TESTING-US

VALIDÁ TU APRENDIZAJE

WPS 6G END

CUADERNILLO DE ESTUDIO · NIVEL BÁSICO

Soldadura y control de calidad

Procesos de soldadura y corte, seguridad del soldador, juntas y procedimientos, defectos y sus causas, e inspección y ensayos no destructivos.

1 Procesos

2 Seguridad

3 Procedimiento

4 Defectos

5 Ensayos

\+ Ejercicios con respuestas

Testing-US · Validá tu aprendizaje
testing-us.com

Edición octubre 2026

Antes de empezar

En la industria del petróleo y el gas se suelda todo el tiempo: ductos, cañerías de plantas, tanques, estructuras y equipos. Una soldadura mal hecha puede terminar en una pérdida, un incendio o una rotura, por eso cada unión se hace con un procedimiento, la hace un soldador calificado y se controla con inspecciones y ensayos.

CÓMO APROVECHARLO

- Pensá en una soldadura que hayas hecho o visto: ¿qué proceso se usó?, ¿cómo se controló?
- Las normas citadas son las vigentes en octubre de 2026. No reemplaza la práctica en el taller ni la calificación que pide cada obra.
- Hacé los ejercicios del final de cada tema antes de mirar las respuestas.
- Cuando termines, rendí la evaluación **Soldadura y control de calidad: nivel básico** en testing-us.com.

TIP Una buena soldadura empieza antes de prender el arco: superficies limpias, electrodos secos, la junta bien preparada y el procedimiento a mano. Y termina después: limpieza, inspección y registro.

Contenido

1. **Procesos de soldadura y corte**
   Electrodo revestido, MIG/MAG, TIG, alambre tubular, posiciones y corte.
2. **Seguridad del soldador**
   Dto. 351/79, humos, radiación, electricidad y cilindros de gases.
3. **La junta y el procedimiento**
   Tipos de junta, bisel, preparación, pasadas, WPS, PQR y calificación.
4. **Defectos de soldadura**
   Porosidad, socavación, falta de fusión y de penetración, fisuras y escoria.
5. **Inspección y ensayos**
   Visual, tintas, partículas, ultrasonido, radiografía, prueba hidráulica y trazabilidad.

TEMA 1

1 Procesos de soldadura y corte

LO QUE VAS A APRENDER

- Saber qué es soldar.
- Distinguir los procesos más usados.
- Conocer las posiciones de soldadura.
- Diferenciar oxicorte y plasma.

Qué es soldar

- Soldar es **unir dos piezas fundiendo** el metal en la zona de la unión, en general con el agregado de un **material de aporte** (electrodo o alambre). Al enfriarse, se forma el **cordón de soldadura**.
- El metal fundido tiene que quedar **protegido del aire**: si no, se llena de poros. Esa protección la da el **revestimiento** del electrodo, un **gas de protección** o el **fundente** del alambre.

Los procesos más usados

- **Electrodo revestido** (SMAW, "soldadura con electrodo"): el arco se forma entre el electrodo y la pieza; el revestimiento se quema, protege el baño y deja **escoria** que hay que sacar. Es simple, sirve al aire libre y es muy usado en ductos y montaje.
- **MIG/MAG** (GMAW): un **alambre continuo** sale por la torcha con un **gas de protección** (inerte en MIG, activo como el CO2 o mezclas en MAG). Es rápido y productivo, pero el viento se lleva el gas.
- **TIG** (GTAW): usa un **electrodo de tungsteno que no se consume** y gas inerte (argón); el aporte se agrega con una varilla aparte. Da soldaduras muy limpias; se usa en pasadas de raíz y en aceros inoxidables.
- **Alambre tubular** (FCAW): alambre hueco relleno de **fundente**; puede llevar gas o no: algunos tipos se usan **sin gas externo**, porque el fundente protege el baño, y sirven al aire libre. Rinde mucho.

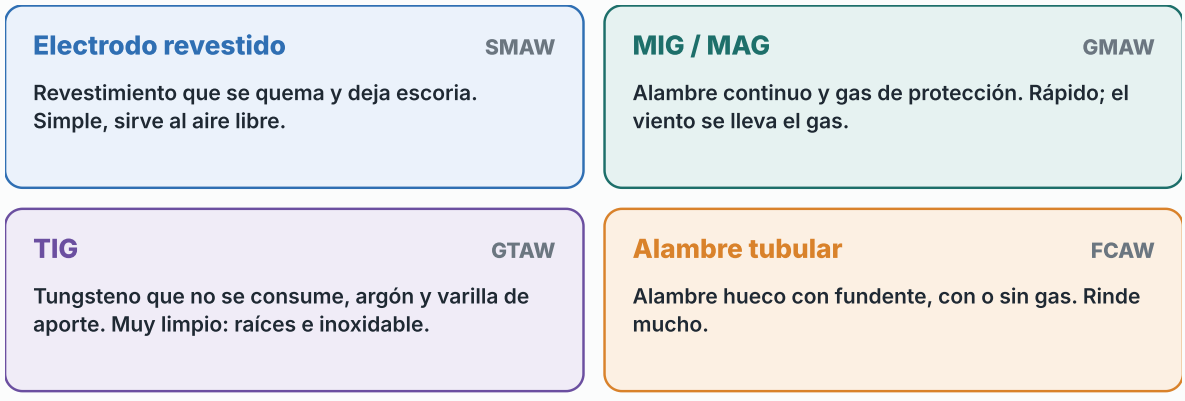


Figura 1.1 Los cuatro procesos de soldadura más usados en montaje e instalaciones.

Posiciones

- La soldadura se clasifica por **posición**: plana, horizontal, vertical y sobre cabeza. En caños, las calificaciones usan códigos como **1G** (caño girando, en plano) hasta **6G** (caño fijo e inclinado a 45°), que es la más exigente.
- Un soldador calificado en una posición difícil suele quedar habilitado para las más fáciles, según la norma que se aplique.

Corte

- **Oxicorte:** una llama de **oxígeno y gas combustible** (acetileno, propano) calienta el acero y un chorro de oxígeno lo quema y lo corta. Sirve para acero al carbono.
- **Plasma:** un arco eléctrico con gas a alta velocidad funde y expulsa el metal; corta también inoxidable y aluminio.

Para practicar

1. ¿Para qué sirve la protección del metal fundido?
2. ¿Qué proceso usa un electrodo de tungsteno que no se consume?
3. ¿Por qué el viento complica la soldadura MIG/MAG?
4. ¿Qué indica la posición 6G?

LAS RESPUESTAS ESTÁN AL FINAL DEL CUADERNILLO.

TEMA 2

2 Seguridad del soldador

LO QUE VAS A APRENDER

- Conocer lo que exige el Dto. 351/79.
- Controlar humos y radiación.
- Evitar el choque eléctrico.
- Manejar cilindros de gases con seguridad.

Lo que dicen las normas

- El **Decreto 351/79** (reglamento de la Ley 19.587) tiene artículos sobre soldadura y corte: **ventilación e iluminación** adecuadas y protección personal contra la **proyección de partículas y las radiaciones** (art. 152).
- En soldadura eléctrica, las **masas del equipo van puestas a tierra** (art. 155). Se usan **pantallas** con mirilla transparente y mirilla oscura abatible (art. 156).
- Los cilindros de **oxígeno y acetileno se almacenan por separado**, rotulados con el nombre del gas y con **reguladores propios de cada gas** (art. 153).

Humos y ventilación

- Los humos de soldadura tienen **partículas metálicas y gases**. Se controlan con **ventilación** y **extracción localizada** cerca del arco; si no alcanza, protección respiratoria.
- Más cuidado con piezas **galvanizadas o pintadas**: liberan humos más tóxicos. Se limpia la zona antes de soldar.
- En **espacios confinados**, ventilación mecánica **antes de entrar y hasta salir** (art. 157), además del permiso de ingreso.

Radiación, calor y electricidad

- El arco emite **radiación ultravioleta** que quema la piel y los ojos ("ojo de soldador"). **Careta** con el **filtro oscuro adecuado** al proceso y la corriente, ropa de algodón o ignífuga sin partes descubiertas.
- Las **pantallas o cortinas** protegen a quienes trabajan cerca (art. 63: pantallas o cortinas incombustibles).
- **Guantes de cuero**, delantal, polainas y botines: protegen de **chispas y metal caliente**. Nunca ropa sintética, que se derrite.
- Riesgo **eléctrico**: cables y pinza en buen estado, ropa y guantes **secos**, nunca trabajar parado en agua.

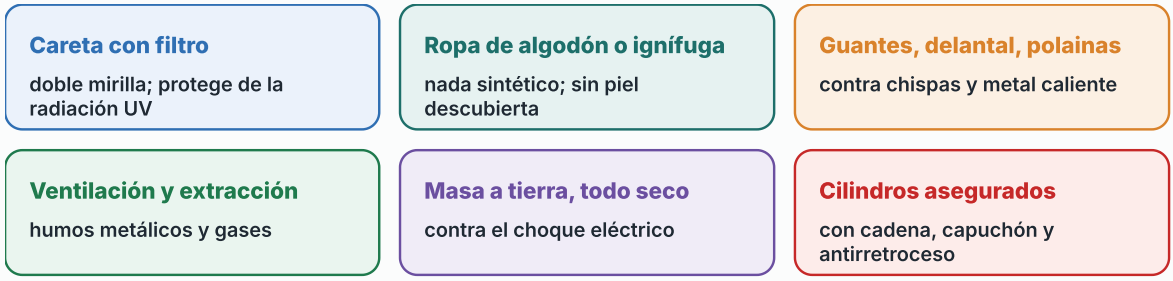


Figura 2.1 Protección del soldador.

Cilindros de gases

- Siempre **asegurados contra caídas** (cadena o soporte), con **capuchón** cuando no se usan y trasladados en **carretilla**.
- El **acetileno** se usa con el cilindro **parado**; el Dto. 351/79 pide tenerlo en posición vertical al menos 12 horas antes de usarlo (art. 142).
- Grasa y aceite **nunca** en contacto con el oxígeno: puede inflamarse.
- Las válvulas **antirretroceso de llama** se colocan en el equipo de oxicorte.

Antes de soldar en una instalación

- Donde puede haber gases o líquidos inflamables, la tarea lleva **permiso de trabajo en caliente**, **medición de gases**, retiro de combustibles y **vigía de fuego**.
- Nunca se suelda ni se corta un **recipiente o caño que contuvo combustible** sin vaciarlo, limpiarlo y desgasificarlo (art. 158).

Para practicar

1. ¿Cómo se almacenan los cilindros de oxígeno y acetileno?
2. ¿Por qué no se usa ropa sintética para soldar?
3. ¿Por qué la grasa no debe tocar el oxígeno?
4. ¿Qué hay que hacer antes de cortar un tambor que tuvo combustible?

LAS RESPUESTAS ESTÁN AL FINAL DEL CUADERNILLO.

TEMA 3

3 La junta y el procedimiento

LO QUE VAS A APRENDER

- Reconocer los tipos de junta.
- Preparar la junta antes de soldar.
- Distinguir raíz, relleno y terminación.
- Entender WPS, PQR y calificación del soldador.

Tipos de junta

- **A tope** (las piezas una frente a la otra, lo habitual en caños), **en T**, **en ángulo** (esquina), **solapada** y **de borde**.
- En espesores medianos y grandes se hace un **bisel** (por ejemplo, en V) para que la soldadura penetre en todo el espesor. La **separación de raíz** y el **talón** se preparan como dice el procedimiento.

Preparación

- Las superficies se **limpian**: sin óxido, pintura, grasa, humedad ni restos de corte. La suciedad causa poros y falta de fusión.
- Las piezas se **alinean** y se fijan con **puntos de soldadura** (punteado) antes de soldar.
- Los **electrodos** se guardan **secos**; algunos (los de bajo hidrógeno) se mantienen en **hornos** porque la humedad causa fisuras.
- **Precalentamiento:** en algunos aceros o espesores se calienta la zona antes de soldar para evitar fisuras. La temperatura la fija el procedimiento.

Pasadas

- Una unión de varias capas lleva **pasada de raíz** (la primera, en el fondo del bisel), **pasadas de relleno** y **pasada de terminación** (la de afuera, que se ve).
- Entre pasadas se **limpia la escoria**.

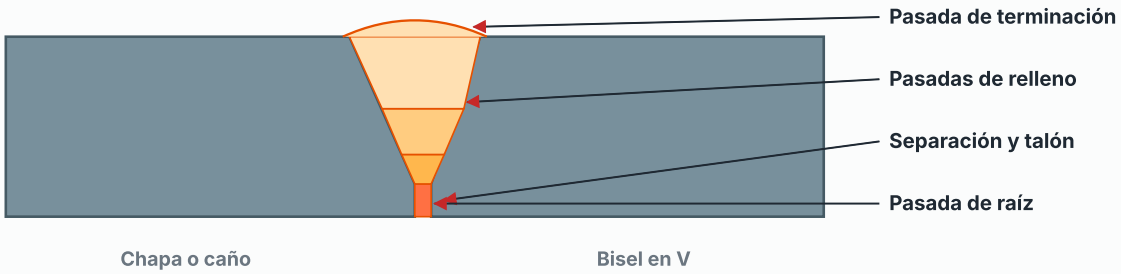


Figura 3.1 Junta a tope con bisel en V: raíz, relleno y terminación (esquema en corte).

Procedimiento y calificación

- **WPS** (especificación del procedimiento de soldadura): documento que dice **cómo** soldar esa unión: proceso, material, aporte, posición, corriente, precalentamiento, cantidad de pasadas.
- **PQR** (registro de calificación del procedimiento): demuestra con **probetas ensayadas** que ese procedimiento da una soldadura sana.

- **Calificación del soldador:** cada soldador **prueba** que sabe aplicar el procedimiento en una probeta que se ensaya; queda habilitado para ciertos procesos, posiciones y espesores.
- Normas de referencia habituales: **API 1104** para soldadura de **ductos** y **ASME sección IX** para calificar procedimientos y soldadores de **recipientes y cañerías**. Cada obra indica cuál aplica.

Para practicar

1. ¿Para qué se hace un bisel?
2. ¿Por qué se guardan en hornos los electrodos de bajo hidrógeno?
3. ¿Qué diferencia hay entre una WPS y un PQR?
4. ¿Qué norma es una referencia habitual para la soldadura de ductos?

LAS RESPUESTAS ESTÁN AL FINAL DEL CUADERNILLO.

TEMA 4

4 Defectos de soldadura

LO QUE VAS A APRENDER

- Reconocer los defectos más comunes.
- Relacionar cada defecto con sus causas.
- Saber cuál es el más grave.
- Saber qué hacer con un defecto.

Qué es un defecto

- Es una **imperfección** que puede debilitar la unión o provocar una pérdida. Las normas fijan **qué se acepta** y qué hay que **reparar**.

Los defectos más comunes

- **Porosidad:** pequeños **agujeros de gas** dentro del cordón. Causas: falta de gas de protección (por viento o caudal bajo), humedad en electrodos, superficies sucias.
- **Socavación** (mordedura): una **canaleta en el borde** del cordón, donde el metal base se fundió y no se rellenó. Causas: corriente muy alta, ángulo o velocidad incorrectos.
- **Falta de fusión:** el aporte **no se unió** al metal base o a la pasada anterior. Causas: corriente baja, técnica incorrecta, suciedad.
- **Falta de penetración:** la soldadura **no llegó al fondo** de la junta (la raíz queda sin soldar). Causas: separación de raíz chica, corriente baja, bisel mal hecho.
- **Fisuras: grietas** en el cordón o al lado. Son el defecto **más grave**: pueden crecer y romper la pieza. Causas: hidrógeno (humedad), enfriamiento brusco, falta de precalentamiento, tensiones.
- **Inclusiones de escoria:** restos de escoria **atrapados** entre pasadas. Causa: mala limpieza entre pasadas.
- **Salpicaduras:** gotas de metal pegadas alrededor del cordón. Afean y pueden ocultar otros defectos.
- **Desalineación:** las piezas quedaron desplazadas una de otra.



Figura 4.1 Defectos de soldadura vistos en corte (esquema).

Qué hacer con un defecto

- Se **marca**, se **evalúa** con la norma y, si no es aceptable, se **repara** según un procedimiento (por ejemplo, amolando y volviendo a soldar) y se **vuelve a inspeccionar**.
- Nunca se **tapa** un defecto con pintura ni con otra pasada sin repararlo.

Para practicar

1. ¿Qué es la socavación y qué la causa?
2. ¿Qué diferencia hay entre falta de fusión y falta de penetración?
3. ¿Por qué las fisuras son el defecto más grave?
4. ¿Qué se hace con un defecto que no es aceptable?

LAS RESPUESTAS ESTÁN AL FINAL DEL CUADERNILLO.

TEMA 5

5 Inspección y ensayos

LO QUE VAS A APRENDER

- Hacer una inspección visual.
- Distinguir los ensayos no destructivos.
- Respetar la zona de exclusión de la radiografía.
- Entender la prueba hidráulica y la trazabilidad.

Inspección visual

- Es el **primer control** y el más usado: antes, durante y después de soldar. Se mira el tamaño y la forma del cordón, socavaciones, poros y fisuras en la superficie.
- Se usan **galgas** para medir el cordón y buena iluminación.

Ensayos no destructivos (END)

- Revisan la soldadura **sin romperla**. Los hace personal **calificado y certificado** (en la Argentina, según la norma IRAM-NM ISO 9712).
- **Tintas penetrantes:** un líquido de color entra en las **grietas superficiales** y un revelador las hace visibles.
- **Partículas magnéticas:** se magnetiza la pieza y unas partículas de hierro se juntan sobre las **fisuras superficiales o cercanas a la superficie**. Solo sirve en **materiales ferromagnéticos** (como el acero al carbono); no sirve en aluminio ni en inoxidable austenítico.
- **Ultrasonido:** ondas de sonido recorren la pieza y los **defectos internos** devuelven ecos.
- **Radiografía:** rayos X o gamma atraviesan la soldadura y una placa o detector muestra los **defectos internos** (poros, escoria, falta de fusión).

Ensayo	Qué detecta	Dónde sirve
Inspección visual	forma, poros y fisuras a la vista	siempre: es el primer control
Tintas penetrantes	grietas superficiales	casi todos los metales
Partículas magnéticas	fisuras superficiales o cercanas	solo materiales magnéticos
Ultrasonido	defectos internos (ecos)	espesores medianos y grandes
Radiografía	defectos internos (poros, escoria)	con permiso de la ARN

Figura 5.1 Qué detecta cada ensayo y dónde sirve.

La radiografía y la radiación

- La **gammagrafía** usa fuentes radiactivas. En la Argentina la regula la **Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN)** (Ley 24.804): la empresa necesita licencia y los operadores, **permiso individual** de la ARN.
- Durante el ensayo se marca una **zona de exclusión** con señalización: **nadie entra** a esa zona. Si ves el cartel de radiación, no lo cruces.

Ensayos destructivos y prueba hidráulica

- Para **calificar** procedimientos y soldadores se cortan **probetas** y se ensayan: **doblado**, **tracción**, a veces impacto y dureza.
- **Prueba hidráulica:** la cañería o el recipiente se llena de agua y se lleva a una **presión mayor que la de trabajo** durante un tiempo, para comprobar que no pierde.

Registros y trazabilidad

- Cada soldadura se **identifica** (número de junta y soldador) y se registran el procedimiento usado, los ensayos y sus resultados.
- La **trazabilidad** permite saber quién soldó cada junta, con qué procedimiento y qué controles pasó.

Para practicar

1. ¿Qué detectan las tintas penetrantes?
2. ¿Por qué el ensayo de partículas magnéticas no sirve en un inoxidable no magnético?
3. ¿Quién regula la gammagrafía industrial en la Argentina?
4. ¿Qué es la prueba hidráulica?

LAS RESPUESTAS ESTÁN AL FINAL DEL CUADERNILLO.

PARA CONTROLAR

Respuestas de los ejercicios

Tema 1

1. Para que el aire no contamine el baño y no se formen poros.
2. TIG.
3. Porque se lleva el gas de protección y aparecen poros.
4. Caño fijo e inclinado a 45°, la posición más exigente.

Tema 2

1. Separados, rotulados con el nombre del gas y con reguladores propios (art. 153).
2. Porque se derrite con las chispas y el metal caliente.
3. Porque con oxígeno puede inflamarse.
4. Vaciarlo, limpiarlo y desgasificarlo (art. 158), además del permiso de trabajo en caliente.

Tema 3

1. Para que la soldadura penetre en todo el espesor.
2. Porque la humedad puede causar fisuras.
3. La WPS dice cómo soldar; el PQR demuestra con probetas ensayadas que ese procedimiento da una soldadura sana.
4. API 1104.

Tema 4

1. Una canaleta en el borde del cordón; la causan la corriente muy alta o un ángulo o velocidad incorrectos.
2. Falta de fusión: el aporte no se unió al metal base o a la pasada anterior. Falta de penetración: la soldadura no llegó al fondo de la junta.
3. Porque pueden crecer y romper la pieza.
4. Se marca, se evalúa con la norma, se repara según un procedimiento y se vuelve a inspeccionar.

Tema 5

1. Grietas superficiales.
2. Porque solo sirve en materiales ferromagnéticos, como el acero al carbono.
3. La Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN).
4. Llenar la cañería o el recipiente con agua y llevarlo a una presión mayor que la de trabajo para comprobar que no pierde.

Validá lo que aprendiste

Rendí la evaluación **Soldadura y control de calidad: nivel básico** en **testing-us.com**. Es gratis: en cada intento te tocan 10 preguntas al azar, dos de cada tema de este cuadernillo. Tenés 20 minutos y aprobás con 70%.

Si aprobás, recibís un certificado con código de verificación que podés sumar a tu currículum y compartir con quien te contrate.

MIS NOTAS

© 2026 Testing-US. Material de estudio propio. Se permite imprimirlo y compartirlo sin modificaciones y sin fines comerciales.

Material de estudio propio de Testing-US. Normativa verificada en octubre de 2026: Ley 19.587 y Dto. 351/79 (anexo I: art. 63 radiaciones, art. 142 cilindros, arts. 152 a 158 soldadura y corte), Ley 24.804 (ARN) e IRAM-NM ISO 9712 (certificación de personal de END). API 1104 y ASME IX se nombran como referencias habituales. No reemplaza la práctica en el taller, la calificación ni los procedimientos de cada obra.

El certificado de Testing-US acredita la aprobación de una evaluación de conocimientos. No es un título oficial ni habilita para el ejercicio profesional.