

Título:	Inspección visual de uniones soldadas	Versión:	12
Código:	P-IND-018	Fecha:	11/11/2024

1. OBJETIVO

El objetivo del presente procedimiento es establecer los requerimientos mínimos para la inspección de uniones soldadas por el método de inspección visual. Este método permite la detección de discontinuidades superficiales.

2. ALCANCE

Este procedimiento es aplicable para la inspección de uniones soldadas en tanques presurizados y no presurizados.

3. DEFINICIONES

- **Discontinuidad:** Alteración de las propiedades normales de un metal.
- **Defecto:** Discontinuidades que afectan a la soldadura en sus propiedades pudiendo causar fallas en el servicio y que sobrepasan las especificaciones establecidas en la norma de aplicación.
- **Grietas:** Rotura y desgarramiento del metal base y/o aporte de magnitud considerable y visible.
- **Fisuras:** Rotura y desgarramiento del metal base y/o aporte, algunas veces imperceptible.
- **Deformaciones:** Variación de la forma original del material base y/o aporte
- **Pitts:** Desgaste del material base y/o aporte de manera local o generalizada, ocasionada por condiciones ambientales y/o operativas.
- **Porosidad:** Inclusión de elementos extraños en el metal base y/o aporte.
- **Socavación:** Es un defecto donde falta material localizada de muy poco ancho y profundidad en los bordes superficiales del cordón. Es un concentrador de tensiones, puede generar fallas de fatiga.
- **Sobre espesor:** Es la convexidad superficial excesiva de material en el cordón, origina sobrecostos por exceso de material aumenta el riesgo de distorsiones y puede ser un concentrador de tensiones.
- **Cráter:** Es la ausencia de material debido a la solidificación del material de aporte por la contracción líquida y sólida del metal fundido.
- **Rechupe:** Lugar donde el metal de la soldadura se contrae formando canaladuras espaciadas que parecen grietas en el centro del cordón de raíz a un lado de dicho cordón junto al metal base.

4. RESPONSABILIDADES

- **Jefe de Inspecciones:** Responsable de asegurar el cumplimiento del presente procedimiento.
- **Inspector Autorizado:** Cumplir el presente procedimiento, colaborar en la revisión y utilizar sólo la documentación vigente.

5. DOCUMENTOS NORMATIVOS:

5.1. DOCUMENTOS

APLICABLES

- ASME SECC. VIII, DIV 1 – 2023 “Rules for Construction of Pressure Vessels”
- API 510:2022 Pressure vessel inspection code: In-Service Inspection, Rating, Repair, and Alteration, Eleventh Edition, October 2022 Errata 1 2023
- API STD 650:2020 Welded Tanks for Oil Storage, Thirteenth Edition, Includes Errata 1 (2021)
- API STD 620:2013 Design and Construction of Large, Welded, Low-Pressure Storage Tanks, Twelfth Edition, Includes Addendum 1 (2014) and Addendum 2 (2018) and Addendum 3 (2021).
- API STD 653:2014 Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction, Fifth Edition, Includes Addendum 1(2018), Addendum 2 (2020) y Addendum 3 (2023)

Título:	Inspección visual de uniones soldadas	Versión:	12
Código:	P-IND-018	Fecha:	11/11/2024

5.2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

- ASME V: 2023: Nondestructive Examination

6. DESARROLLO:

6.1. PERSONAL: El personal inspector que realicé y/o evalué las uniones soldadas por el método de inspección visual deberá estar calificado y certificado como nivel II en VT de acuerdo con SNT-TC-1A

6.2. EQUIPOS Y MATERIALES

- 6.1.1. Lámpara de Luz Blanca:** Se utilizará para mejorar las condiciones iluminarias de la zona de inspección
- 6.1.2. Luxómetro.** Se deberá hacer uso de un luxómetro a fin de realizar la verificación de las condiciones de iluminación de acuerdo con lo indicado en el numeral 6.4.1 del presente procedimiento.
- 6.1.3. Galgas y Pie de Rey:** Serán utilizadas como instrumentos a fin de realizar la verificación dimensional de las discontinuidades halladas en las uniones soldadas.
- 6.1.4. Espejo, Lupa:** Espejo y lupa serán utilizados para mejorar el ángulo de visión de apoyo si fuese necesario.

6.3. CALIBRACIÓN

- 6.3.1. Luxómetros:** Los medidores de intensidad de luz deberán ser calibrados por lo menos una (01) vez al año o cuando haya sufrido una reparación.
- 6.3.2. Galgas y Vernier:** Las galgas y el vernier serán calibrados una vez al año.
Si los equipos que no han sido utilizados por un año o más, la calibración deberá ser realizada previa a su nuevo uso

6.4. TÉCNICA

6.4.1. Examinación Visual Directa

Examinación visual directa podría ser realizada cuando el acceso es suficiente para colocar la vista a menos de 24" (600 mm) de la superficie a ser examinada y un ángulo de no menor de 30 grados. Espejos pueden ser usados para mejorar el ángulo de visión y como apoyo en la examinación podría ser utilizado un lente de aumento. Iluminación (luz blanca natural o artificial) para la pieza, componente o recipiente o la parte a ser examinada es requerida, la mínima intensidad de luz para la examinación de superficie/sitio debe ser 100 pies candela (1076 lux).

6.4.2. Examinación Visual Remota

En algunos casos, la examinación visual remota puede sustituir a la examinación directa. Para la examinación visual remota se puede utilizar ayudas visuales como espejos, boroscopios, cámaras, u otros instrumentos. Estos sistemas tienen que tener una capacidad de resolución por lo menos equivalente a la obtenible por la agudeza visual.

6.5. PRE-REQUISITOS

6.5.1. Preparación de Superficie

- (a) Resultados satisfactorios son usualmente obtenidos cuando el método es aplicado en superficies luego del proceso de soldadura, sin embargo, la preparación de superficie por granallado o maquinado podría ser necesaria cuando las irregularidades de la superficie puedan enmascarar indicaciones debido a discontinuidades. Normalmente puede ser realizada este acondicionamiento con ayuda de una escobilla de bronce.

Título:	Inspección visual de uniones soldadas	Versión:	12
Código:	P-IND-018	Fecha:	11/11/2024

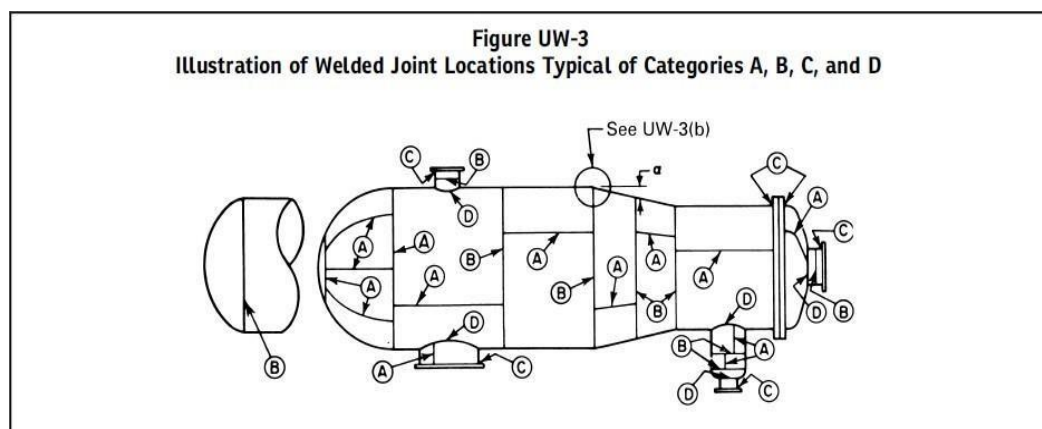
- (b) El área de interés incluye 1" (25 mm) adyacente a cada lado del cordón de soldadura, deberá encontrarse seca y libre de polvo, grasa, óxido, flujo o salpicadura de soldadura, pintura, combustible, aceite y otras materias que puedan obscurecer aberturas de la superficie o interferir con la examinación.
- (c) Agentes limpiadores típicamente empleados podrían ser detergentes, solventes orgánicos, soluciones desoxidantes y removedores de pintura. Métodos desengrasantes pueden ser también empleados.

6.5.2. Iluminación y asistencia Visual

Es requerida iluminación natural o luz blanca artificial. La mínima intensidad de iluminación para la superficie examinada será de 100 fc (1076 lx) para asegurar una sensibilidad adecuada durante la examinación y evaluación de las indicaciones.

6.6. REQUISITOS:

6.6.1. De Acuerdo con ASME Sec. VIII Div 1: 2023



- A:** Juntas longitudinales y en espiral dentro de la carcasa principal, cámaras comunicantes, transiciones de diámetro o boquillas; Cualquier junta soldada dentro de una esfera, dentro de una cabeza formada o plana, o dentro de las placas laterales de un recipiente superficie plano; Cualquier junta soldada a tope dentro de una placa plana de tubos; Juntas circunferenciales soldadas que conectan las cabezas hemisféricas a las carcasas principales, a las transiciones en los diámetros, a las boquillas o las cámaras de comunicación.
- B:** Las juntas soldadas circunferenciales dentro del cuerpo principal, cámaras de comunicación.
- C:** Juntas soldadas que conecten bridas, placas tubulares o tapas planas o cuerpos principales a cabezas formadas a las cámaras de comunicación.
- D:** Juntas soldadas conectando boquillas a cuerpos principales, a esferas a transiciones en diámetro a cabezas.

Título:	Inspección visual de uniones soldadas	Versión:	12
Código:	P-IND-018	Fecha:	11/11/2024

a) Máximo Desalineamiento permitido

Table UW-33		
Customary Units		
Section Thickness, in.	Joint Categories	
	A	B, C, and D
Up to $\frac{1}{2}$, incl.	$\frac{1}{4}t$	$\frac{1}{4}t$
Over $\frac{1}{2}$ to $\frac{3}{4}$, incl.	$\frac{1}{8}$ in.	$\frac{1}{4}t$
Over $\frac{3}{4}$ to $1\frac{1}{2}$, incl.	$\frac{1}{8}$ in.	$\frac{3}{16}$ in.
Over $1\frac{1}{2}$ to 2, incl.	$\frac{1}{8}$ in.	$\frac{1}{8}t$
Over 2	Lesser of $\frac{1}{16}t$ or $\frac{3}{8}$ in.	Lesser of $\frac{1}{8}t$ or $\frac{3}{4}$ in.
SI Units		
Section Thickness, mm	Joint Categories	
	A	B, C, and D
Up to 13, incl.	$\frac{1}{4}t$	$\frac{1}{4}t$
Over 13 to 19, incl.	3 mm	$\frac{1}{4}t$
Over 19 to 38, incl.	3 mm	5 mm
Over 38 to 51, incl.	3 mm	$\frac{1}{8}t$
Over 51	Lesser of $\frac{1}{16}t$ or 10 mm	Lesser of $\frac{1}{8}t$ or 19 mm

- b) Juntas soldadas a tope deberán tener una penetración completa y la fusión completa, la superficie de las soldaduras deberá ser lo suficientemente libre de ondas gruesas, surcos, superposiciones, para permitir la correcta interpretación de los exámenes no destructivos necesarios radiográficos y otros.
- c) Una reducción de espesor debido al proceso de soldadura se proporciona aceptable bajo las siguientes condiciones:
- La reducción de espesor no deberá reducir el material de las superficies adyacentes por debajo del espesor mínimo requerido en cualquier punto.
 - La reducción de espesor no deberá exceder de 1/32 pulg. (1 mm) o 10% del espesor nominal de la superficie adyacente, lo que sea menor.

Título:	Inspección visual de uniones soldadas	Versión:	12
Código:	P-IND-018	Fecha:	11/11/2024

d) Máximo refuerzo permitida.

Customary Units		
Material Nominal Thickness, in.	Maximum Reinforcement, in.	
	Categories B and C Butt Welds	Other Welds
Less than $\frac{3}{32}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{1}{32}$
$\frac{3}{32}$ to $\frac{3}{16}$, incl.	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$
Over $\frac{3}{16}$ to $\frac{1}{2}$, incl.	$\frac{5}{32}$	$\frac{3}{32}$
Over $\frac{1}{2}$ to 1, incl.	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{32}$
Over 1 to 2, incl.	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$
Over 2 to 3, incl.	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{32}$
Over 3 to 4, incl.	$\frac{1}{4}$	$\frac{7}{32}$
Over 4 to 5, incl.	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
Over 5	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{16}$
SI Units		
Material Nominal Thickness, mm	Maximum Reinforcement, mm	
	Categories B and C Butt Welds	Other Welds
Less than 2.4	2.5	0.8
2.4 to 4.8, incl.	3	1.5
Over 4.8 to 13, incl.	4	2.5
Over 13 to 25, incl.	5	2.5
Over 25 to 51, incl.	6	3
Over 51 to 76, incl.	6	4
Over 76 to 102, incl.	6	5.5
Over 102 to 127, incl.	6	6
Over 127	8	8

- e) Juntas a tope en transición 3:1, en diferencia de espesores varia en más de $\frac{1}{4}$ t (plancha menor) o $\frac{1}{8}$ pulg., el menor.
- f) Las juntas longitudinales deberán estar separadas por al menos 5 veces el espesor de la plancha más gruesa.
- g) Defectos, tales como grietas, poros, y la fusión incompleta, detectadas visualmente, será eliminado por medios mecánicos.
- h) Las aberturas estarán situadas al menos $\frac{1}{2}$ pulg (13 mm) de juntas A, B o C del borde de la soldadura en planchas de espesor $1 \frac{1}{2}$ pulg (38 mm) o menores.

6.6.2. De Acuerdo con API 510: 2022 Errata 1 2023 (Ítem 5.5.2 / Ítem 5.5.4)

Ítem 5.5.2.1. [...] Se lleva a cabo una inspección interna desde el interior del recipiente y debe proporcionar una verificación exhaustiva de las superficies límite de presión interna en busca de daños.
Un objetivo principal de la inspección interna es encontrar daños que no se pueden encontrar mediante el monitoreo regular de las ubicaciones de monitoreo de condiciones externas (CML) durante las inspecciones en curso.

Ítem 5.5.4.1.2. [...] Durante la inspección externa, se debe prestar especial atención a las soldaduras utilizadas para unir componentes (p. ej., placas de refuerzo y clips) en busca de grietas u otros defectos.

Título:	Inspección visual de uniones soldadas	Versión:	12
Código:	P-IND-018	Fecha:	11/11/2024

La inspección visual de uniones soldadura se desarrolla de acuerdo con los siguientes casos:

- Soldaduras nuevas producto de reparaciones y alteraciones las cuales tendrán como criterio de aprobación el código de construcción (ASME VIII Div.1)
- Para soldaduras y las zonas afectadas por el calor de recipientes en uso (que no hayan sufrido reparación y/ alteración), serán inspeccionadas por corrosión y / o grietas inducidas por el servicio, para determinar la extensión del daño de acuerdo al código API 577 (Tabla 10).

6.6.3. De acuerdo con API 650:2020 Welded Tanks for Oil Storage, Thirteenth Edition, Includes Errata 1 (2021) (ítem 8.5)

Una soldadura será aceptable por inspección visual si la inspección muestra lo siguiente:

- No se visualiza grietas de cráter, otras fisuras o golpes de arco en o adyacentes a las uniones soldadas.
- La máxima socavación permisible será de 0.4 mm (1/64 pulg.) en profundidad en juntas a tope verticales
- Para juntas a tope horizontales, la máxima socavación permisible será de 0.8 mm (1/32 pulg.) en profundidad
- La frecuencia en la porosidad no debe exceder un clúster (uno o más poros) en cualquier 100 mm (4 pulg.) de longitud y el diámetro de cada clúster no exceda 2.5 mm (3/32 pulg.).
- El refuerzo de las soldaduras en todas las juntas a tope en cada lado de la placa no excederá de lo siguiente espesores

Plate Thickness mm (in.)	Maximum Reinforcement Thickness mm (in.)	
	Vertical Joints	Horizontal Joints
≤ 13 (1/2)	2.5 (3/32)	3 (1/8)
> 13 (1/2) to 25 (1)	3 (1/8)	5 (3/16)
> 25 (1)	5 (3/16)	6 (1/4)

- Una soldadura que no cumple el criterio indicado anteriormente deberá ser reprocesado previo a la prueba hidrostática.

6.6.4. De acuerdo con API 653:2014 Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction, Fifth Edition, Includes Addendum 1 (2018), Addendum 2 (2020) y Addendum 3 (2023).

De acuerdo al ítem (12.1.2.2, 12.1.2.4, 12.1.3.3, 12.1.4.2, 12.1.5, 7.2.1.8, 12.1.7.1, 12.1.7.2, 12.1.7.3, 12.1.8.1, 12.1.3.1, 12.3.2.4.1.b, 12.3.2.5.2) los criterios de aceptación y reparación del examen visual se especifican en la API 650, sección 8.5, por tanto se manejará los mismos criterios indicados en (ítem 6.6.3).

6.6.5. API 620: 2013 Design and Construction of Large, Welded, Low-Pressure Storage Tanks, Twelfth Edition, Includes Addendum 1 (2014) and Addendum 2 (2018) and Addendum 3 (2021). (ítem 7.15.5)

Todas las soldaduras deberán ser visualmente examinadas de acuerdo a lo indicado en el numeral siguiente.

- La soldadura no presenta grietas de cráter u otras fisuras superficiales.
- La socavación no exceda lo establecido de 1/32 pulg. (0.8 mm)
- La frecuencia de la porosidad superficial no excede un clúster (una porosidad o más) en cada 4 pulg. de

Título:	Inspección visual de uniones soldadas	Versión:	12
Código:	P-IND-018	Fecha:	11/11/2024

longitud y el máximo diámetro de cada clúster no excede 3/32 pulg.

- d) Fusión completa y penetración requerida existen en la junta entre la soldadura y el metal base. Las soldaduras que no cumplan con los criterios de examen visual deberán ser modificadas antes de la prueba hidrostática
- e) Nuevo soldado será requerido si el espesor resultante está por debajo de lo mínimo requerido por diseño y condiciones de prueba hidrostática. Todos los defectos en áreas por encima del espesor mínimo deberán ser reducidos a la relación de por lo menos 4: 1.
- f) La soldadura reparada deberá ser examinada visualmente para encontrar defectos.

Refuerzo en soldaduras

Las juntas a tope deberán tener penetración completa de junta y fusión completa en toda la longitud de la soldadura y deberán estar libres de socavaciones, sobre monta.

Alineamiento de juntas

Se tendrá un cuidado particular en.

- a) Placas de ¼ pulg. de espesor o menos, 1/16 pulg.
- b) Placas por encima de ¼ pulg. en espesor, 25% del espesor de la placa o 1/8 pulg., lo que sea menor.

7. FORMATOS:

- F-IND-027 Registro de Inspección Visual
- F-IND-002: Constancia de Inspección

8. REGISTROS

- No Aplica

9. MODIFICACIONES DEL DOCUMENTO

Ver.	Fecha	Breve descripción del cambio	Sección(es) afectada(s)
12	11/11/2024	Se actualizo los criterios de aceptación del API 510 y API 653.	6.6 REQUISITOS
11	15/08/2024	Se actualizo la versión del Código (API 510 Y API 653)	5. Documentos Normativos.
10	11/07/2024	Se ordeno y verifico la versión de las normativas vigentes.	5. Documentos Normativos.
09	03/05/2024	Se actualizo la versión del Código ASME VIII Div 1, API 510, 650, 652. Se agrega Acuerdo con ASME Sec. VIII Div 1: 2023, API 653: 2020. Se retira API 653: 2014 , API 620: 2013 y ASME Sec. VIII Div 1: 2021	5. Documentos Normativos. 6.6 Requisitos

Título:	Inspección visual de uniones soldadas	Versión:	12
Código:	P-IND-018	Fecha:	11/11/2024

Versión	Fecha	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
12	11/11/2024	Johan Camac	Ing. Rafael Andrés Escalona	Carlos Carrasco
		Inspector de Tanques	Asesor Técnico  ASNT NDT LEVEL III Nº 230359	Gerente de Operaciones