MATERIALES								
99	REVISION DE LOS MATERIALES								
100	REVISION DE LOS MATERIALES								

Figura B Programa de puntos de inspeccion para soldaduras

CAPITULO

2

CAPITULO 2. - Especificaciones y códigos aplicables.

2.1. - Soldadura

2.1.1. - Definición: En su aspecto más amplio definiremos a la soldadura como un proceso de unión de materiales iguales o diferentes entre si bajo la acción del calor como forma de energía con o sin adición de materiales de aporte y con o sin la presencia de presión externa, con el objeto de formar un todo continuo y homogéneo

2.1.2. - Generalidades Como puede observarse este proceso de unión da lugar a multitud de variantes y procesos condicionados por infinidad de factores como por ejemplo

- Forma de fuente de energía
- Características de los materiales por unir
- Protección de la zona a unir durante el proceso

Es difícil hacer una clasificación de los numerosos procesos de soldadura conocidos actualmente ya que varían considerablemente su ordenación según se tuviera en cuenta uno o otros de los factores que le afectan. En la fig1 se muestra una clasificación de los procesos de soldadura

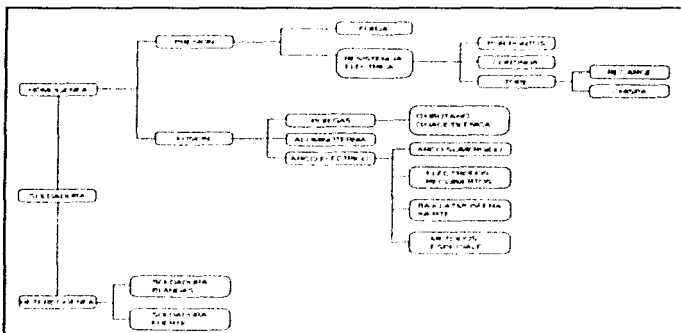


Figura 1: Clasificación de los Procesos de soldadura

2.1.3. - Terminología: A continuación se expone un extracto de terminología básica. Para su mejor comprensión se recomienda consultar el anexo 1

- **Descolgadas:** Penetración del metal apartado más allá de la raíz
- **Electrodo:** (En soldadura por arco) Componente del circuito eléctrico a través del cual se conduce la corriente entre pieza y arco
- **Electrodo de Carbón:** Electrodo que no aporta material consiste en una banda de carbón o grafito puede o no estar revestido de cobre
- **Electrodo Emisivo:** Electrodo metálico de aporte usado en el proceso MIG. Consiste en un alambre protegido por una delgada capa durante su fabricación
- **Electrodo Metálico:** Definición general del electrodo metálico para aportar o no. Consiste en un alambre con o sin revestimiento
- **Electrodo Relleno de Polvo:** Electrodo compuesto para aportar. Consiste en un tubo metálico que contiene ingredientes pulverulentos con diversas funciones (creación de atmósfera protectora, desoxidación, estabilización del arco y formación de escoria). Se puede incluir materiales de aleación en el relleno y se puede o no utilizar protección exterior
- **Electrodo Compuesto:** Aporta material, consiste en un alambre metálico recubierto con un revestimiento grueso que protege el metal fundido de la atmósfera, mejora propiedades del metal aportado y estabiliza el arco
- **Electrodo de Tungsteno:** Electrodo no metálico no fusible cuyo principal componente es el Tungsteno
- **Electrodo (En soldadura por resistencia):** Parte o partes de una máquina de soldar o resistencia por la cual pasa la corriente eléctrica y en ciertos casos, se aplica la presión necesaria. Los electrodos pueden tener las formas de ruedas, rodillos, barras, cilindros, etc.
- **Fusión:** Transformación a estado líquido del metal de aporte o solamente de material y que producirá la coalescencia
- **Garganta de una soldadura de Filete**
- a) **Teórica:** Es la distancia desde el comienzo de la raíz hasta la hipotenusa del menor triángulo rectángulo que puede ser inscrito en la sección transversal del cordón
- b) **Real:** Es la distancia más corta entre la raíz de una soldadura en ángulo hasta su cara
- **Inclusiones de escoria:** Material no metálico atrapado en el metal de soldadura y el metal base.
- **Junta en esquina:** Junta entre dos miembros situados aproximadamente en planos que forman determinado ángulo
- **Junta a solape:** Junta entre dos bordes de pieza solapadas entre sí
- **Junta o solape con doble soldadura:** Junta a solape en la que los bordes solapados a unir son soldadas por ambos lados

- **Junta a solape soldada por una capa** Junta a solape en la que solamente se suelda uno de los dos bordes
- **Junta soldada** Unión de dos o más miembros producidos por la aplicación de un proceso de soldadura
- **Junta en T** Junta entre dos miembros situados aproximadamente en ángulo recto entre sí, en forma de " T "
- **Junta a tope** Junta entre dos elementos que se encuentran aproximadamente en el mismo plano
- **Junta a tope con doble soldadura** Junta a tope soldada por ambas caras, debe hacerse notar que una junta con metal aportado por una cara solamente se considera equivalente a una soldadura doble siempre y cuando se haya previsto medios para obtener penetración completa y refuerzo en ambas caras de las juntas
- **Junta a tope por una sola cara** Junta a tope soldada por una sola cara
- **Material de aporte** Material que se aporta al baño fundido durante el proceso de soldadura
- **Material de respaldo** Material (metal, metal soldado, asbesto, etc) que se coloca sobre la cara opuesta a la que se suelda para facilitar la obtención de un cordón de raíz sano
- **Metal base** Metales que se desean soldar
- **Metal de soldadura** Porción de soldadura que ha sido fundido durante la operación de soldar
- **Socavado - mordedura** Entalla formada en el metal base adyacente a la soldadura y que no se ha rellenado por el material aportado. Si es entre cordones se le denomina mordedura
- **Penetración** Mínima profundidad a la que se extiende el metal aportado, excluyendo el sobre espesor
- **Poscalentamiento** Aplicación de calor a una soldadura ya realizada
- **Sobre espesor de soldadura** Metal aportado sobre la superficie del chafón en exceso sobre el tamaño especificado
- **Soldadura de filete** Soldadura de sección aproximadamente triangular que une dos superficies situadas en ángulo recto en la junta a solape, unión en T o en rincón
- **Soldadura por arco** Grupo de procesos de soldadura cuya coalescencia es producida por calentamiento mediante un arco o arcos con o sin la aportación de presión y con o sin material de aporte
- **Soldadura por arco sumergido** Proceso de soldadura por arco en el que la coalescencia es producida por medio del calentamiento debido a un arco generado entre el electrodo y la junta. La soldadura se protege por una capa de material granular fusible con el baño. No se usa presión y el material de aporte se obtiene del electrodo y en ocasiones de un electrodo suplementario.

- Soldadura automática Soldadura mediante un equipo que realiza la operación completa sin la constante observación y ajuste de los controles por un operador. El equipo puede o no realizar el arranque y parada

- Soldadura de bordes Junta sobre dos bordes o más elementos paralelos, o casi paralelos

- Soldadura de filete completo Junta de filete cuyo tamaño es igual al espesor de la pieza más delgada por unir

- Revestimiento del electrodo Compuesto adherido al electrodo que controla las características físicas, químicas, metalúrgicas y eléctricas de la soldadura

- Soldadura manual Soldadura en la que la completa operación del soldo es realizada y controlada manualmente

- Soldadura manual con electrodo revestido Proceso de soldadura al arco en el que la coalescencia es producida mediante calentamiento por un arco eléctrico entre un electrodo revestido y los bordes a unir

- Soldadura MIG Procedimiento de soldadura en el que la coalescencia es producida por calentamiento mediante un arco eléctrico entre un electrodo consumible y la junta

- Soldadura oxiacetilénica Proceso de soldadura por gas en el que la coalescencia es producida mediante el calentamiento de una ó unas llamas procedentes de la combustión del acetileno con el oxígeno

- Soldadura por plasma Procedimiento por soldadura al arco con electrodo de Tungsteno en el que la coalescencia está producida por calentamiento entre el electrodo y la pieza a unir (arcos transferidos) ó entre el electrodo y la tubería de la pistola (arco no transferido)

- Soldadura por resistencia Proceso de soldadura en los que la coalescencia es producida por el calor producida por la resistencia al paso de la corriente en los bordes a unir en un circuito eléctrico

- Soldadura de sellado Cualquier tipo de soldadura utilizado fundamentalmente para obtener estanqueidad

- Soldadura de tapón Soldadura circular hecha a través de un agujero en un miembro de una soldadura a solape, uniendo este miembro al otro. Las paredes del agujero pueden o no ser paralelas y pueden o no rellenarse en material de aporte

- Soldadura TIG Proceso de soldadura en el que la coalescencia es producida por calentamiento mediante un arco entre un electrodo no consumible y los bordes a unir

-Tamaño de la soldadura

a) - Soldadura a tope penetración de la soldadura

b) - Soldadura de filete

-Bordes iguales Es la longitud de los lados del mayor triángulo isósceles rectángulo que puede ser inscrito en la sección transversal del cordón

- **Bordes desiguales**: Es la longitud del mayor triángulo que pueda ser inscrito en la sección transversal del cordón.

- **Temperatura entre pasadas**: Es la mayor temperatura del metal previamente depositado inmediatamente antes de efectuar las siguientes pasadas.

- **Temperatura de recalentamiento**: Es la mínima temperatura en la junta a soldar inmediatamente antes de depositar el primer cordón.

- **Tratamiento térmico posterior a las soldaduras**: Calentamiento uniforme de una zona soldada hasta una temperatura subcrítica para aliviar la mayor parte de las tensiones residuales, seguida de un enfriamiento uniforme y controlado.

- **Zona afectada térmicamente**: Porción del metal base que no ha sido fundida, pero cuyas propiedades mecánicas o microestructurales han sido alteradas a causa del calor de la soldadura.

- **Zona de fusión**: Parte del metal base que resulta fundida durante la operación de soldadura.

- **Ángulo de bisel**: Ángulo formado por la cara ya preparada con respecto a la cara original de la

ranura.

- **Raíz de la unión**: Parte de la ranura donde los componentes a unir están más próximos.

- **Cara de la raíz**: Es la superficie de la ranura en la zona de la raíz de la unión.

- **Cordón de fondo o de raíz**: Es el primer cordón que se deposita en la ranura y cubre la raíz.

- **Cordón de paso caliente**: Primer cordón que se deposita después del fondo.

- **Cordón de relleno**: Cordones que se depositan después de paso caliente pueden ser uno ó

varios.

- **Acero de alto al carbono**: Acero con contenidos de 0.45% de carbono ó más.

- **Acero de bajo al carbono**: Acero con contenido de 0.20% de carbono ó menos (también

llamado **acero dulce**).

- **Balaceo**: Técnica de depositar el metal de soldadura oscilando el electrodo.

- **Bolsa de gas**: Cavidad formada por gases aprisionados.

- **Cara de soldadura**: Superficie de la soldadura por el lado que se hizo.

- **Carga de rotura**: Esfuerzo máximo de tracción que produce la rotura del material.

- **Cráter**: Depresión a la terminación de la soldadura.

- **Chorro o baño**: Es la porción de soldadura fundida en el lugar en que se aplica el calor.

- **Estructura**: Conjunto cuyos componentes se unen por soldadura.

- **Fundente**: Material fundible o gas usado para disolver y/o evitar la formación de óxidos u otras inclusiones indeseables que se forman al soldar.

- **Longitud del arco**: Distancia entre el extremo del electrodo y el punto en donde el arco hace contacto con la superficie de trabajo.

- **Corriente continua**: Es la que produce un desplazamiento de electrodos en el mismo sentido del polo negativo a polo positivo y con la misma intensidad.

- **Corriente directa:** Es la que produce un desplazamiento de electrones en el mismo sentido de polo negativo y positivo y con ciertas variaciones en cuanto a la intensidad de la corriente

- **Corriente alterna:** Es la que produce un desplazamiento de electrones pero que cambia continuamente de dirección con el tiempo aumentando de cero a un valor máximo positivo y disminuyendo a cero, continúa después de cero a un valor máximo negativo y va a cero, estos valores se repiten a intervalos de tiempo llamados ciclos

- **Polaridad normal:** Disposición de las terminales a soldar de manera que el trabajo tenga el polo positivo y el electrodo el polo negativo en el circuito del arco

- **Polaridad invertida:** Disposición de las terminales a soldar de manera que el trabajo es el polo negativo y el electrodo el polo positivo

- **Punto de soldadura:** Una soldadura generalmente muy corta, hecha para sujetar las piezas de una estructura en alineación apropiada hasta que se termina de soldar. Se usa solamente para montaje

- **Salpicaduras:** Las partículas expulsadas durante la operación de soldar y que no forman parte de la soldadura

- **Soplo del arco:** Perturbación magnética del arco, que lo hace fluctuar de su curso normal

- **Velocidad del depósito:** El peso o longitud de electrodo fundido en una unidad de tiempo

2.1.4. - Simbología: La AWS es el organismo que regula la simbología o taquigrafía de la soldadura. Los ingenieros y dibujantes expresan con estos símbolos en los planos las instrucciones de como se realizará la soldadura

Al usar ampliamente los símbolos de soldadura se obtienen las siguientes ventajas:

- Control sobre las instrucciones específicas del diseño para el taller, en relación con las dimensiones de la soldadura y la preparación de bordes, de la placa, eliminando la tendencia a soldar excesivamente o a no hacerlo suficientemente (ocasionando altos costos de producción o fabricación deficiente), debido a la falta de información definida

- La eliminación de detalles innecesarios en los planos cuando esos detalles se hacen con el único propósito de indicar medidas y especificaciones de soldadura. Las notas de soldadura serán mínimas

- Establece un entendimiento común de los proyectos y requisitos del diseño entre ingenieros, taller, inspección, representación del cliente y autoridades de inspección. Los beneficios de estas ventajas son claramente visibles.

TIPO DE SOLDADURA		LADO DE LA FLECHA*	OTRO LADO**	AMBOS LADOS	LADO DE LA FLECHA OTRO LADO SIN SIGNIFICADO
ANGULO					NO SE USA
TAPON O RANURA					NO SE USA
PUNTO O COSTURA					NO SE USA
A ESCUADRA					NO SE USA
E N B I S E L	V				NO SE USA
	CHAFLAN				NO SE USA
	U				NO SE USA
	J				NO SE USA
	V ABIERTA				NO SE USA
	CHAFLAN ABIERTO				NO SE USA
DE SOPORTE					NO SE USA
FUSION TOTAL					NO SE USA
RECARGUE		NO SE USA	NO SE USA	NO SE USA	
B O R D E	REBORDE				NO SE USA
	ESQUINA				NO SE USA

* LADO DE LA FLECHA : Es el lado de la junta señalado por la punta de la flecha

** OTRO LADO : Es el lado opuesto de la junta

Figura 2. Símbolos de soldadura

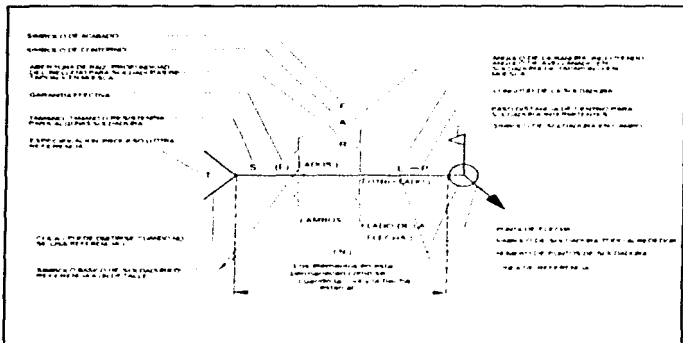


Figura 3 Localización estándar de los elementos de un símbolo para soldar

2.1.5. – Defectología:

Inicialmente definiremos los términos de discontinuidad, indicación y defecto

-Discontinuidad Es cualquier interrupción en la estructura de la materia. Puede ser una simple variación en la geometría o una inclusión de un material extraño, una grieta, etc.

-Indicación Es la existencia de una discontinuidad en la matriz puede ser tamaño de grano, valor de dureza, una línea de penetrante, un eco en ultrasonido, etc.

-Dentro de las indicaciones de discontinuidad deberemos distinguir entre dos tipos

- Indicaciones relevantes, son aquellas que proceden de discontinuidades que pueden ser continuas de defecto

- Indicaciones no relevantes son aquellas que nunca son constitutivas de defecto, es decir, prevista por el diseño original

Defecto Es cualquier discontinuidad cuya naturaleza, tamaño, forma u orientación vaya en detrimento de las condiciones de trabajo de la pieza

2.1.5.1. - Clasificación y estudio de los defectos

Con objeto de establecer un orden de estudio clasificaremos los defectos en dos grupos

2.1.5.1.1. - Defectos Externos. Podemos considerar los siguientes:

- **Deformación o alabeo:** Por efectos de la localización del calor aportado en la porción de soldadura, seguido de enfriamiento se producen inevitablemente, dilataciones, contracciones y como consecuencia, se originan tensiones internas que pueden llegar a ser superiores al límite elástico del metal base, en cuyo caso se produce su deformación o alabeo, es decir que cuando la rigidez de una pieza es inferior a la magnitud de las tensiones producidas por el proceso de soldadura esta se deforma. Estas deformaciones son procesos locales y pueden presentarse en componentes, pero sólo tendrán importancia las contracciones transversales y longitudinales que generalmente se manifiestan en forma de deformaciones y abolladuras. La corrección se puede realizar mediante alguno de los siguientes procedimientos:

- Enderezado con o sin aplicación de calor
- Levantamiento de las soldaduras que originan la deformación, seguido de una nueva soldadura pero realizada en forma apropiada
- Eliminación o adición de metal donde sea posible
- **Preparación incorrecta de la unión:** Las preparaciones incorrectas pueden aumentar fuertemente la tendencia a que se produzcan deformaciones y defectos de homogeneidad en la soldadura

- **Tamaño incorrecto de la soldadura:** Este se expresa como la longitud de lado más corto de la sección triangular y más frecuentemente como la altura de la garganta. Generalmente es el 0.7 del espesor de la chapa aunque esta magnitud esta sujeta a la norma aplicable. Las diferencias debidas a tamaño excesivo o insuficiente de estas soldaduras pueden detectarse por examen visual y las determinaciones reales de las alturas de gargantas se efectúan mediante galgas adecuadas a la medida

- **Perfil o forma incorrecta de la soldadura:** El perfil de la soldadura terminada puede ejercer un efecto considerable en el comportamiento, mecánico de la unión mientras que el perfil o forma de las distintas pasadas o cordones, pueden tener efecto sobre la tendencia a producir defectos de homogeneidad en la soldadura. En el diseño de las uniones en ángulo deben apreciarse las alturas de la garganta y cuando no cumple con lo indicado se toman como soldadura defectuosa. Entre los perfiles o formas defectuosas podemos mencionar

- **Solape del metal de aportación:** Es cuando el metal de la soldadura sobrepasa la línea de unión con el metal base

- **Convexidad excesiva:** Esta produce un efecto de entalla que afecta las características mecánicas especialmente bajo cargas de fatiga. Este defecto es debido comunmente al empleo de intensidad baja o una inadecuada técnica de soldadura

- **Concavidad excesiva:** Esta da lugar a una reducción notable de la sección efectiva de la unión o altura de garganta y reduce la resistencia real de la soldadura. Se origina por una intensidad excesiva o arco excesivamente largo.

- **Sobreespesor excesivo en soldadura a tope:** Tiende a dar una rigidez excesiva a la unión y produce efectos de entalladura que afectan la distribución de tensiones cuando hay que soportar cargas dinámicas.

- **Desnivelación de bordes:** Esta se debe a una mala preparación de bordes o a una deformación excesiva producida en el curso de la soldadura. Este defecto afecta la transmisión de esfuerzos a través de la sección dando lugar a una fuerte concentración de tensiones por efecto de discontinuidad.

- Defectos e irregulaciones superficiales

- **Mordeduras y Socavados:** Son acanaladuras o surcos de mayor o menor profundidad que pueden producirse en uno, en los dos laterales de la soldadura en posición inmediatamente adyacente.

- **Cráteres:** Depresión y rechupe que se producen en la soldadura cuando se interrumpe bruscamente la aportación de calor y se debe a la concentración del metal al pasar de líquido a sólido.

- **Poros o Sopladoras:** Se originan por las variaciones experimentadas en las condiciones de soldadura.

- **Irregularidades en la Superficie del cordón:** Designados también como "aguas del cordón" en realidad no afectan la integridad de la soldadura completa puesto que son parte de la misma.

- **Dimensiones finales de la construcción soldada:** Todas las construcciones soldadas deben tener unas dimensiones determinadas que se especifiquen en planos, las que requieran un rígido control de las dimensiones finales deberán ser mecanizadas después de la soldadura, o del tratamiento térmico de alenuación de tensiones para que queden dentro de la tolerancia.

2.1.5.1.2. - Defectos Internos Al realizar la soldadura o al enfriarse estas, pueden producirse discontinuidades o falta de homogeneidad que afectan el comportamiento en servicio de la unión.

En orden de importancia mencionaremos los siguientes:

- **Porosidad:** Son las quedarías globulares que no tienen materia solda en su interior. Existen varios tipos de poros.

- **Poros Superficiales:** Se presentan en el reverso de la soldadura al solidificar en forma de cráteres, se debe al desprendimiento de gases en el momento de solidificación del metal fundido y frecuentemente, va unido a soldaduras internas.

- **Porosidad Normal:** Es frecuente encontrar poros u oclusiones gaseosas en el interior de las soldaduras, pueden aparecer más o menos uniformemente y en tamaños diferentes.

- **Porosidad alineada:** Normalmente se produce en el cordón de soldadura de raíz y frecuentemente se considera como un caso especial de penetración incompleta o falta de penetración.

-**Porosidad de tipo vermicular:** Poros de forma alargada cuyo origen es la inclusión de una gran cantidad de gas en el seno del metal fundido que solidifica rápidamente impidiendo su salida al exterior.

- **Inclusiones no metálicas:** Son óxidos que se encuentran en el interior de las soldaduras con inclusiones de forma alargada o globular. Estas pueden ser:

- **Inclusiones de escoria:** Llamamos así a las inclusiones en las soldaduras de los productos sólidos de las reacciones que se producen en el seno del metal fundido.

- **Escoria en la raíz:** Al depositar el cordón de raíz, el electrodo puede ser tan largo que su maleabilidad no sea fácil y salir al arco sobre un lateral del chafán en lugar de hacerlo sobre la raíz, la escoria puede escurrirse y penetrar dentro de la abertura o separación entre talones y así quedar atrapada dentro del metal de la pasada de raíz.

- **Falta de fusión:** Pueden producirse en cualquier punto de la unión y ser continuas en cualquier punto de la unión y ser continuas o en puntos aislados, pueden originarse por:

- No llega la temperatura de fusión del metal base.

- Por no disolver por medio de un flujo apropiado los óxidos u otros materiales extraños depositados sobre la superficie cuyo metal debe fundir con el metal de aportación.

- Por inclinación inadecuada del arco.

- **Falta de Penetración:** Esto indica que no se ha llegado a fundir íntegramente todo el metal base en la raíz y a la falta de metal de aporte en la misma. La causa es la falta de calor suficiente para producir una fusión adecuada, un arco excesivamente largo, velocidad excesiva de soldadura al dar la primera pasada, por separación de talones demasiados pequeños, por ángulo de chafán excesivamente agudo para el método de soldadura empleado. Las fallas de penetración entre cordones es una variante del defecto anterior y se produce cuando se depositan cordones muy convexos que dejan ángulos agudos en su base donde suele quedar atrapada la escoria.

- **Grietas o fisuras:** Normalmente se producen por presencia de tensiones locales que en algún punto son superiores a la carga de rotura del metal, para evitar la formación de grietas se recomienda un tratamiento térmico de atenuación de tensiones.

Las grietas producidas en el metal de la unión suelen clasificarse en tres tipos:

- Grietas transversales

- Grietas longitudinales

- Grietas de cráter

2.1.6. - **Procesos de soldadura industriales más usuales.**

Los procesos de soldadura más usuales en la industria son:

- **Proceso OFW:** Oxíden Fuel Welding

- **Proceso SMAW:** Shielding Metal Arc Welding

- **Proceso GTAW:** Gas Tungsten Arc Welding

- **Proceso FCAW:** Flux Cored Arc Welding

- **Proceso SAW:** Submerged Arc Welding

Antes de su breve descripción indicaremos que estas son las abreviaturas más usuales dentro del argot de soldadura, por lo que serán las que emplearemos en el desarrollo de este trabajo

- **Proceso OFW** Se emplea en material ferroso normalmente para corte, actualmente se han creado mecanismos automatizados para hacerlo en una forma más rápida y eficiente, también se le conoce como proceso de oxicorte, normalmente emplea oxígeno puro industrial y acetileno pero en algunas ocasiones se emplea gas butano por ser más económico pero habrá que usar accesorios diferentes tales como boquillas y manómetros. Cuando se emplea para soldadura es porque los materiales a unir son muy delgados, estamos hablando de calibres 22 y hacia abajo, el inconveniente de este proceso es la distorsión que se generará en la pieza, así como en la zona afectada por el calor. En materiales no ferrosos se emplea para la soldadura fuerte y dependiendo del material a unir es el tipo de flama a emplear, pero normalmente la más usual es la flama neutra

- **Proceso SMAW:** En este proceso la coalescencia se produce mediante calor generado por un arco eléctrico entre el extremo de un electrodo revestido y la superficie del metal base en la junta a soldar. Este es el proceso más ampliamente utilizado en la soldadura por arco, se fundamenta prácticamente en las funciones del revestimiento, la ventaja de este proceso es que se produce menor distorsión del material en relación con el proceso OFW. Se puede aplicar en todos los espesores de material, su técnica es manual, la defectología típica es, socavados, mordeduras, la falta de penetración, la falta de fusión, inclusiones de escoria y porosidad, cabe aclarar que estos defectos son típicos en cualquier proceso de soldadura y van correlacionados con la preparación de la junta. Las variables a controlar en la aplicación de la técnica son, parámetros eléctricos, velocidad de soldo y polaridad requerida

- **Proceso GTAW:** Más ampliamente conocido como proceso TIG básicamente consiste en la formación de un arco mediante un electrodo de Tungsteno no consumible por lo que se requiere de un material de aporte, esta técnica requiere de una protección de gas inerte, el equipo lo conforma la máquina del proceso SMAW más un cilindro de gas Argón ó Helio y en algunas ocasiones de un sistema de recirculación de agua para enfriar el torch o manual actualmente se utilizan boquillas cerámicas las cuales son enfriadas con el mismo gas de protección, este proceso es el más limpio de los procesos por arco y se utiliza en forma combinada con el proceso SMAW, esto es, los fondeos y pasos calientes se realizan con proceso GTAW y posteriormente se completan con proceso SMAW. La defectología típica son inclusiones de Tungsteno. La deformación del metal base es más controlada, la técnica es manual, puede no requerir de aporte y prácticamente se pueden soldar todos los materiales incluyendo una aleación

- **Proceso GMAW:** En este proceso la técnica empleada es en forma semiautomática el electrodo es desnudo y en diámetros muy pequeños, la protección es por medio de un gas puro o

combinado, las ventajas son la alta producción alcanzada, no se produce escoria y su defectología son socavados y falta de penetración.

- **Proceso FCAW:** Este proceso es una variante del proceso GMAW en donde el microalambre en su parte central lleva fundente el cual aumenta la velocidad de producción, en algunas ocasiones requiere del gas de protección, prácticamente este proceso ha desplazado al proceso GMAW, es semi automático en donde los principales parámetros a controlar son los eléctricos y la velocidad del depósito, la defectología es la típica y la distorsión del metal base es más controlable.

- **Proceso SAW** Es un proceso automático en el cual el material de aporte y el fundente se agregan en forma separada y se unen al momento de fundir el material la velocidad del depósito es muy alta a tal grado que no se puede observar el arco, se emplea prácticamente en taller, la desventaja de este proceso es que los componentes que lo forman no son versátiles, en ocasiones la cabeza del electrodo es el que se mueve y en ocasiones es el metal base.

2.1.7 - Ensayos no destructivos

2.1.7.1. - Líquidos Penetrantes: Este método se usa para detectar discontinuidades que afloran en sólidos no porosos. Se utiliza un líquido que al aplicarlo sobre la superficie de la pieza penetra por capilaridad en las discontinuidades o grietas, posteriormente y una vez eliminado el exceso de penetrante en la superficie, el líquido contenido en las discontinuidades exuda y puede ser observado.

Hay cinco etapas esenciales a cubrir:

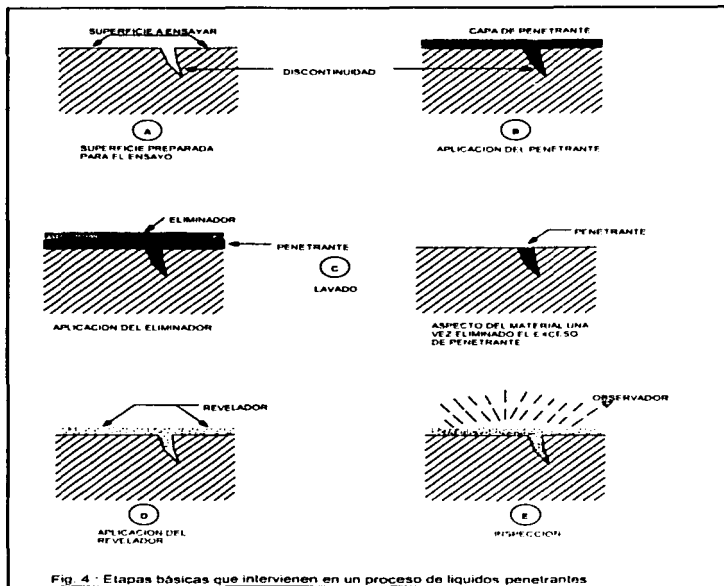
A.- Limpieza y preparación previas de la superficie: La superficie de la muestra debe estar limpia y seca. Libre de agua, aceite o cualquier agente contaminante.

B.- Penetración: Consiste en aplicar el penetrante sobre la superficie de la muestra de tal manera que pueda entrar en las discontinuidades, esta operación debe durar un cierto tiempo de manera que el líquido penetre completamente en las discontinuidades que pudieran existir.

C.- Eliminación del exceso de líquido penetrante: Tiene por objeto dejar libre la superficie de la muestra de manera que en la observación final haya suficiente contraste de las posibles indicaciones sobre el fondo limpio.

D. - Revelado: El revelado actúa como "extractor" del penetrante, acelerando su tendencia natural a salir de las discontinuidades. Es un polvo muy fino, normalmente blanco, puede aplicarse en seco o vía húmeda como suspensión de un líquido volátil.

E. - Observación e Interpretación: una vez transcurrido el tiempo de revelado se procede a examinar la muestra.



2.1.7.2. - Partículas Magnéticas Este ensayo consiste en el establecimiento de un campo magnético dentro del material de prueba con su consecuente flujo magnético que tiene la propiedad de atraer a otros materiales magnetizables hacia polos magnéticos creados por discontinuidades que son fugas de campo magnético.

Las discontinuidades que se pueden detectar por este método son superficiales y subsuperficiales aproximadamente de 3 mm de profundidad.

Los métodos de ensayo son

- Partículas Secas
- Partículas húmedas

Esta técnica se basa en la facilidad que tienen los materiales para que puedan ser magnetizables, propiedad denominada permeabilidad

Los métodos de magnetización son por medio de un yugo circular, longitudinal y por electrodos

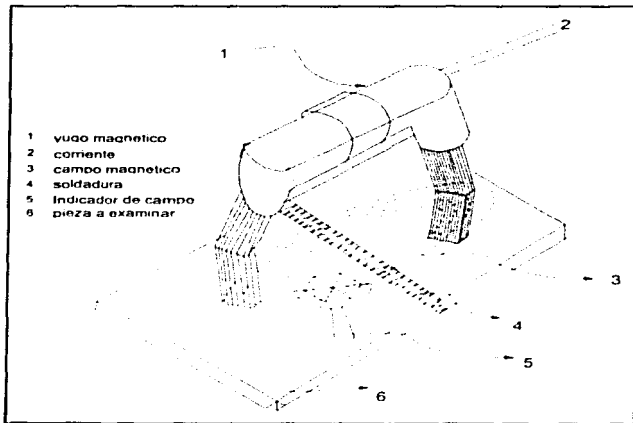


Figura 5 Partículas Magnéticas

2.1.7.3. - Radiografía: Consiste en hacer pasar un luz de radiación de naturaleza electromagnética (Rayos X o rayos Gamma) a través de un cuerpo, después esta radiación deberá incidir sobre elementos sensibles de este tipo de energía manifestándose una imagen

A continuación se ilustra el proceso de obtención de una radiografía

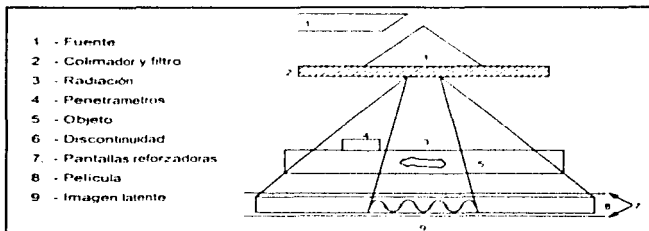


Figura 6: Proceso de obtención de una radiografía

Para obtener la radiografía se precisa conocer lo siguiente

- Tipo de fuente
- Actividad o Kilovoltaje
- Distancia fuente objeto (DFO)
- Tipo de película
- Espesor y tipo de material
- Penetrámetros (ICI) (Se eligen en función del material)
- Densidad requerida

Con todos estos datos se calcula el tiempo de exposición, bien con reglas de cálculo o utilizando diagramas de exposición, según sea la fuente isotópica o rayos x respectivamente. Después de obtenida la película se somete en el laboratorio a revelar la imagen latente. Cuando la película está seca se podrá evaluar la imagen obtenida, aplicando los criterios contemplados en los códigos correspondientes

2.1.7.4. - Ultrasonido: A continuación se ilustra el proceso de ultrasonido.

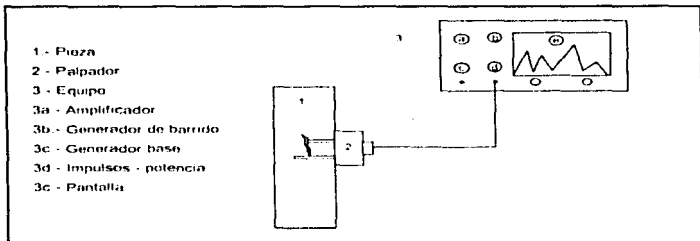


Figura 7. Ultrasonido

Los impulsos generados por el equipo aplicados a través del palpador se transmiten a la pieza donde se propagan y se reflejan a la vez, siendo recogidos de nuevo por el palpador. Para una mayor fiabilidad de la prueba debe considerarse lo siguiente:

- **Análisis previo:** Deben determinarse los parámetros oportunos, equipos a utilizar y palpadores adecuados.

- **Ajuste de equipos:** Este será de acuerdo a la pieza a ensayar y así determinar el campo y datos de referencia. En el ajuste se emplean como testigos unos bloques normalizados.

- **Inspección:** Una vez determinados los decibeles (db) en la fase de ajuste se comprueba si existen pérdidas por transferencia y serán sumados esos (db) a los ya obtenidos, esta diferencia en (db) será lo útil para la inspección.

Limitaciones del ensayo por ultrasonido

- Para la correcta interpretación se requiere de personal con conocimientos y experiencia en el área. Así como alto grado de ética y responsabilidad.

- Las dimensiones de las discontinuidades es en muchas ocasiones "aproximada".

- No puede determinarse el tipo de defecto con exactitud.

Ventajas :

- Tienen gran sensibilidad para detectar defectos que no son detectados por otros métodos.

- Pueden determinar con bastante exactitud la situación de las discontinuidades.

- No existen limitaciones en cuanto a espesores de los materiales a ensayar.

- Los equipos son muy manejables y autónomos.

2.1.7.5. - Inspección Visual. La inspección visual constituye una parte de las prácticas de control de calidad. Es el método más empleado por ser fácil de aplicar, rápido, barato y no exige equipo especial para realizarse.

El inspector debe estar familiarizado con los códigos o normas aplicables, con estándares de calidad y con las fases de buena práctica de taller, además la inspección debe ser considerada bajo tres aspectos principales:

1. - Antes de la soldadura: Algunos de los aspectos que se deben de verificar son los siguientes

- **Limpieza:** El material debe estar libre de herrumbre o costras de óxido, melladuras, grietas etc.

- **Dimensiones:** Debe comprobar en los planos las medidas de las piezas a soldar, separación entre los bordes, ángulo de chaflanes, altura de los talones, etc

- Homologación de procedimientos y soldadores

2. - Durante la soldadura: Entre los detalles a checar, podemos mencionar los siguientes

- Proceso de soldadura

- Limpieza

- Recalentamiento y temperatura entre pasadas

- Preparación de la unión

- Metal de aportación

- Flujos o atmósferas reductoras

- Picado, esmerilado o preparación de la superficie

- Control de distorsión

- Temperatura de poscalentamiento y tiempo

3. - Después de la soldadura: Los aspectos a cuidar son

- **Exactitud dimensional:** De las uniones soldadas, incluyendo las distorsiones o ababeos producidos

Comprobación de las especificaciones del proyecto lo que incluye las características de la soldadura, así como lo referente al tamaño de los cordones y forma

- Complejidad de la soldadura con respecto al aspecto incluyendo irregularidad en la deposición del metal de aportación, rugosidad superficial, proyecciones, etc

- Cráteres, mordeduras, desalineaciones, solapes de metal de aportación y grietas

2.1.8. - Criterios de aceptación y/o rechazo.

Ya que los métodos de pruebas no destructivas dan únicamente dos dimensiones, el inspector podrá rechazar las soldaduras, aun cuando aparentemente cumple con las normas de aceptación, si en su opinión la profundidad del defecto sea en determinada del esfuerzo de la soldadura

- Fractura (SR). - Una o más discontinuidades en la soldadura o entre la soldadura y el metal base

- a - Fractura de cráter longitudinal
- b - Fractura de cráter transversal
- c - Fractura de cráter en estrella
- d - Fractura longitudinal
- e - Fractura transversal
- f - Fracturas salteadas

- Códigos:

API - No admite ninguna rotura o fractura

ASME - No admite ninguna rotura o fractura

Causas del defecto.

- Electrodo incorrecto (responsabilidad del supervisor y del soldador)
- Escasa separación de la raíz (responsabilidad del taller y del soldador).
- Enfriamiento rápido de la soldadura (responsabilidad del soldador)
- Estructura muy rígida (responsabilidad del diseñador de la estructura)
- Mala preparación de bisel (responsabilidad del taller)

Corrección.

- Utilice electrodo correcto, en tamaño y que sea acorde a la aleación del metal base
- Cambie la secuencia de la soldadura, use electrodos más dúctiles y reduzca la rigidez del metal base
- Use precalentamiento o aplíquelo en interpasos, para aumentar el tiempo de enfriamiento
- Soldar con electrodo mayor, utilice más corriente y aplique precalentamiento
- Corrija el bisel, dé pasadas más cortas con precalentamiento y postcalentamiento

- Porosidad (P). - Cavidades esféricas u ovaladas, semicírculos irregulares que son discontinuidades en la estructura de los cordones de soldadura provocadas por atrapamiento de gases durante el estado de solidificación

- Códigos:

Los códigos API y ASME (carta API y ASME), se rechazan poros de tamaño superior a los indicados en los grados de aceptabilidad y que por su colocación puedan dar lugar a una fractura

Causas del defecto.

- Tipos 2 y 3 Soldar con metales mal limpiados, y que contienen óxidos, aceite, grasa, pintura, o suciedades
- Tipo 2 y 4 Soldar con electrodos con fundente contaminado ya sea de humedad, aceites o suciedad, o bien, utilizar electrodos muy viejos

- Tipo 1, 2, 3 y 4. Metal base inadecuado con contaminación en el maquinado o con alto contenido de azufre.
- Porosidades diversas en sistemas con gases protectores como el Argón, Dióxido de carbono. Los gases están contaminados o no funcionan en la proporción correcta por falta de flujo.
- Porosidades en el sistema de arco sumergido causadas por un fundente húmedo, superficie contaminada, alambre del electrodo, sucio y oxidado o bien el uso de un fundente de textura muy fina
- **Corrección**
- Verificar que las superficies de los biselés se encuentren limpias así como las áreas adyacentes. Remover las soldaduras porosas y volver a depositar cordones de soldadura
- Utilizar electrodos secos, limpios y nuevos
- Verificar el metal base y su preparación. Cuidar que los electrodos liguen y efectuar la acción de limpieza.
- Verifique los gases, los sistemas, mangueras, flujómetros y mezcla de gases.
- Utilice fundente seco y limpio; verifique la limpieza y buena preparación del metal base; el alambre del electrodo debe ser nuevo, estar limpio y tener la altura y velocidad apropiada; verifique que el fundente tenga la granulación correcta y corresponda al tipo de metales; verifique distancia de las boquillas y que estén limpias
- **Línea de escoria (LE).** - Inclusión de sólidos o materia extraña no metálica en el cordón de soldadura, o entre éste y el metal base
 - **Códigos:**
 - Los códigos API y ASME permiten:
 - En tramos de 12", 2" de longitud y 1/16" de ancho
 - En tramos de 24", 4" de longitud y 1/16" de ancho
 - Las imperfecciones serán separadas por 6" de soldadura sana.
 - **Causas del defecto**
 - Falta de cuidado en la técnica de manipulación
 - Falta de limpieza de la escoria entre pasos
 - Superficie irregular en los biselés con pedazos de metal sobrante al hacer éstos (rebabas).
 - **Corrección**
 - Mantenga un buen ritmo y cuide la forma del dibujo del cordón
 - Limpie con mucho cuidado, al término de cada peso.
 - Verifique el buen acabado y limpieza en la preparación de los biselés. En caso necesario, use una lima para limpiarlos

- **Técnica incorrecta para soldar.**
- Corriente inadecuada
- Inclusión de fundente en el sistema de arco sumergido
- Dirección inapropiada del alambre electrodo Corriente de voltaje muy baja Alambre electrodo torcido o maltratado, junta mal preparada
- **Mejore su técnica.**
- Corrija el amperaje, el voltaje y la corriente continua y revise el circuito de tierra
- Utilice alambre nuevo y en buen estado. Eleve el voltaje. Corrija la junta
- **Doble línea de escoria (DLE).** - Inclusión de sólidos o materia no metálica atrapado en ambos lados del cordón de soldadura
- **Códigos:**
 - Los códigos API y ASME permiten
 - En tramos de 12", 2" de longitud y 1/16" de ancho
 - En tramos de 24", 4" de longitud y 1/16" de ancho
 - Las imperfecciones ó líneas tendrán separación de 8" de soldadura sana
 - **Inclusión de escoria (IE).** - Materia no metálica atrapada en la soldadura, generalmente fundente de los electrodos o partículas de metal no fundido u oxidos combinados con carbón de pintura o suciedad.

Códigos:

- API:

- Permite 1/8" de ancho como máximo, 1/2" de largo en tramos de 12" y 1" en tramos de 24"
- Un máximo de 4 inclusiones en 12" de largo y separados por 2" una de otra

ASME :

- Cuando se han radiografiado al 100%
- Permite 1/4" de ancho máximo en paredes con espesor de 3/8"
- 3/8" de ancho máximo en paredes de espesor de 1" a 2 1/2"

Quando se radiografía localmente

Causas del defecto.

- Por cuidado en la limpieza de escoria entre pasos, de los cordones de soldadura
- Inclusión de escoria a la orilla del cordón en forma intermitente y escalonada
- El corte y la superficie de los biselés quedó irregular
- Técnica incorrecta al manipular la soldadura
- El voltaje y el amperaje son inadecuados al tamaño del metal base.
- Inclusiones de escoria en el sistema de arco sumergido
- Alambre sucio y torcido
- Junta mal preparada o colocada.

- **Corrección.**
- Cepille y cincele la escoria al finalizar cada uno de los pasos del cordón.
- Remueva la escoria de la orilla usando una técnica apropiada y evite realizar la corona y el dibujo del contorno, para no atrapar la escoria entre pases
- Aline la superficie de los biselés, que queden limpios y uniformes, use una lima. Si es necesario, esmerile con mucho cuidado
- Utilice una técnica adecuada. Si el soldador no tiene experiencia suficiente, reemplácelo por uno que sí tenga
- Corrija sus valores eléctricos en su máquina de soldar
- Corrija sus valores eléctricos
- Cambie la soldadura de alambre
- Corrija la junta
- Cualquier grupo de línea cuyo largo del defecto no exceda de 3/4" y donde cada grupo éste separado por 3 1/2" entre sí, o bien, cuando la distancia entre cada grupo sea seis veces mayor al largo del defecto mayor. La longitud máxima será de 3/4" y el ancho de 3/16"
- **Falta de fusión (FF).** - Falta un tramo en que no hubo fusión o liga intermetálica entre el cordón de soldadura y el metal base.

-Códigos:

API:

- Permite 1" de longitud en tramos de 12".
- 2" de longitud en tramos de 24".

ASME:

- No presenta ninguna tolerancia para este defecto porque indica que hay una seria reducción en su resistencia estática y el esfuerzo sobrepasa la fatiga

Causas del defecto.

- Soldar con exceso de velocidad
- Electrodo de diámetro mayor al necesario
- Corriente de amperaje muy bajo
- Junta preparadas con las paredes de la raíz muy alta
- Abertura del cordón de raíz muy escasa
- **Corrección.**
- Reduzca la velocidad y de mejor movimiento hacia los lados.
- Cambie el electrodo por uno de diámetro correcto
- Ajuste el valor del amperaje para mayor penetración.
- Corrija los biselés y la altura del cordón de raíz.
- Corrija la preparación del cordón de raíz; sepárelo.

- **Falta de penetración (FP).** - Relleno incompleto del cordón de raíz o del fondo de la soldadura

- **Códigos:**

- **API:**

- Permite 1" de longitud en tramo de 12"

- 2" de longitud en un tramo de 24"

- **ASME:**

- No tiene tolerancia en este defecto ya que indica que hay una seria reducción en su resistencia a la tensión
 - **Causas del defecto**
 - Bisel demasiado cerrado en el hombro del cordón de raíz.
 - Electrodo de diámetro excesivo.
 - Corriente de amperaje escaso
 - **Corrección.**
 - Vuelva a separar correctamente dando la separación adecuada
 - Utilice electrodo del diámetro correspondiente
 - Gradue el amperaje adecuado al diámetro del electrodo y espesor de paredes del metal base
- **Primer cordón irregular (PCI).** - El primer cordón irregular y discontinuado o depósitos muy grandes en algunas zonas

Nota: El primer cordón irregular es índice de falla de penetración esto significa que el PCI y el FP sea el mismo defecto, por lo tanto se aplican los mismos criterios de aceptación

- **Socavado (S).** - Canal en la orilla de la soldadura causando por exceso de calor y posición inadecuada del arco

- **Códigos:**

- **API:**

- Permite 2" de longitud, 1/32" de profundidad y 1/8" de ancho

- **ASME:**

- Establece las mismas condiciones

- **Causas del defecto.**

- Exceso de calor
- Electrodo inadecuado
- Manipulación incorrecta
- Arco muy intenso
- Velocidad inadecuada, saliéndose de los límites del cordón con técnica pobre.

Corrección.

- Corrija el amperaje de su maquina
- Cambie el electrodo
- Mejore el movimiento manual.
- Corrija el arco
- Mejore la velocidad y corrija el movimiento del electrodo.

- **Nota:** Según los códigos API y ASME, el defecto será rechazado: si el socavado externo adyacente al cordón de acabado excede una profundidad de $1/32"$ ó 12.5% del espesor nominal de la pared del tubo, o excede de 2" de longitud o $1/8$ de la longitud de la soldadura

- **Socavado interno.-** Canal en la parte inferior o interna de la soldadura, junto a la orilla del cordón de raíz que debilita la resistencia de la soldadura.

- **Código:**

API:

- Permite: 2" de longitud, $1/32"$ de profundidad y $3/32"$ de ancho

- **ASME:**

- Permite las mismas características

Causa del defecto.

- Preparación incorrecta del bisel
- Separación de del hombro muy abierta.
- Penetración excesiva del cordón de raíz.
- Exceso de corriente o amperaje.
- Exceso del refuerzo
- Arco muy alto
- Electrodo incorrecto.

Corrección.

- Prepárelo correctamente
- Corrija la distancia
- Corrija la velocidad
- Use amperaje adecuado al tamaño del electrodo
- Aumente la velocidad, si está soldando muy despacio.
- Reduzca el arco
- Utilice el electrodo apropiado

- **Penetración excesiva (PE).** - Lugares donde el metal de la soldadura se colgó en el cordón de raíz.

- **Códigos:**

API y ASME:

- Establecer que este defecto es aceptable con tolerancia de 3/32"

Causas del defecto:

- Hombro del bisel muy abierto
- Corriente de soldar muy alta
- Velocidad muy lenta y ángulo inadecuado del electrodo
- Electrodo de diámetro muy grueso

Corrección

- Corrija la abertura del bisel
 - Reduzca y equilibre la corriente para soldar
 - Aumente la velocidad e incline el ángulo del electrodo
 - Utilice el electrodo de la medida y tipo correctos
- **Rechupe (R).** Lugar donde el metal de la soldadura se contrae formando canaladuras espaciadas que parecen grietas en el centro del cordón de raíz y a un lado de dicho cordón junto al metal base

- Códigos:

API y ASME:

- Establecen que el defecto es aceptable aunque señalan pobreza de técnica y posible punto débil de la soldadura

Según los códigos API y ASME, el rechupe o concavidad interna es una penetración inadecuada, ó sea un cordón inapropiadamente fundido en todo el espesor de pared del tubo a lo largo de ambos lados del bisel, porque el centro del cordón está por debajo de la superficie inferior al tubo, es definido como la distancia perpendicular entre una zona extensión de la superficie de la pared del tubo y el punto más bajo de la superficie del cordón de soldadura, la concavidad no debe exceder de las dimensiones permitidas en áreas quemadas 1/16"

La concavidad interna está asociada con un depósito continuo de cordones de soldadura y difiere de las áreas quemadas en que, en estas, la soldadura está depositada intermitentemente

Cualquier longitud de concavidad interna no deberá exceder, en la imagen de la radiografía, a la densidad del metal base aparente, en caso contrario deberá ajustarse a las dimensiones permitidas

- **Corona baja (C B).** - Es un cordón de soldadura con perfil incorrecto que presenta depresiones cóncavas o asuladas

- Códigos:

API y ASME:

- Lo consideran defecto aceptable con un máximo de tolerancia de 1/16"

Aunque los códigos API y ASME lo consideran defecto aceptable en ningún punto la corona de la soldadura deberá estar por debajo de la superficie exterior del tubo, ni deberá estar elevada por encima del material de las piezas por soldar más de 1/16"

Causas del defecto.

- Mala manipulación del electrodo y pobreza de técnica
- Soldar con exceso de corriente.
- Velocidad y altura del arco muy alta
- Electrodo en mal estado

Corrección.

- Practicar, capacitarse, cambiar de soldador
- Corrija su corriente
- Corrija la velocidad y el arco.
- Use electrodo en buen estado.

- **Soldadura desalineada (SD).** - Es un cordón de soldadura que sigue una línea sinuosa y se va trasladando pronunciadamente a ambos lados del bisel que sirve del centro del cordón.

- Códigos:

API y ASME:

-Lo consideran defecto aceptable y se señala como falta de destreza en la técnica del soldador

Causas del defecto.

- Falta de cuidado al soldar.
- Falta de experiencia o técnica pobre y descuidada
- Soldar en posición incómoda

Corrección.

- Ser más cuidadoso al soldar.
- Capacitarse y auxiliarse con el señalamiento de los límites correctos del cordón.
- Colocar su trabajo en forma cómoda y práctica

- **Tubo desalineado (DT).** - Dos tubos cuyas bocas (diámetros interiores) no conciden en las líneas de sus paredes y que se encuentran asimétricas, ya sea en la circunferencia interna o externa o cualquiera de ellas

- Códigos:

API:

- Permite 1/16" de desalineamiento

ASME :

- Permite 1/32" de desalineamiento

Según los códigos API y ASME, cuando se presente una diferencia de nivel superficial mayor de 1/16" entre dos puntos cercanos de la soldadura, ésta deberá rechazarse y el defecto deberá ser corregido.

Causas del defecto.

- Tubos mal armados.

- Tubos ovalados
- Paredes de espesor distinto

Corrección.

- Armar con más cuidado y verificar con un instrumento la altura interna
- Desechar la tubería defectuosa o dañada
- Usar tubería de la misma medida

El código API determina: El escalonamiento es definido como una condición donde el tubo, la superficies de ajuste o ambos están desalineados. El escalonamiento no es objetable siempre que la raíz de las juntas del tubo y/o accesorios adyacentes estén completamente ligados por el metal de soldadura. Cuando una orilla de la raíz queda expuesta (o sin ser ligadas), la longitud de esta condición no deberá exceder de 2" (50.8 mm) en un caso individual o de 3" (76.2 mm) en cualquier longitud continua de soldadura de 12" (304.8 mm).

- **Quemada en la raíz (QR).** - Porción o partes del cordón de raíz donde hubo penetración excesiva y exceso de fusión, lo que provocó que parte del metal de aporte en estado incandescente cayera al interior del tubo

- **Código: API y ASME:**

- Permite 2" máximo de longitud en un tramo de 24" con 1/8" de profundidad

Causas del defecto.

- Amperaje muy alto
- Arco muy intenso
- Electrodo muy grueso
- Soldar con poca velocidad
- **Corrección.**
- Reduzca su corriente
- Corrija su inclinación.
- Use electrodo de menor diámetro
- Mejore su técnica

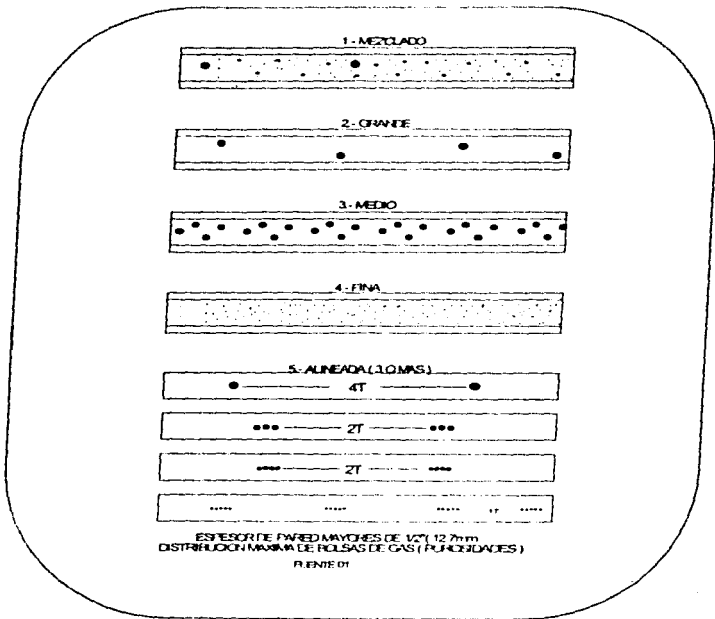
- **Quemada en la placa (QP).** - Quemaduras sufridas en la placa o metal base causadas por la costumbre de soldar puentes para sostener los extremos de la placa para soldarla

- **Códigos. API y ASME.**

- Permite 1/32" de profundidad

- **Causas del defecto.**

- Lugar donde estuvo soldado un puente para el armado, soldador descuidado, inicio del arco sobre la placa
- **Corrección.**
- Arme con puntado muy ligero. Nunca encienda el arco sobre el metal base



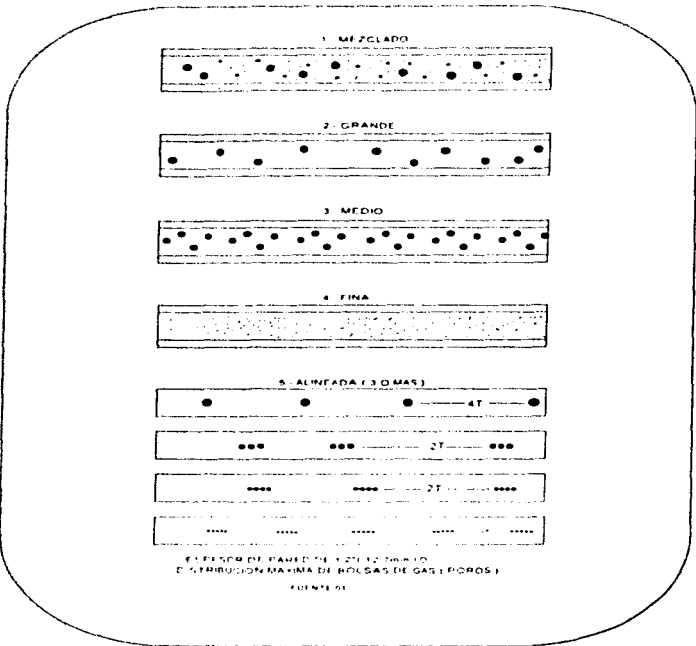


TABLA 1

ASME. SECCION VIII
ESTANDARES DE ACEPTABILIDAD

DISCONTINUIDADES	DIMENSIONES MAXIMAS ACEPTABLES
ROTURA	NO ACEPTABLE BAJO NINGUNA CONDICION
FALTA DE FUSION	NO ACEPTABLE BAJO NINGUNA CONDICION
FALTA DE PENETRACION	NO ACEPTABLE BAJO NINGUNA APLICACION
INDICACIONES REDONDEADAS AISLADAS	PARA T MENOR DE 2" EL TAMAÑO MAX 1/41 O 5/32 (CUALQUIERA QUE SEA MENOR) CUANDO UNA INDICACION ESTE SEPARADA DE OTRA ADYACENTE EN 1" O MAS. PUEDE ACEPTARSE COMO TAMAÑO MAXIMO 1/3 T O 1/4" CUALQUIERA QUE MENOR PARA T MAYOR DE 2" EL TAMAÑO MAXIMO SERÁ DE 3/8"
INDICACIONES REDONDEADAS EN GRUPO	LOS GRUPOS NO DEBEN EXCEDER DE 1" O 2T. LO QUE SE MENOR EN 6" DE SOLDADURA LA SUMA NO EXCEDERA DE 1" DE PARA ESPESORES MENORES DE 1/8". EL NUMERO DE INDICACIONES NO EXCEDERA DE 12 PARA UNA LONGITUD DE 6" DE SOLDADURA
INDICACIONES REDONDEADAS AISLADAS DE (ESCORIA O TUNGSTENO	QUE NO EXCEDAN DE: 1/4" PARA T HASTA 3/4" 1/3" DE T PARA T DESDE 3/4" HASTA 2 1/4" 3/4" PARA T MAYOR DE 2 1/4" SIENDO T EL ESPESOR DE LA PARTE MAS DELGADA DE LA SOLDADURA
GRUPO DE INDICACIONES REDONDEADAS EN LINEA. (INCLUSIONES ALINEADAS	LA SUMA NO EXCEDERA DE T EN UNA LONGITUD DE 12T. EXCEPTO SI CADA UNA ESTA SEPARADA POR UNA DISTANCIA DE 6L DONDE L ES LA LONGITUD DE LA INDICACION MAYOR EN EL GRUPO. Y SE CALIFICARIA COMO INDICACIONES AISLADAS

FUENTE 02

TABLA 2
API 1104 ESTANDARES DE ACEPTABILIDAD

DISCONTINUIDAD		DIMENSION MAX	SUMA MAX ACEPTABLE EN 12" CONT DE SOLD
INCLUSION DE ESCORIA (IC)	DE 2 1/8" MAYORES	1" ANCHO MAXIMO	10" NO MAS DE 4 Y 0.8% DE LA LONG DE SOLDADURA
	DE 2 1/8" MENORES	1/2" DE 1	2 1/2
LINEA DE ESCORIA (LF)	DE 2 1/8" MAYORES	2" DE LONG, 1/4" DE ANCHO	2" O 8% DE LONG DE SOLDADURA
	DE 2 1/8" MENORES	2" LONGITUD 1/8" ANCHO	
CUANDO HAY DOBLE LINEA DE ESCORIA (DLE) Y UNA DE EXCEDE 1/2" EN ANCHO SE DEBEN CONSIDERAR SEPARADAS			
FALTA DE FUSION POR FIERRE INTERNO (FF)		2" DE LONGITUD	2" O 1.6% DE LA LONGITUD DE LA SOLD. SILE INFERIOR DE
FALTA DE FUSION CON CONEXION A LA SUPERFICIE (FCS)		1" DE LONG. NO IMPORTA EL ANCHO	1" O 0.8% DE LA LONGITUD DE LA SOLD. SILE INFERIOR DE
FALTA DE PENETRACION POR DESALINIAMIENTO		2" DE LONGITUD	3"
QUEMADAS (Q)	DE 2 3/8" MENORES	1/4" O LO QUE SEA MENOR	1/2" TAMBIEN 1/2" EN LONG MENORES DE
	DE 2 3/8" MENORES	1/4" O 1	
CONCAVIDAD INTERNA EN LA PAZ (CR)		INSUFICIENCIA NO EXCEDE LA DEL METAL BASE SE ACEPTA CUALQUIER LONGITUD EN CADA UNO CONTIENE SE APLIC A LOS CRITERIOS DE LA QUEMADA	
POROSIDAD LOCAL (PL)		1/4" O EL 25% DELLO QUE SEA MENOR. FIG. 14.1	
POROSIDAD EN GRUPO (PG)		1/2" CADA PORO 1/8"	1/2"
BORO TUBEL (BT)		1/2"	2" O AN EN LA LONG DE LA SOLD
ROSTRA (R)		DE ROSTROS ACEPTABLES DE MAS DE 1/4" DEBEN ESTAR SEPARADOS POR 2" DE METAL BASE SANO	
SOLAPADO EXTERNO DE CONTORNOS		NO ACEPTABLE. SIN IMPORTAR TAMAÑO O CONFIGURACION ROTURAS DE MATER DE ACEPTACION SIN EXCEDEN DE 5/32"	
ACUMULACION DE DISCONTINUIDADES		NO ACEPTABLE. SIN IMPORTAR TAMAÑO O CONFIGURACION ROTURAS DE MATER DE ACEPTACION SIN EXCEDEN DE 5/32" NO SE PERMITE QUE HAYTA 1/4" EN 2" O 1/8" DE LA LONG EN LOS ACUMULACIONES QUE SE PERMITE EN LA SOLD. LO QUE SE PERMITE EN EL EXTERNO DEBEN SER MENOR SEA CUALQUIER 2" DE LONG EXTERNO	
		SE ACEPTABLE CUALQUIER ACUMULACION DE DISCONTINUIDADES DE 2" EN LA DE SOLDADURA O DEL 8% DE SU LONGITUD EXTERNO DE CALAMIENTOS ESCOCADO	

FUENTE 01

2.1.9. - Normatividad:

El supervisor de soldadura es responsable de la toma de decisiones entre aceptar o rechazar una soldadura. Los elementos determinados para la toma de estas decisiones serán los requerimientos mínimos que señale el diseño o el código aplicable

AWS D1.1.- Se publica por la sociedad americana de soldadura. El código define responsabilidades y obligaciones y discute las calificaciones del inspector y los requisitos visuales e inspecciones no destructivas de estructuras.

Código ASME.- (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos) - La sección IX es el estándar de referencia para calificación de procedimiento y actuaciones para otros códigos como el código ANSI B31.1, que se refiere a la sección IX para la calificación de procedimientos y soldadores.

Normas ASTM.- Varias normas de la sociedad Americana para pruebas y materiales tienen referencia en el ASME, AWS y otros códigos. Pero, para la fabricación regida por el código ASME, son aplicables los estándares ASTM solamente en las versiones SA, SB, SFA incorporados en la sección III del código.

Estándares API.- El instituto Americano del petróleo publica tres normas importantes.

API 1104 - Soldadura de tuberías y facilidades relacionadas

API 620 - Reglas recomendadas para el diseño y construcción de grandes tanques soldados para almacenaje a baja presión

Los estándares API 1104 determinen la calidad de las soldaduras mediante la examinación destructiva, así como las respectivas pruebas mecánicas cuando se trata de calificación de procedimientos y habilidad de soldadores.

Estándares ANSI.- El estándar B31 del Instituto Americano de Normas Nacionales, se refiere a la sección IX del código ASME para calificación de procedimientos y para la calificación de soldadores y operadores de soldadoras

Cuando ninguno de los códigos mencionados son aplicables, se usa el estándar AWS para calificación de procedimientos de soldadura y soldadores para tubería y tubing (AWS dio 9-69)

2.2. - Información de especificación (WPS).

2.2.1. -Proceso.- El proceso especificado o combinación de procesos usados deben ser identificados.

El uso de un proceso manual, semiautomático o automático, así como cualquier combinación de estos deben de ser especificados

2.2.2. - Materiales y accesorios.- Los materiales para los cuales se aplica el procedimiento deben ser identificados. Los materiales de tubo API 5L, así como aquellos que cumplen con la especificación ASTM, pueden ser agrupados siempre que el ensayo de calificación sea hecho en el material con más

alto esfuerzo de cedencia mínimo especificado en el grupo. Cuando se sueldan materiales de dos grupos separados, el procedimiento para el de mayor resistencia del grupo deberá ser usado.

2.2.3. - Diámetro y espesor de pared.- Los intervalos de diámetros y espesores de pared en los cuales el procedimiento es aplicable deberán ser identificados.

2.2.4. - Diseño de junta.- La especificación debe incluir uno o más croquis de la junta que muestre el ángulo de bisel, hombro y la abertura de la raíz o el espacio entre los elementos a soldar. La forma y tamaño de las soldaduras de filete deberán ser mostradas. Si se usa resalpo, el tipo de éste deberá ser indicado.

2.2.5. - Metal de aporte y números de cordones. - Los tamaños y números de clasificación del metal de aporte, número mismo de cordones y la secuencia deben ser designados.

2.2.6. - Características eléctricas. - El tipo de corriente y polaridad deben ser descritos, así mismo el intervalo de voltaje y amperaje para cada electrodo o alambre deberán ser indicados.

2.2.7. - Características de la flama. - La especificación debe describir el tipo de flama ya sea neutral, carburante u oxidante, y el tamaño del orificio en la boquilla del soplete para cada tamaño de varilla o alambre también debe ser especificado.

2.2.8. - Posición. - La especificación debe describir si la soldadura es fija o girada.

2.2.9. - Dirección de aplicación de una soldadura. - La especificación debe describir si la soldadura se efectúa en dirección ascendente o descendente.

2.2.10. - Lapso entre pasos. - El tiempo máximo entre la terminación del cordón de fondo y el inicio del segundo cordón, y el tiempo máximo entre la terminación del segundo cordón y el inicio de los restantes deberá ser escrito.

2.2.11. - Tipo de liberación del alineador. - La especificación debe escribir si el alineador es interno o externo o si no se requiere alineador. Si se usa una abrazadera, el porcentaje mínimo del cordón de fondo que debe completarse antes de retirar la abrazadera debe ser especificado.

2.2.12. - Limpieza y/o esmerilado. - La especificación debe indicar si se usan herramientas eléctricas, manuales o ambas para limpieza y esmerilado de material.

2.2.13. - Pre calentamiento y revelado de esfuerzos.- Los procedimientos, temperaturas, métodos de control de temperaturas, e intervalo de temperatura ambiental para el pre calentamiento y revelado de esfuerzos deberán ser especificados.

2.2.14. - Gas de protección y flujo.- La composición del gas de protección y rango de la razón de flujo o consumo deberán ser descritos

2.2.15. - Fuentes de protección.- El tipo de fundente de protección deberá ser descrito.

2.2.16. - Velocidad de avance.- El rango para la velocidad de avance en pulgadas por minutos para cada paso deberá ser especificado.

ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)

No. _____ SOPORTA A POR No. _____

CLIFNTE: _____

REFERENCIA TECNICA. API-1104

REV. FECHA FIRMA

PROCESO: _____

MATERIAL: _____

SERVICIO: _____

RANGO DE DIAMETROS: _____

ESPORES: _____

POSICION: _____

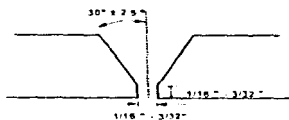
DIRECCION SOLDEO: _____

TECNICA: _____



NUMERO DE SOLDADORES: _____

DISEÑO DE LA



DIMENSIONES



PASOS DE RELLENO

FUENTE 01

REFERENCIA: _____

NUMERO DE PASOS Y CARACTERISTICAS							
TIPO DE			CONTINUA (DC)				
POLARIDAD: INVERTIDA (+)							
No.	Descripción	Clasificación AWS	Diámetro (In)	Amperaje (Amp)	Voltaje (Vol)	Velocidad depósito (In/min)	Tiempo entre pasos (min)
1	FONDEO	E-6010	1/8	80-120	24-26	5-7	6
2	PASO CALIENTE	E-6010	5/32	110-180	20-24	5-7	7
3	1er RELLENO	E-7018	5/32	110-180	20-21	5-7	7
4	2do RELLENO	E-7018	1/8	115-165	18-22	5-7	7
5	VISTA	E-7018	1/8	115-165	18-22	5-7	7

METODO DE _____

LIMPIEZA PREVIA: DISCO ABRASIVO Y CARDA _____

_____ ENTRE PASOS: ESMERILADO Y CARDA _____

_____ (FONDEO), CARDA, PASO CALIENTE, RELLENOS Y VISTAS _____

TEMPERATURA DE PRECALENTAMIENTO: N/A _____ ENTRE PASOS: N/A _____

REVELADO DE ESFUERZOS: N/A _____ TIEMPO: N/A _____

COMPOSICION DEL GAS: N/A _____ FLUJO: N/A _____

ELABORO: _____ REVISO: _____ APROBO: _____

FECHA: _____ FECHA: _____ FECHA: _____

FUENTE 01

2.3. - Calificación de procedimientos de soldadura y soldadores

La calificación de procedimientos de soldadura y de soldadores, es uno de los pasos preliminares más importantes en la secuencia de fabricación o reparación, ya sea en campo o en taller, ya que de no hacerse, puede resultar en rangos de rechazos excesivo en producción debido a alguna deficiencia desconocida en la técnica, materiales o habilidades de soldador, lo cual repercute directamente en los costos de cualquier proyecto que involucre soldadura.

La mayoría de los códigos dan la mayor responsabilidad para la calificación a los fabricantes y contratistas. Por lo tanto, las calificaciones de soldadura son informes de una compañía en los que se hacen constar que el procedimiento de soldadura como los soldadores fueron examinados de acuerdo a los códigos y especificaciones aplicables.

Los procedimientos de soldadura, así como los soldadores que ejecutan estas labores en el campo, deben ser calificados de acuerdo con lo que especifica la última edición del código ASME sección IX o por el estándar API-1104.

Los soldadores deben de realizar las pruebas apegadas a los procedimientos establecidos. Estas pruebas se llevarán a cabo al iniciar una nueva obra y repitiéndose cada vez que cambien las condiciones que sirvieron de base para la calificación.

Antes de iniciar la operación de soldadura en la línea, debe ser calificada la especificación de soldadura que se usará, para asegurar que las soldaduras tengan propiedades mecánicas apropiadas, pueden considerarse sanas y utilizar el procedimiento aprobado. La calidad de la soldadura debe ser determinada por pruebas destructivas.

Durante la ejecución de las soldaduras, el soldador debe demostrar:

1. - Que conoce el equipo de soldar, incluidos materiales y herramientas suplementarias, y que sabe operarlo con seguridad.
2. - Que posee destreza y habilidad para el encendido y manipulación del arco y para el depósito y control del charco de metal fundido.
3. - Preparar convenientemente el metal base antes de depositar el primer cordón y que limpia perfectamente los cordones subsiguientes.
4. - Que termina correctamente la soldadura tanto en su refuerzo o corona como su perfil o apariencia en general. La soldadura debe quedar libre de chisporroteo, socavado o irregularidades excesivas, no debe presentar roturas en la superficie.

2.3.1. - Procedimiento para la calificación de (WPS) y/o habilidades de soldadores.

2.3.1.1. - Objetivo: Establecer los parámetros de inspección durante la calificación de procedimientos de soldadura y/o habilidades de soldadores.

2.3.1.2. - Alcance: Este documento se limita al atestiguamiento del cumplimiento de la especificación de soldadura (WPS) y a la evaluación y calificación del mismo, así como la calificación de la habilidad de los soldadores de acuerdo con la normativa aplicable.

2.3.1.3. – Referencias.

- API 1104 Estándar para soldadura de tubería de línea e instalaciones relacionadas
- API 1107 Estándar para soldadura en métodos de reparación (práctica recomendada)
- API 5L Especificación para tubería de línea
- ASME SECC. II PARTE A Especificación de materiales base
- ASME SECC. II PARTE C Especificación de materiales de aporte
- ASME SECC. IX Calificación de soldadores
- AWS D 1.1. Código de soldadura de acero estructural

2.3.1.4. – Definiciones.

1. – **Especificación de procedimiento de soldadura (WPS)** Un procedimiento de soldadura es un documento escrito que proporciona las directrices al personal (soldadores) para la producción de ensambles, cuyas partes componentes son unidas por soldadura
2. – **Registro de calificación del procedimiento (PQR)** Formato que certifica que las variables esenciales del proceso cumplen con los estándares del código prescrito, a su vez en este se indican los resultados de pruebas constituyendo una evidencia documental de la calificación del mismo
3. – **Registro de calificación de habilidades del soldador (WQR)** Formato en el que se plasman las variables las cuales se están calificando, así como el resultado de la inspecciones realizadas (U T. y R T) y pruebas mecánicas cuando así lo establezca el código aplicable.
4. – **Inspección.** - Es un acto físico de verificación de la realización de una medición, examen o prueba

2.3.1.5. – Responsabilidades.

Es responsabilidad del supervisor / inspector de soldadura

- La evaluación de acuerdo a los criterios de aceptación y rechazo especificados en los documentos normativos
- Verificar que los trabajos implícitos en esta actividad cumplan con los parámetros estipulados en el procedimiento (WPS)
- Utilización de los instrumentos de medición y herramienta necesarias para la verificación y obtención de resultados confiables.
- Elaborar reporte de inspección
- Verificar la adecuada identificación de los carretes de prueba
- Informar de manera oportuna cuando se observe una desviación del procedimiento de soldadura
- Elaborar un expediente con toda la documentación necesaria generada en el proceso de calificación.

2.3.1.6. – Equipo y accesorios.

- 1 – Equipo
 - Multímetro de gancho
 - Vernier
 - Escala
 - Calibrador tipo HI-LOW / WELD GAGE.
 - Flexómetro
 - Lámpara de mano
 - Lupa
 - Espejo con extensión
- 2 – Material
 - Marcador permanente
 - Crayon de cera
 - Lápiz térmico

2.3.1.7. – Actividades.

- 1 - Calificación del procedimientos

Verificar que las probetas de pruebas correspondan al mismo material (mismo número de P), que el especificado en el (WPS), así como el material de aporte, así mismo que los cupones de pruebas cumplan con lo especificado en el código aplicable

La calificación del procedimiento se hará en presencia del supervisor / inspector en soldadura

- 2 - Comprobación durante la soldadura

Durante la realización de la soldadura el supervisor / inspector, comprobara que el soldador cumpla con los parámetros indicados en la especificación del procedimiento de soldadura (WPS)

Se verificara a través de una hoja de ruta de los puntos de inspección que el supervisor debe de monitorear durante la calificación. (ver anexo A)

Se realizara una inspección visual durante todas las etapas del proceso de prueba tanto de la raíz como del acabado de la soldadura para verificar que este libre de defectos tales como falta de fusión, grietas, escorias, crestas, corrosa excesiva, golpes de arco, descolgaduras, falta de penetración, etc.

- 3 - Ensayos

El tipo, número de especímenes de prueba a extraer de un cupón de prueba estarán de acuerdo con el código aplicable

El soldador que realizó la prueba de calificación de procedimiento quedara calificado en dicho procedimiento y en la posición en que realizó la prueba, si esta es aceptable

- 4 - Documentación

Si el resultado de todos los ensayos es satisfactorio se llamará un registro de calificación del procedimiento (ver anexo B)

5 - Calificación de soldadores

Para la calificación de soldador se cumplirán todos los requisitos previos establecidos para la aplicación

6 - Comprobación durante la soldadura

Se comprobará los mismos parámetros y se llevará los mismos registros que durante la calificación del procedimiento

7 - Ensayos

Si el código lo permite se omitirán las pruebas mecánicas y la calificación será avalada por radiografía

8 - Documentación

Si el resultado de los ensayos es satisfactorio se llenará un registro de calificación de soldadores (anexo c)

9 - Recalificación

La calificación de un soldador quedará invalidada cuando no haya realizado soldaduras con un determinado proceso durante seis meses o no haya realizado ningún tipo de soldadura durante tres meses o cuando se tenga una evidencia clara de su falta de habilidad para soldar

2.4. - Pruebas mecánicas:

Las propiedades mecánicas tanto de metales base como de unidades soldadas deben ser verificadas con el objeto de asegurar la calidad del conjunto respecto a su diseño.

Los ensayos a efectuar dependerán de cada caso particular

Es importante que el supervisor de soldadura cada uno de estos ensayos con el objeto de interpretar los valores o características obtenidas y así determinar el cumplimiento de un sistema a la superficie

2.4.1. - Ensayo de resistencia a la tensión.- Este ensayo consiste en estirar una probeta hasta su rompimiento en una máquina universal y los resultados, obtenidos nos proporcionan una cantidad de información importante, dicha información es la siguiente

- Resistencia máxima a la tensión (esfuerzo máximo)
- Esfuerzo de cedencia
- % de elongación
- % de reducción en área

Algunos de estos valores pueden ser determinados directamente de la probeta mediante un calibrador, mientras que otras pueden ser cuantificados solamente mediante el análisis del diagrama esfuerzo - determinación el cual es obtenido durante el ensayo

Uno de los aspectos más importantes en este ensayo, es la preparación de la probeta de tensión así como la calibración de la máquina donde se efectúa dicho ensayo. (A-370, E-8)

Mediante este ensayo se efectúa la calificación de procedimientos de soldadura en la calificación el objetivo de este ensayo es de verificar el comportamiento de la unión soldada respecto al del metal base, debiendo ser dicho comportamiento igual o mejor que el del metal base.

2.4.2 - Ensayos de sanidad de soldadura - Este grupo de pruebas tienen como objetivo determinar la sanidad de la soldadura, esto es, que este libre de discontinuidades.

Estos pruebas se utilizan generalmente en la calificación de procedimiento de soldadura y en la calificación de soldadores.

2.4.2.1. - Ensayo de doblez.- Existen diferentes tipos de ensayos de doblez, dependiendo de su orientación, de la soldadura respecto al doblez. Existen tres tipos de probetas para doblez transversal que son:

- Doblez de cara
- Doblez de raíz
- Doblez lateral

En éstos, la soldadura se encuentra perpendicular a la dirección longitudinal de la probeta, y su nombre se refiere al lado de la soldadura el cual es puesto en tensión durante la soldadura, esto es, la cara de la soldadura es estrada en el doblez de raíz y el lado de la sección transversal de la soldadura estrada en el doblez lateral.

En cualquiera de los ensayos de doblez mencionados, las probetas deben prepararse con cuidado para evitar impresiones cualquier marca o ralladura sobre la superficie a tensionar, puede ser un concentrado de esfuerzos que podría ocasionar que el espécimen ensayado falle prematuramente. Las esquinas de la probeta deben eliminarse mediante la formación de un radio para evitar la concentración de esfuerzos en las esquinas. Para los especímenes extraídos de un tubo, las caras de las probetas que presentan curvaturas deberán ser maquinadas hasta obtener caras paralelas con la sección plana de la probeta a tensar.

El criterio de aceptación del ensayo de doblez se basa normalmente en el tamaño y número de defectos que aparecen sobre la superficie expuesta a tensión. El criterio de aceptación o rechazo aplicable estará de acuerdo con el código o especificación utilizado.

2.4.2.2 - Ensayo de Nick - Break - Este ensayo es usado exclusivamente por el código API 1104 que se utiliza en la industria petrolera, para la calificación del procedimiento y soldaduras de tubería de configuración. Este método evalúa la sanidad de la soldadura, mediante la posible presencia de discontinuidades en la superficie de fractura de la probeta de ensayo.

2.4.2.3. - Ensayo de ruptura de filete.- Como los demás tipos de ensayos mencionados, este método de prueba se utiliza principalmente en la calificación de soldadores.

2.4.2.4. - Ensayos de resistencia al impacto.- Una propiedad importante de los metales es la tenacidad que se define como la habilidad de un material para absorber energía. De acuerdo con el ensayo de tensión, la tenacidad de un metal puede describirse como el área bajo la curva

Esfuerzo-deformación, este es un valor para la cantidad de energía que puede ser absorbida por un metal cuando se aplica una carga gradualmente.

Sin embargo en el ensayo de resistencia al impacto, la carga es aplicada rápidamente de tal manera que el ensayo utilizado para determinar esta propiedad de los metales es la prueba de impacto.

La prueba de impacto utiliza una probeta que contiene algún tipo de ranura y la carga se aplica de una manera muy rápida a una temperatura determinada.

CAPITULO

3

CAPITULO 3: SUPERVISIÓN DE LOS TRABAJOS DE SOLDADURA

3.1. - Inspección Visual. La inspección visual constituye una parte de las prácticas de control de calidad. Es el método más empleado por ser fácil de aplicar, rápido, barato y no exige equipo especial para realizarlo.

El inspector debe estar familiarizado con los códigos o normas aplicables, con estándares de calidad y con las fases de buena práctica de taller, además la inspección debe ser considerada bajo tres aspectos principales:

3.1.1. - Supervisión antes de la soldadura

Esta fase de inspección se debe efectuar antes de que inicien los trabajos de soldadura, para comprobar que se dispone de equipo y recursos materiales, capacidad técnica y soldadores calificados.

Aquí se deben detectar y resolver a satisfacción a que se han cumplido los siguientes requerimientos:

- 1) Se debe desarrollar por escrito una especificación de procedimiento de soldadura y estar calificado de acuerdo con lo establecido al código o norma aplicable.
- 2) Los soldadores deben estar calificados en el proceso y tipo de trabajo que van a ejecutar y se les debe asignar una clave de identificación.
- 3) Se deben contar con máquinas de soldar, cables, portaelectrodos y demás equipo de capacidad necesaria y en condiciones apropiadas de operación.
- 4) El material base ha de tener el bisel preparado como lo indique el procedimiento de la unión.
- 5) El material base a unir debe estar totalmente libre de óxidos, herrumbre, escamas, aceite, pintura y de cualquier material extraño que pueda perjudicar la soldadura.
- 6) No se debe rellenar con materiales extraños (varillas de construcción) cuando por alguna causa quedada una abertura de raíz excesiva.
- 7) Los metales base a soldar deben estar alineados, armados y perfectamente limpios.
- 8) El metal base a soldar debe precalentarse cuando la temperatura de ambiente o el código así lo exijan.
- 9) No se debe soldar cuando llueva o cuando haya viento excesivo a menos que el lugar de trabajo este perfectamente protegido.

10) El metal base (placas, tubos ó accesorios), no debe presentar laminaciones sobre el bisel. Cuando haya tales laminaciones, no se debe soldar hasta que se explore con inspección ultrasónica la magnitud de las laminaciones y definir si es aceptable o rechazable.

En este caso decidir si se debe cambiar el componente o hay alguna forma de reparación.

11) El metal de aporte debe ser de la especificación que se calificó y deben de estar en buen estado, especialmente los electrodos revestidos.

12) Los parámetros de proceso, corriente, velocidad de avance del arco, flujo de gas (en el caso de los procesos GTAW y GMAW), etc. deben mantenerse dentro de los rangos calificados.

3.1.2. - Supervisión durante la soldadura

Esta supervisión se desarrolla durante la ejecución del trabajo de soldadura con el propósito de evitar desviaciones del procedimiento establecido y calificado.

Esta supervisión no se hará al 100%, si no a un porcentaje menor a juicio del supervisor de soldadura, considerando los siguientes requisitos:

- a)- Que sea suficiente para evaluar el nivel de calidad del trabajo de cada soldador
- b)- Que sea suficiente para evaluar el nivel de calidad de cada soldadura

El supervisor de soldadura debe comprobar que se cumplen los siguientes requerimientos:

1)- El cordón de fondo debe quedar depositado en forma uniforme y con suficiente penetración. Ninguna junta de tubería debe ser suspendida cuando solo se ha depositado el cordón de frente.

2)- Después de depositar cada cordón, debe eliminarse completamente la escoria y los poros en la superficie, hasta que quede el metal limpio y sano.

3)- Frente para la tubería subterránea, en las demás soldaduras de tubería los cordones de vista se deben depositar en forma ascendente (levantada) y no descendente (chirreada).

4)- Se debe aplicar la técnica de retroceso cuando así lo exija el código o diseño.

5)- Se debe respetar la secuencia en que han de depositarse las diferentes soldaduras para minimizar las distorsiones y esfuerzos residuales, especialmente en los fondos y techos de tanques.

6)- No debe usarse electrodo revestido invirtiendo la polaridad para limpieza en la soldadura (alcayar) o en el metal base. Se usará equipo de arco - aire

7)- Cuando así lo establezca el código o el procedimiento calificado, debe darse postcalentamiento y/o relevado de esfuerzos

8)- Una vez terminada la soldadura se debe limpiar perfectamente toda la escoria y se debe eliminar el choporroteo o residuos de soldadura

9)- No se debe rellenar con materiales extraños (varillas de construcción) cuando por alguna causa ha quedado una abertura de raíz excesiva

10)- El cordón de fondeo debe quedar depositado en forma uniforme y con suficiente penetración. Ninguna junta de tubería debe ser suspendida cuando solo se ha depositado el cordón de fondeo

11)- Después de depositar cada cordón, debe eliminarse completamente la escoria y los poros en la superficie, hasta que quede el metal limpio y sano

12)- Excepto para tubería subterránea, en las demás soldaduras de tubería los cordones de vista se deben depositar en forma ascendente (Levantada) y no descendente (Chorreada)

13)- Se debe aplicar la técnica de retroceso cuando así lo exija el código o diseño

14)- Se debe respetar la secuencia en que han de depositarse las diferentes soldaduras para minimizar las distorsiones y esfuerzos residuales, especialmente en los fondos y techos de tanques

15)- No debe usarse electrodo revestido invirtiendo la polaridad para limpieza en la soldadura (alcayar) o en el metal base. Se usará equipo de arco aire

16)- Cuando así lo establezca el código o el procedimiento calificado, debe darse postcalentamiento y/o relevado de esfuerzos

17)- Una vez terminada toda la soldadura se debe limpiar perfectamente toda la escoria y se debe eliminar el chisporroteo o residuo de soldadura

3.1.3. - Supervisión final.

En esta fase de la supervisión se debe evaluar la calidad de la soldadura terminada y tomar una decisión de aceptación o rechazo.

Se ha de aplicar el 100% de las uniones soldadas y en toda su longitud. Como resultado, se debe formular un reporte y si hubiera defectos fuera de lo normal, se marcarán físicamente para su reparación.

Para dar por aceptadas las soldaduras y antes de que proceda la inspección radiográfica o algún otro tipo de prueba, el supervisor de soldadura debe inspeccionarlas al 100% una vez que el contratista los haya dado por terminados.

El supervisor debe comprobar que en cada soldadura se ha marcado a un lado la clave del soldador que la ejecutó.

Además debe verificar que la soldadura este libre de los siguientes defectos:

1) Poros en la superficie (PS)

Bolsas de gas atrapado en el metal de soldadura durante el depósito del cordón de vista. La soldadura porosa debe eliminarse por esmerilado hasta que se llegue al metal sano. Si después de esta operación correctiva aun queda un cierto refuerzo a corona, no será necesario ninguna operación adicional, si por el contrario, debido al esmerilado queda una corona insuficiente, será necesario agregar más soldadura.

2) Roturas en la superficie (RS)

Son fracturas en la soldadura o en el metal base, o en ambos, provocados por incompatibilidad entre el metal base y el metal de aporte o bien por causas mecánicas. En caso de duda o por roturas muy finas el supervisor puede auxiliarse con la examinación por líquidos penetrantes o por partículas magnéticas.

3) Socavado en el metal base (SB)

Es un canal o deficiencia de material a lo largo de la junta de la soldadura y que representa puntos donde hay concentración de esfuerzos.

4) Socavado entre cordones (SRC)

Son las irregularidades o valles entre los cordones adyacentes depositados en serie para soldaduras en posición horizontal. Cuando hay socavado pero con una corona suficiente, bastará con

eliminar por esmerilado las irregularidades si la corona quedara baja después del esmerilado, sería preferible primero rellenar los socavados con un metal de aporte y luego uniformizar con esmerilado

5) Corona excesiva (CE)

Esta situación se presenta cuando el refuerzo de la soldadura tiene una altura superior al máximo permisible por el código o diseño. normalmente hay que desbastar el exceso por el esmerilado, pero el supervisor debe decidir si ésta resulta práctico y necesario porque durante el esmerilado podría producirse daño en el metal base.

6) Corona baja (CB)

Se presenta este defecto simplemente cuando el metal de aporte agregado ha sido insuficiente para cubrir por completo la ranura o sea que el espesor de la soldadura en algunos puntos es menor al espesor del metal base.

7) Cordón de vista Irregular (VI)

Se entiende por este defecto cuando el ancho, la altura de refuerzo y la apariencia de la soldadura son muy variables a lo largo de la soldadura, dando lugar a puntos de concentración de esfuerzos y de corrosión o ataque atmosférico acelerado

8) Limpieza incompleta (LI)

Cuando no se ha eliminado por completo la escoria del cordón de vista o que han quedado residuos de soldadura en el metal base por chisporroteo

9) Garganta de filete insuficiente (GI)

Este es un defecto dimensional cuando la garganta de las soldaduras de filete es menor del tamaño exigido por el código o diseño. En cierto modo, este defecto es a las soldaduras de filete lo mismo que la corona baja en las soldaduras a tope

10). - Desalineamiento de superficie (da)

Las superficies de los miembros a unir deben quedar sobre el mismo plano. Cuando hay cierta diferencia en el diámetro exterior, excentricidad o simplemente por mal armado, resultará el desalineamiento de superficie. Este desalineamiento debería repartirse en toda la circunferencia para minimizarlo.

11). - Sobremona (SM)

Es un defecto relacionado con el perfil de la soldadura y consiste en que el metal de soldadura se extienda más allá de la orilla de fusión, formando así puntos de elevada concentración de esfuerzos

Durante la supervisión se deben de llevar acabo registros de las actividades realizadas durante la ejecución de soldaduras como en el formato propuesto a continuación

3.14 REPORTE DE SUPERVISION METALURGICA A UNIONES SOLDADAS

CLIENTE: _____	FECHA: _____
LOCALIZACION: _____	LUGAR: _____
TIPO DE REPARACION: _____	NORMA APLICABLE: _____
CONTRATISTA: _____	WPS Y PQR DE _____

UNION SOLDADA: _____	NOMBRE DUCTO: _____
DIAMETRO: _____	ESPECIF. MATERIAL: _____
SERVICIO: _____	PRESION DE OPERACION: _____

CROQUIS PUNTO 2

NOMBRE DE LOS SOLDADORES ←		RESULTADO	
		CUMPLE	NO CUMPLE
1.0 ESTADO DE LA MAQUINA DE SOLDAR			
1.1 VOLTIMETRO Y AMPERIMETRO		✓	
1.2 CABLES		✓	
1.3 ZAPATAS		✓	
1.4 MANERAL		✓	
2.0 ACCESORIOS ADECUADOS PARA EL ARMADO DE LA		✓	
3.0 ACCESORIOS PARA APLICACION DE PRECALENTAMIENTO		✓	
4.0 ACABADO DE LOS BISELES		✓	
5.0 ALINEAMIENTO DE LA UNION		✓	
5.1 SEPARACION DE LA RAIZ		✓	
6.0 CONTROL DE HUMEDAD DE LOS ELECTRODOS		✓	
7.0 APLICACION DE LA SOLDADURA		✓	
7.1 VELOCIDAD		✓	
7.2 DIRECCION		✓	
7.3 POSICION		✓	
8.0 INSPECCION VISUAL A LA SOLDADURA		✓	
8.1 FONDEO		✓	
8.2 RELLENO		✓	
8.3 VISTA		✓	
9.0 PROCEDIMIENTO DE LA SOLDADURA		✓	
10.0 CALIFICACION DEL SOLDADOR		✓	
11.0 CALIFICACION DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA		✓	

E-6010
E-7018
E-7018

ELABORO _____	REVISO _____	AUTORIZO _____
SUPERVISOR	JEFE DE PROYECTO	REPRESENTANTE

CAPITULO

4

CAPITULO 4: Aplicación en campo

4.1. - Procedimiento para la supervisión durante el tendido de líneas de conducción de hidrocarburos de Pemex.

1.0 Objetivo

1.1. - Establecer los parámetros y lineamientos que debe realizar el supervisor metalúrgico durante las actividades del tendido de líneas de conducción.

2.0 Alcance

2.1 - El presente procedimiento aplica a todos los sistemas de tubería destinadas al transporte de hidrocarburos y aplica a todas sus modificaciones o sustituciones, incrementos ó cambios de servicio de un sistema de tubería existente. Así mismo aplica a tuberías principales y auxiliares para hidrocarburos líquidos y amoníaco anhidrido líquido en terminales de tubería (marítimas, fluviales, terrestre), en tanques de almacenamiento, estaciones de bombeo, estaciones reductoras de nivel, estaciones reductoras de presión, estaciones de medición incluyendo trampa de envío y recibo de diablos, así mismo quedan comprendidas la tubería para transporte y distribución de gas, estaciones de compresión, regulación y medición, líneas troncales y ramales hasta la caseta de medición del consumidor.

3.0 Definiciones

3.1. - Sistemas de Tubería.- Consiste de tubos, bridas, pernos o espárragos, empaquetadora, válvulas, dispositivo de alivio, recipientes a presión, dispositivo de pulsaciones, válvulas de seguridad, reguladores, conexión y partes sometidas a presión de otros componentes de los sistemas de tuberías, incluyen también soportes.

3.2. - Paquete Constructivo.- Documentos que conforman los trabajos a realizar que esta acompañado del plano de localización o isométricos, especificaciones y de toda aquella información que se requiera para la construcción y montaje de la línea.

3.3. - Soporte.- Elemento estructural o civil que tiene contacto con la tubería y puede ser restrictivo o guía, integrado o no integrado.

3.4. - Ensayos no destructivos.- Pruebas realizadas en materiales o soldaduras y los cuales no afectan la integridad física o química del material, estas pueden ser superficiales, subsuperficiales o volumétricas. Por ejemplo: Líquidos penetrantes, partículas magnéticas y ultrasonido.

3.5. - Registro.- Documento elaborado por personal calificado, reportando las actividades y observaciones realizadas, estas pueden ser del estado de obra, de aceptación o rechazo de acuerdo con la norma aplicable, normalmente se hacen formatos previamente autorizados.

3.6. - Isométricos.- Es un dibujo isométrico editado por ingeniería, contiene la información necesaria para la instalación de tubería y componentes de tubería de campo.

3.7. - Derecho de Via.- Es una franja de terreno donde se alojara la tubería con los señalamientos adecuados y medidas específicas, de tal manera que permanezcan inalterables durante todo el tiempo de operación del sistema. Ver figura 1

3.8. - PEP Pemex Exploración y Producción.

3.9. - IMP Instituto Mexicano del Petroleo

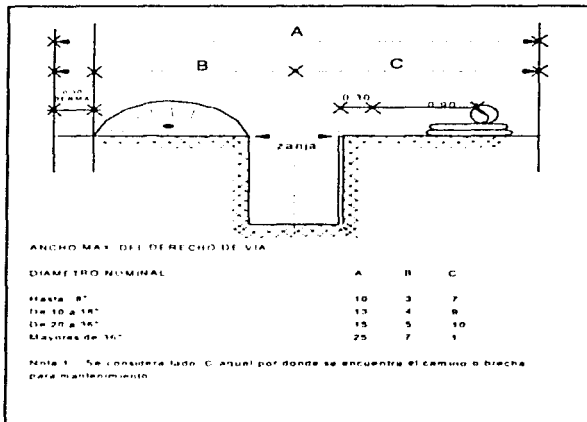


Fig 1

4.0. - Responsabilidades.

4.1 - Es responsabilidad del diseñador de PEP ó proyectista de la tubería, la elaboración de análisis de riesgo y/o manifiesto ambiental establecido en la ley de materia

4.2 - Es responsabilidad del jefe de supervisión metalúrgica que el personal a su cargo compruebe que la calidad de los trabajos realizados sea la requerida por este procedimiento

4.3 - Es responsabilidad del supervisor del IMP verificar que el contratista cumpla con los requisitos establecidos en la especificación API-1104 / código ASME secc V/IX, mientras duren los trabajos relacionados al tendido de líneas de conducción

4.4 - Es responsabilidad del inspector del IMP verificar el programa de avance del contratista, así como la de llevar un control específico del número de juntas, tramos instalados y longitud de los mismos, se deberá hacer un reporte diario, el cual tendrá que ser firmado por el contratista y el supervisor de PEP.

4.5 - Es responsabilidad del contratista realizar la calificación y certificación de los procedimientos de soldadura así como la de los soldadores, antes del inicio de actividades

5.0. - Prerequisitos:

5.1 - Antes del inicio de la supervisión de la instalación de la tubería, el paquete constructivo deberá estar formado y debidamente autorizado por personal de PEP

5.2 - El supervisor metalúrgico, contratista y todo el personal deben conocer las condiciones de los permisos de cruzamiento de áreas federales, estatales y particulares, así como las limitaciones de uso.

5.3 - Es necesario que el personal supervisor del IMP sea entrenado y calificado como supervisor metalúrgico Nivel I y Nivel II.

5.4 - Todo el personal del IMP que inicie la construcción de una línea realizará el paquete de control de la misma cumpliendo con los formatos aquí indicados

6.0. - Documentos aplicables:

Si la revisión ó la edición no esta identificada, la revisión aplicable será la última

- | | | |
|-----|-----------------------|--|
| 6.1 | API-STD-1104-94 | Welding of pipelines and related facilities |
| 6.2 | API-SPEC-5L-95 | Specification for line pipe |
| 6.3 | API-RP-5LB-90 | Recommended practice for field inspection of new line pipe |
| 6.4 | CÓDIGO ASME SECCION V | |
| 6.5 | NACE-MR-01-75 | Sulfide stress cracking resistant metallic material for all field equipment |
| 6.6 | No.-03 0 02 | Derecho de vía de las tuberías de transporte fluidos |
| 6.7 | REF API/AWS ESP. | Procedimientos para reparación de soldaduras rechazadas por ensayos no destructivos. |
| | ESP. PEP. | |

7.0 Equipo a Utilizar:

- 7.1 - Welding gaige o filow
- 7.2 - Flexómetro
- 7.3 - Lámpara de diámetro pequeño para inspección de tubería interna
- 7.4 - Lámpa térmica de 120 C
- 7.5 - Espejo

8.0 Desarrollo

8.1 - El supervisor del IMP solicitará y establecerá nombre e identificación de la obra, número de contrato y orden de trabajo

8.2 - El supervisor del IMP solicitará al representante de PEP la documentación técnica del proyecto, tal como requisición de material, bases del usuario, memorias de cálculos, planos isométricos, especificaciones aplicables verificando a la vez que el contratista tenga la última revisión de la misma. Esto deberá ser antes de iniciar la obra

8.3 - El supervisor del IMP solicitará al contratista los procedimientos constructivos que empleará en el montaje de la tubería, dichos procedimientos serán manejo, transporte y almacenamiento de tuberías, pernos, accesorios, válvulas, espárragos, bridas, etc. procedimientos de izaje y maniobras

8.4 - El supervisor de IMP solicitará y verificará que todos los tubos, conexiones o accesorios que se instalen, presenten una inscripción indeleble que certifique la especificación del material, así mismo revisará conjuntamente con el contratista la integridad física de los elementos, reportando si son aceptados o no al personal de recubrimientos no metálicos

8.5 - El supervisor del IMP verificará que la calificación de los procedimientos de soldadura y de los soldadores se realicen antes del montaje, verificando que cumplan con lo indicado en el código ASME sección IX o por el estándar API 1104 registrando esto en el anexo correspondiente

8.5 - Supervisión y control de materiales

8.5.1 - El supervisor del IMP verificará que el constructor lleve un registro de tubos, conexiones, válvulas, etc., que se usen en la construcción indicando su respectiva especificación de material, No. de pedido, proveedor, serie de fabricación, así como su localización en el montaje o tendido de la línea

8.5.2 - El supervisor del IMP verificará que todos los tubos, válvulas, accesorios y recubrimientos sean marcados adecuadamente en su almacenamiento, transporte y montaje dando mayor atención cuando estos sean recibidos en patio o fábrica y tengan que ser acarreadas o se hagan maniobras de izaje para su instalación en el derecho de vía

8.5.3 - Todos los tubos, accesorios o elemento prefabricados serán revisados antes de su montaje y serán reparados o sustituidos aquellos que presentan abolladura, aplastamiento, arranque

de material y ranuras (concentraciones de fuerza) Aquellos tubos que presenten daños en su recubrimiento serán marcados y reportados al personal que corresponda

8 6 4 - Cuando no sea posible sustituir o cambiar el elemento dañado será removido en forma de carrete. Todas las ranuras y laminaciones detectadas en los extremos de una tubería serán desechados los tramos completos

8 6 5 - Todas las abolladuras que afecten las curvaturas del tubo en la soldadura longitudinal o circunferencial serán removidos por carretes. La parte del tubo que contenga arrugas debe ser eliminada en forma de carrete. Criterio de rechazo de abolladuras con profundidad de 6.35 mm en tubos de 4" ó menores. Daños en profundidad al 6% del diámetro nominal en tubos mayores de 4"

Nota: No se acepta la inserción de parches o refuerzos sobrepuestos en la reparación de una abolladura

8 7 - Caracterización de zanjas

8 7 1 El supervisor del IMP verificará que la zanja donde se alojara la tubería tenga la profundidad y amplitud indicada en el proyecto de acuerdo a su diámetro. El fondo de la zanja deberá ser lo más regular posible observando un apoyo uniforme sin forzamientos o dobleces mecánicos de la tubería. En terrenos rocosos se tenderá sobre el fondo de la zanja una capa de por lo menos 10 cm. de espesor con material suelto libre de rocas o componentes de aristas aguada y cortantes

LOCALIZACIÓN	ESP. DE LA CUBIERTA EN CM	
	SUELO NORMAL	ROCA FIRME
Área sin construcción clase 1	100	60
Área sin construcción clases 2,3 y 4	100	60
Canal de drenes en caminos y ferrocarriles	120	60
Vías fluviales	180	60

8 7 2 - Para tubería que transportan gas L.P. ó amoníaco anhidrido en terrenos rocosos será de 90 cm en áreas de localización clase 1 y de 120 cm en localizaciones clase 2,3 y 4

8 8 - Supervisión del curvado en tubos

8 8 1 - Requerimientos de campo de curvas hechas en frío. Se verificará que la máquina a emplear sea la indicada para el proceso de doblado. Si el tubo tiene costura longitudinal está deberá de ubicarse en el eje neutro de la curva

8 8 2 - Las curvas deben realizarse con tubo de espesor de pared de acuerdo al uso especificado (hidrocarburos líquidos o gaseosos)

8 8 3 - El máximo ovalamiento permitido en tubo de 4" y mayores no será mayor de 2.5% del diámetro nominal del tubo

8 8 4 - En tubería los radios mínimos de los dobleces será de acuerdo con la siguiente tabla

O nominal exterior del tubo (pulgadas)	Deflexión máxima del eje longitudinal (grados)	Radio mínimo de dobléz (Ø del tubo)
12 1/2" y menores	3.2	18D
14"	2.7	21D
16"	2.4	24D
18"	2.1	27D
20" y menores	1.9	30D

8.8.5 - Se verificará que las curvas tengan un contorno suave y estarán libres de daños mecánicos. Todas las soldaduras concurrencias de los tubos sujetos a doblado serán probados posteriormente. Los abombamientos o deformidades en el lado cóncavo de la curva no deberán exceder de 1/8" de profundidad.

8.8.6 - En el proceso de curvado deben dejar tramos rectos de cuando menos 1.8 mts. de longitud en ambos extremos del tubo.

8.8.7 - No se aceptan codos soldables o de fábrica en ningún cambio de dirección en la línea regular.

8.9 - Soldadura

8.9.1 - El supervisor del IMP solicitará al contratista la calificación de su personal soldador, indicando el procedimiento por el que califica, mismo que deberá coincidir con el que está usando para realizar el montaje, registrando a esté personal en el formato correspondiente.

8.9.2 - Control de electrodos, aporte y/o equipos. El contratista acondicionará dentro de sus instalaciones y en campo un horno para el cuidado y mantenimiento de aquellos electrodos que lo requieran cumpliendo con la temperaturas establecidas, el resto deberá estar cubierto en lugares secos.

El contratista realizará revisiones a las máquinas de soldar para verificar que las lecturas indicadas en ellas (voltajes, amperaje) correspondan con las generadas y el supervisor del IMP verificará y reportará que lo anterior se cumpla.

Es responsabilidad del contratista solicitar a sus proveedores el certificado de los aportes y electrodos.

8.9.3 - Es importante que el Supervisor Metalúrgico tenga el certificado del procedimiento de soldadura ya que este marcará las condiciones reales en que se realizarán las soldaduras de prueba (proceso, materiales base, diámetro y espesores de material base, biselés o tipos de union, aportes, características eléctricas de calentamiento, posición, temperatura entre pasos, postcalentamiento, gas protector, etc.)

8 9 4 - Cuando se utilicen alineadores estos se removerán cuando las soldaduras estén al 100% en fondeo se propone un formato de inspección a uniones soldadas y que este se encuentre firmado por el contratista y el supervisor metalúrgico (éste último firmará lo que él observe)

8 9 5 - La operación de soldeo debe protegerse de las condiciones meteorológicas (lluvias, polvo, aire, etc.) que puedan ser perjudiciales para la soldadura

8 9 6 - El alineamiento de tubos de diámetros de 12" y mayores debe realizarse con alineamiento interior. En los empates donde se empleen alineadores externos tipo canasta, debe mantenerse hasta aplicar el fondeo en un 50%. Los tubos se deben alinear alternando su costura longitudinal a 30° a cada lado del eje vertical. La conexión eléctrica de tierra no debe soldarse a la tubería, así como tampoco debe realizarse en equipo de proceso instalados

8 9 7 - El desalineamiento entre junta de tubería no debe excederse de 1/16" (1.6mm)

8 10 - Recomendaciones en la aplicación de soldadura

8 10 1 - Precalentamiento. Cuando se sueldan materiales disímiles y que tienen precalentamientos diferentes se tomará el del material mayor. Para las mediciones del precalentamiento se debe utilizar lápices térmicos, termoidicadores, termocoples, prometros o cualquier otro instrumento que asegure la medición

8 11 - Recomendaciones para el relevado de esfuerzos

8 11 1 - Cuando una junta soldada una partes de diferente espesor pero de materiales similares el espesor de pared que se tome para aplicar el relevado de esfuerzos debe ser el siguiente:

a) - El de mayor espesor de tubos unidos

b) - El espesor del tubo en caso de conexión de ramales, bridas deslizables y accesorios de embutir y soldar

8 11 2 - En soldaduras de materiales disímiles cuando alguno de ellos requiere relevado de esfuerzos también debe someterse a este tratamiento

8 11 3 Cuando se relevan de esfuerzos una junta entre materiales diferentes, teniendo un relevado de esfuerzos diferentes el material que requiera relevado de esfuerzo a mayor temperatura gobernará la prueba

8 11 4 - Las partes deben calentarse lentamente hasta la temperatura requerida y mantenerse por un periodo determinado sobre la base de 1 hr/pulg. de espesor pero en ningún caso menos de ½ hora. El enfriamiento subsecuente será uniforme y lento

8 12 - Equipo para el recalentamiento y relevado de esfuerzos

8 12 1 El relevado de esfuerzo puede ser realizado por inducción, resistencia eléctrica, con multiflamas y quemadores circunferenciales que permiten lograr una temperatura uniforme y mantenerlo durante el tiempo del relevado.

8.13 - Inspección y pruebas de soldadura

8.13.1 El supervisor del IMP revisará y verificará que el personal técnico encargado de tomar, revelar, interpretar y reportar los resultados de la inspección debe tener y presentar la documentación que lo acredite como técnico calificado en inspección no destructiva de acuerdo al **standard SNT-TC-1A** dicho documento contendrá lo siguiente:

- a) - Identificar con certeza al titular
- b) - Indicar la norma conforme a la cual fue calificado y los procedimientos de inspección no destructiva que fueron incluidos en dicha calificación
- c) - Indicar la institución u organismo que expide la certificación

8.13.2 Las funciones y alcances de cada inspector estarán determinadas de acuerdo a su nivel

Nivel I: Realiza calibraciones de los equipos, inspecciones y evaluaciones específicas de acuerdo con la técnica para la cual fue calificado y registra los resultados y debe ser guiado o supervisado por un técnico Nivel II o III

Nivel II: Todo lo del nivel II más interpretar o evaluar los resultados con respecto a los códigos, normas, estándar o especificaciones aplicables. Está familiarizado con el alcance y aplicaciones del procedimiento, realiza procedimientos, controla y reporta los resultados de las inspecciones

Nivel III: Todo lo del Nivel II además establece técnicas de inspección así como diseñar el procedimiento y la técnica particular a emplear

8.13.3 - Las pruebas no destructivas deben ejecutarse al 100% de las soldaduras realizadas independientemente de la clase y de su localización

8.13.4 - Tanto el contratista como el supervisor del IMP llevarán el control de las juntas realizadas, así como el control de pruebas no destructivas que se realicen, de soldaduras aceptadas y rechazadas, el de soldadura modificadas y reparadas. Esto es con la finalidad de mostrar a la entidad operativa en donde se encuentran localizados a través de los planos del trazo general por secciones de 3 Km

8.13.5 - Todos los reportes de las pruebas por ensayos no destructivos deberán tener indicaciones las referencias necesarias para la identificación y localización de la junta en el campo como son: sistemas de tubería, diámetro del trazo, la parte del sistema inspeccionado, kilometraje, número progresivo de junta, etc. de manera que la soldadura en cuestión y cualquier discontinuidad en ella puede ser localizada en forma precisa y rápida, estas indicaciones los contendrá la placa radiográfica además debe aparecer perfectamente visible el número ó hilo del penetrante.

8.13.6 - Todos los defectos a excepción de las grietas en el cordón de raíz o en las cordones de relleno pueden ser reparados. Los defectos excepto roturas en el ultimo cordón pueden ser también reparados, ninguna rotura podrá repararse, en caso de presentarse deberá eliminarse toda la junta cortando un carrete. También todas las reparaciones deben cumplir con los estándares de

aceptabilidad de las pruebas no destructivas. Antes de que la reparación sea hecha los defectos serán enteramente removidos hasta que el metal base se encuentre sin defectos.

8.13.7. - Todos los defectos en el tubo (laminaciones, cuartaduras, hendidas, etc.) deben ser removidos o separados y quedar dentro de especificación después de la reparación.

8.13.8. - Las soldaduras reparadas serán nuevamente sometidas a inspección por el método - previamente usado. Una soldadura podrá ser reparada como máximo dos veces.

8.14 - Limpieza interior.

8.14.1. - La limpieza interior no será iniciada hasta que se hayan concluido los trabajos de soldadura. La limpieza interior de la tubería se realizará corriendo un diablo.

8.14.2. - Diablo de limpieza lo forma un centro tubular o ciego de acero que sostiene en cada extremo una copa de hule entre dos discos y el frente un disco de acero a 95% del diámetro interior el cual debe usarse para verificar las dimensiones del tubo.

8.14.3. - Se correrán los diablos de limpieza impulsados por aire en secciones de tubería de 5 Km. de longitud como máximo, colocando en el extremo corriente arriba de la tubería una trampa de diablos removible hecho del mismo tipo tubo para atorar el diablo e introducirlo después a la tubería y con la conexión necesaria para inyectar aire a presión utilizando una compresora con la capacidad necesaria. En la corriente abajo del tramo de la tubería se debe colocar otra trampa receptora con un tubo perforado para que expulsen aire que desaloje el diablo en la línea ambas se sellan a la tubería y se después para seguir las utilizando en los tramos subsiguientes.

8.14.4. - Se controlará el paso de diablos a lo largo de la línea si llegara atorarse se cortara la tubería, se repara, se anotan las causas y se volverá a correr el diablo.

Conclusiones :

En base a la experiencia adquirida en campo, en cuanto a supervisión de soldadura se refiere, a demás de los cursos de capacitación a los que he asistido, me nació la inquietud de realizar el presente trabajo, con el propósito de tratar de documentar los principios en los que se basan una buena supervisión

Haciendo énfasis de la importancia de obtener alta calidad en una soldadura que formara parte de un sistema, ya sea una estructura , un mecanismo, una línea de conducción, etc

Es por eso que el Instituto Mexicano del Petróleo, institución en la que actualmente laboro como supervisor, se ha preocupado por la capacitación y actualización del personal que labores de supervisión y control de calidad de uniones soldadas, con el propósito de homogeneizar criterios

En este trabajo se pretende establecer los criterios y lineamientos a seguir, así como las actitudes y conocimientos del personal encargado de llevar a cabo la supervisión y el control de calidad durante la ejecución de soldaduras, teniendo como objetivo primordial la obtención de uniones sanas, que con lleven conjuntamente a tener un alto grado de seguridad, abatir tiempos y costos, que finalmente se reflejan en \$

Bibliografías y referencias técnicas:

1. - Welding of pipelin and related facilities
Api satandar 1104. " Soldadura de tubería de línea e instalaciones relacionadas"
2. - Código ansi/asmе bpv sección ix.
Qualification estándar for welding and brazing procedures, welders, brazer, and welding and brazing operators.
- 3.- Pipeline Maintenance Welding Practices
Api Recomendad practice 1107
- 4.- Control de calidad en soldadura industrial
Carlos A. De la Vega
Editorial Diana
- 5.- Soldadura
Primera Edición
Instituto Politécnico Nacional
- 6.- Welding Inspection
Aws Committee on Methods of Inspection.
- 7.- Metalurgia de la soldadura
Instituto Mexicano del Petróleo.
- 8.- Especificaciones de soldadura
Comisión Federal de Electricidad.
- 9.- Curso de inspección de soldadura
Imende, a c
"Instituto Mexicano de ensayos no destructivos a c "
- 10.- Curso de soldadura para supervisores
Cominsa
"Corporación Mexicana de investigación de Materiales"

SIMBOLOGIA

ANEXO 1

**ESTA TERCERA NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

1.- Descoigaduras

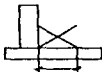


2.- Soldadura de filete



a).- De bordes iguales

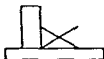
b).- De bordes desiguales



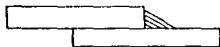
3.- Garganta en soldadura de filete

a).- Teórica

b).- Real



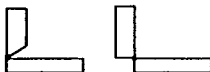
4.- Soldadura de filete completa



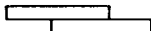
5)-Inclusiones de escoria



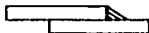
6).- Junta en esquina



7).- Junta a solape



a).- Con una soldadura



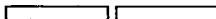
b).- Con doble soldadura



8).- Junta en T



9).- Junta a lope



a).- Con una soldadura



b).- Con doble soldadura



10).- Material de respaldo



11).- Socavado - Morderura

1).- Socavado

2).- Morderura



12).- Penetración excesiva



13).- Sobreepesor



14).- Soldadura de borrias



15).- Soldadura de tapon



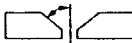
16).- Zona de fusión



17).- Zona afectada termicamente



18).- Angulo del bisel



19).- Raiz de la unión



20).- a) - Cordon de raíz
b) - Cordon de pazo caliente
c) - Cordon de relleno



21) - Preparación de bordes

a).- Recto



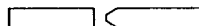
b).- En V



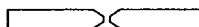
c).- En media V



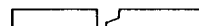
d).- en K



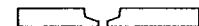
e).- en X



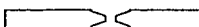
f).- en J



g).- en U



h).- en doble U

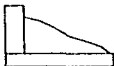


DEFECTOLOGIA

1).- Garganta insuficiente



2).- Solape



3).- Convexidad Excesiva



4 - Desnivelación

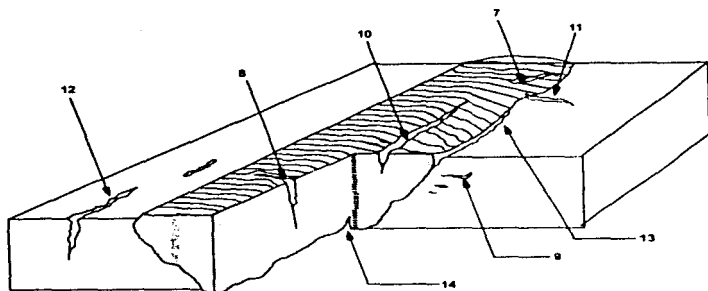


5 - Falta de penetración



6 - Concavidad Excesiva





- 7 - Grieta de cráter
- 8 - Grietas Transversales en el metal de la soldadura
- 9 - Grietas transversales en zona afectada por el calor
- 10 - Grieta longitudinal en la soldadura
- 11 - Grieta lateral sobreespesor
- 12 - Grieta en zona adyacente a la soldadura en metal base
- 13 - Grieta en la línea de fusión
- 14 - Grieta en el cordón de raíz

Anexo 2

Glosario de términos utilizados en supervisión de soldadura.

Acero al carbón

Un acero cuyas propiedades principales dependen del contenido de carbono y en el cual el contenido de otros elementos aleados es despreciable

Acero austenítico:

Acero que tiene una estructura austenítica estable a temperatura normal (ambiente)

Aleación:

Un material con propiedades metálicas compuesto de dos ó más elementos de los cuales al menos uno es un metal

Carga estática:

Una carga que es sostenida sin movimiento, tal como un peso colgado de una cuerda

Concavidad:

Condición en la cual el cordón de fundido ha fundido completamente la raíz de la unión pero que en el centro ha formado una contracción que disminuye el espesor de la junta

Corona baja:

Forma del cordón de vista en el cual el refuerzo está disminuido en el centro formando una depresión que reduce el espesor de la unión

Criogénico:

Se refiere al trabajo con materiales en ambientes que tienen una temperatura cercana al cero absoluto (-459.69°F)

Distorsión:

Un cambio en la forma, usualmente se refiere a cambios de forma producidos por esfuerzos internos.

Ductilidad:

La propiedad de un material que permite cambios en su forma sin fracturas, la ductilidad, se mide usualmente por medio de los valores de elongación y reducción de área obtenidos en una prueba de tensión

Elongación:

El aumento de longitud de una muestra de un material sometida a una prueba de tensión, expresado como un porcentaje de la longitud original
erw (electric resistance welding): soldadura por resistencia eléctrica

Estructura granular:

El tipo de estructura cristalina de un metal, según lo observado por el ojo o en un microscopio

Falta de fusión:

Es la falta de unión íntima entre metal de soldadura y metal base, o entre cordones de soldadura

Falta de limpieza:

Es la falta de pulido, cepillado, cincelado, etc. de restos de la fusión de la soldadura tales como escorias, chiporroteos o restos de elementos temporales, que puedan presentarse en la cara de la soldadura o en el metal base adyacente

Falta de penetración por desalineamiento:

Falta de fusión de uno de los bordes de la raíz por el cordón de fondo debido al desalineamiento de las caras en la raíz de la unión

Falta de relleno:

Llenado incompleto de la ranura de una unión con metal de soldadura

Fatiga:

La tendencia de un metal a fracturarse bajo condiciones de esfuerzos cíclicos repetitivos con valores inferiores a la resistencia máxima a la tensión del metal

Fcaw: (flux cored arc welding):

Soldadura de arco con alambre hueco.

Gmaw (gas metal arc welding):

Soldadura de arco metálico con gas inerte

Grietas:

Las grietas son discontinuidades producidas por rotura en el metal base o en el metal de aporte como resultado de tensiones producidas en el mismo durante la soldadura

Gtaw: (gas tungsten arc welding):

Soldadura con arco de tungsteno con gas inerte

Inclusiones: (metálicas y no metálicas):

Son materiales sólidos que quedan atrapados al solidificar el material de aporte, generalmente son inclusiones de escoria y tungsteno, este último producido en el proceso gtwa por el uso de corrientes muy altas que provocan la transferencia de gotas de tungsteno al metal de soldadura

Inspección por partículas magnéticas:

Método de inspección no destructiva que se usa para detectar discontinuidades superficiales y subsuperficiales en materiales ferromagnéticos. Las partículas magnéticas son aplicadas en la superficie de una pieza magnetizada, en donde son atraídas y dan una indicación del escape de flujo o fuga magnética causada por las discontinuidades

Kip:

Una unidad de carga que equivale a 1000 ó 453.59 kilogramos

Laminaciones:

Defectos de forma laminar que se encuentran en las placas de acero roladas y que provienen de rechupes, inclusiones o bolsas de gas en los lingotes

Límite elástico:

La carga máxima por unidad de área que puede ser aplicada a un material sin producir una deformación permanente

Límite proporcional:

La mayor carga por pulgada cuadrada de área transversal original en la probeta de una prueba de tensión, para la cual la elongación es proporcional a la carga.

Maleabilidad:

La propiedad de un metal para deformarse al ser sujeto a rolado ó martilleo cuando más maleable es un metal, más fácilmente puede ser deformado

Microestructura:

La estructura de los metales, revelada por una examinación en el microscopio de muestras pulidas y atacadas con ácidos y algunas otras substancias

Modulo de elasticidad:

Dentro del límite proporcional, si la fuerza (en libras por pulgada cuadrada) es dividida entre el esfuerzo (alargamiento en pulgadas por pulgada), se obtiene un valor denominado módulo de elasticidad del material, para acero aproximadamente 3×10^7

Normalizado:

Tratamiento térmico que consiste en calentar aproximadamente 100°F arriba de la temperatura de transformación y luego enfriar a temperatura ambiente con aire quieto

Penetración excesiva:

Exceso de penetración en el cordón de raíz

Pirómetro:

Un instrumento utilizado para medir temperaturas

Porosidad:

Son cavidades producidas por inclusiones gaseosas que pueden presentarse dispersas y de pequeño tamaño, o aparecer concentradas, generalmente hacia el centro del cordón de soldadura, dando lugar a cavidades de mayor tamaño su imagen radiográfica suele ser redondeada, ya que las inclusiones gaseosas tienden a ocupar el menor volumen y adoptar la forma esférica

Precalentamiento:

Significa un calentamiento lento y uniforme aplicado a un material antes de algún otro tratamiento térmico, mecánico o de soldadura

Propiedades físicas:

Propiedades diferentes a las enlistadas como propiedades mecánicas, tales como densidad, conductividad eléctrica y coeficiente de expansión térmica este término se utiliza a menudo para describir propiedades mecánicas, lo cual no se recomienda

Propiedades mecánicas:

Las propiedades de un material que involucren las relaciones entre fuerzas aplicadas y esfuerzos resultantes, tales como módulo de elasticidad, resistencia a la tensión, límite de fatiga, etc

Prueba de corrientes eddy:

Un método de prueba basado en inducción electromagnética, el flujo de corrientes eddy es inducida a la pieza y los cambios en el flujo causado por variaciones en la pieza a prueba son detectados por una bobina o juego de bobinas colocadas en la vecindad para su posterior análisis mediante instrumentación y técnicas adecuadas

Prueba de doblez guiado:

Una prueba se utiliza frecuentemente para verificar la ductilidad y/o sanidad de un material, consiste en doblar en frío hasta un cierto radio especificado, una muestra con medidas especificadas del material

Prueba de dureza brinell:

Esta prueba consiste en forzar una bola de un diámetro estándar adentro de la superficie de la pieza a prueba bajo una presión estándar, la cantidad de metal desplazado (el diámetro de la huella) se usa como indicación de la dureza

Prueba de dureza rockwell:

Esta prueba consiste en forzar una punta cónica de diamante o una bola de acero endurecida adentro de la superficie de la pieza a prueba bajo presión estándar, la profundidad de penetración es una indicación de la dureza rockwell

Prueba de impacto:

Determina la energía absorbida para fracturar una barra de prueba a alta velocidad. La prueba puede ser mediante tensión, dobléz o utilizando una probeta con una muesca que crea esfuerzos axiales en múltiples direcciones.

Prueba de Impacto Charpy:

Una prueba que es efectuada para determinar la tenacidad ó resistencia al impacto de un material. La prueba mide la energía requerida para romper una pieza del material a prueba con medidas estándar y con una muesca en el centro que se encuentra soportada en sus dos extremos.

Prueba Izod:

Una prueba que es efectuada para determinar la tenacidad de un material, se usa una probeta con una muesca y medidas estándar, la prueba proporciona la cantidad de energía requerida para romper la probeta soportada como una viga en cantiliver.

Punto de cedencia:

La carga por unidad de área transversal original con la cual en una prueba de tensión ocurre un aumento marcado en la elongación de la probeta sin aumento de carga.

Quemada :

Porción del cordón de raíz en la que la excesiva penetración ha causado que una parte del fondo se sople hacia el exterior dejando una cavidad en el cordón.

Radiografía:

Un método de inspección no destructiva en el cual la pieza a prueba es expuesta a un haz de rayos x ó rayos gamma y las diferencias en espesor, densidad ó absorción, causadas por discontinuidades internas, aparecen en la imagen producida en una película radiográfica colocada atrás del objeto.

Reducción de área:

La diferencia entre el área transversal de una probeta para prueba de tensión y el área transversal más pequeña en el punto de ruptura, se expresa usualmente como un porcentaje del área original.

Revelado de esfuerzos:

Tratamiento para reducir los esfuerzos residuales en un metal calentándolo hasta una temperatura adecuada abajo del rango de transformación, por un cierto tiempo y luego enfriando lentamente.

Refuerzo excesivo:

Exceso de material de aporte en el refuerzo de una unión que deforma el perfil del cordón

Resistencia a la tensión:

La carga máxima por unidad de área transversal original obtenida antes de la ruptura de una probeta de una prueba de tensión

Saw: (submerged arc welding):

Soldadura de arco sumergido

Smaw: (shielded metal arc welding):

Soldadura de arco metálico con electrodo revestido

Socavado:

Se presenta como una ranura en el borde de la soldadura debido generalmente a un exceso de calor que ha provocado fusión del metal base adyacente

Socavado por maquinado:

Reducción del espesor del material base, causado por abrasión de herramientas o equipo de limpieza

Translape:

Es una protuberancia de metal de soldadura sin fusión sobre la superficie del material base o entre pasos

Tratamiento térmico:

Una operación ó combinación de operaciones que involucran el calentamiento y enfriamiento del acero en estado sólido con el propósito de obtener ciertas propiedades mecánicas, microestructurales ó de resistencia a la corrosión

Unión a tope:

Tipo de unión de soldadura en el cual las partes a soldar se encuentran en el mismo plano

Unión de traslape:

Tipo de unión de soldadura en el cual las partes a soldar se encuentran adyacentes, en planos paralelos

Unión de esquina:

Tipo de unión de soldadura en el cual las dos partes a unir forman un ángulo recto en cuyo vértice se encuentran los extremos de ambas partes

Unión en T:

Tipo de unión de soldadura en el cual uno de los miembros llega perpendicularmente a la superficie del otro, formando una T

**ANEXO A
PUNTOS DE INSPECCION PARA
CALIFICACIONES SOLDADORES**

HOJA 1 DE 1

NO. MRR DEL SOLDADOR PL _____

No. DE IDENT _____

PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA _____

NUM.	CONCEPTO	A	R	NA
1	Colocación Probeta	_____	_____	_____
2	Ensamblaje Posición	_____	_____	_____
3	Materiales	_____	_____	_____
4	Alineamiento	_____	_____	_____
5	Paño de Raíz	_____	_____	_____
6	Variables Esenciales	_____	_____	_____
7	Inspección Visual Final	_____	_____	_____
8	Examen Radiográfico	_____	_____	_____
9	Doble Controlado	_____	_____	_____
10	Documentación	_____	_____	_____

OBSERVACIONES _____

A = ACEPTABLE

R = RECHAZADO

NA = NO APLICA

ELABORADO VERIFICO _____

REVISADO APROBADO _____

INSPECCION DE CONTROL DE CALIDAD _____

COORDINADOR DE CONTROL DE CALIDAD N. II _____

**ANEXO B
CALIFICACION DE
PROCEDIMIENTO
DE SOLDADURA**

HOJA 2 DE 2

(PQR) No _____

PROBETA No	ANCHO (in)	ESPESOR (in)	SECCION (in)	ENSAYO DE TRACCION (QW-150)		TIPO Y SITUACION
				TOTAL	UNEARIA	
				EL	PSL	

ENSAYO DE DOBLADO (QW-150)		
TIPO Y FIGURA No	RESULTADO	TIPO Y FIGURA No

PROBETA No	ENSAYO DE RESILIENCIA (QW-170)		TEMPERATURA ENSAYO	VALORES DE IMPACTO	EXPANSION LATERAL % AREA CRISTALIZ	MLB
	FN SALLA LOCALIZ	TIPO				

PRUEBAS DE SOLDADURA EN ANGULO (QW-150)

RESULTADO SATISFACTORIO SI NO PENETRACION EN BASE SI NO

ENSAYO DE MACROGRAFIA FUSION OTROS ENSAYOS

TIPO Y RESULTADO OTROS

SOLDADOR NOMBRE ENSAYO DE LABORATORIO No

ENSAYOS REALIZADOS POR PARA

CONFIRMAMOS QUE LOS DATOS DE ESTE REGISTRO SON CORRECTOS Y QUE LAS PRUEBAS FUERON

PREPARADAS, SOLDADAS Y INSPECCIONADAS SEGUN LOS REQUERIMIENTOS DEL CODIGO

FECHA _____

FIRMADO _____

**ANEXO C
INFORME DE CALIFICACION
DE SOLDADORES**

HOJA 1 DE 2

NOMBRE DEL SOLDADOR	No. DE CALIFICACION
PROCESO DE SOLDADURA	TIPO
DE ACUERDO CON LA ESPECIFICACION DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)	
RESPALDO (QW-487)	
ESPECIFICACION DE MATERIAL (QW-483)	ESPELOR A DE No. P A No. P
	DIAMETRO
ESPECIFICACION DE MATERIAL DE APOYE (QW-484) No.	No. DE CLASE No. P
	OTROS
POSICION (QW-485) 00 45 90+ ETC	
TIPO DE GAS (QW-486)	% COMPOSICION
CARACTERISTICAS ELECTRICAS (QW-488) CORRIENTE	POLARIDAD
PROGRESION DE SOLDADURA (QW-419)	
OTROS	

SOLO PARA

DIAMETRO DE METAL APOYE Y MARCA	
MARCA DE FUNDENTE DE ARCO SUMERGIDO	
MARCA DE GAS DE PROTECCION PARA SOLDADURA ARCO-METAL GAS	
RESULTADO DE PRUEBA DE	QW 462-2(a) QW 462-3(a) QW 462-
TIPO Y No. DE FIG	RESULTADO

ELABORO

REVISO

APROBO C C

(NOMBRE, FIRMA Y FECHA)

(NOMBRE, FIRMA Y FECHA)

(NOMBRE, FIRMA Y FECHA)

**ANEXO C
INFORME DE CALIFICACION
DE SOLDADORES**

HOJA 2 DE 2

RESULTADOS RADIOGRAFICOS (QW-304, QW -

Para la alternativa de Calificación de Soldadura de Ranura por Radiografía

Resultado de Radiografía

Informe No

Longitud y porcentaje de Defecto

Pulgadas

Prueba - Marca - Fusión

Apariencia - Tamaño de Nudo (spot)

II

Prueba realizada por

Prueba de laboratorio No

Certificamos que lo establecido en este registro es correcto y que la prueba fue preparada, tomada y probada de acuerdo con los requerimientos de la Sección IX del Código ASME

NOTA: Cualquier Variable esencial agregada a los anteriores será registrada

OBSERVACIONES

ELABORÓ:

REVISÓ

APROBÓ C C

(NOMBRE, FIRMA Y FECHA)

(NOMBRE, FIRMA Y FECHA)

(NOMBRE, FIRMA Y FECHA)

**ANEXO D
ESPECIFICACION DE
PROCEDIMIENTO DE
SOLDADURA**

HOJA 1 DE 3

PROCESO (S) DE SOLDADURA

POR #
TIPO

UNIONES (C/W - 403)

DISEÑO DE LA JUNTA

RESPALDO (S)

(NO)

MATERIAL DE RESPALDO (TIPO)

METAL BASE (C/W - 403)

R#

GRUPO #

AL R#

GRUPO #

ESPECIFICACION TPO Y GRADO

A ESPECIFICACION TPO Y GRADO

LIMITE DE RESORES

SEAL BASE

A

PENETRACION

A RINDO N

METAL SOLDADURA TUBERIA ENDIAMETROS

CHAPA

OTROS

METAL DE A POR TE (C/W - 403)

No F

No A

No DE LA ESPECIFICACION (S/A) N°

TAMANO DE ELECTRODO

TAMANO DE LA VARILLA

FUNDENTE (con especificacion)

NOMBRE COMERCIAL

FUNDENTE (Grado y Numero)

CON RAZON DE ELECTRODO FUNDENTE

INERTO CONSUMIBLE

OTROS

OTROS

OTROS

A WS No (S/A) #

**ANEXO D
ESPECIFICACION DE
PROCEDIMIENTO DE
SOLDADURA**

HOJA 2 DE 3

POSICION (QW - 408)
POSICION DE LA JUNTA
DIRECCION ASCENDENTE
OTROS

DESCENDENTE

PRECALENTAMIENTO (QW - 409)
TEMP DE PRECALENTAMIENTO MIN
TEMP DE ENTREFRASEO (MAXIMO)
MANTENIMIENTO DE PRECALENTAMIENTO
OTROS

TRATAMIENTO TERMICO POST SOLDADO (QW - 409)

TEMPERATURA
VELOCIDAD SUBIDA
TIPO DE PERMANENCIA

BAJADA
OTROS

GASES (QW - 409)

GAZE PROTECCION
COMPOSICION Y DEMANDA
VELOCIDAD DE CAUDA
GAS PORTA
COMPOSICION Y DEMANDA
OTROS

CARACTERISTICAS ELECTRICAS (QW - 409)

CORRIENTE AC O DC
CORRIENTE AC O DC
AMPERIOS (RICALA)

POLARIDAD
POLARIDAD

PARA PROCESO
PARA PROCESO
VOLTIOS (RICALA)

MANEJO Y USO DEL ELECTRODO DE SINGSTINO
MODO DE TRANSFERENCIA METALICA PARA GMAW
ESTALA DE VELOCIDAD DE AVANCE DEL METAL DE PORTADON

CAPA DE SOLD. PROTECT.	METAL DE APORTE	CORRIENTE	VELOC. ESC	VELOC. AVANCE	OTROS
	CLASE DIAMETRO	ESPECIAL	AMPERIOS		

ANEXO D
ESPECIFICACIONES DE
PROCEDIMIENTO DE
SOLDADURA

HOJAS DE 3

TECNICA DE SOLDADO (QW - 410)
CORDON RECTO (ESTRECHO) O CON SOBRESALTO (ANCHO)
ORIFICIO O TRABAJO DE LA BICHLA
USPESB INICIAL Y ENTRE PASADAS (CEPLLO, AMOLADO, ETC)

METODO DE DESIGNAR LARAIZ
OSBLACD M
DISTRIBUCION DE BOLA ALA REZA
PISO SIMPLE O BULTILS POR LADO
VELOCIDAD DE AVANCE: **MARTILLEADO**

OTROS

CROOKS