

Guía de Buenas Prácticas

de fabricación e instalación
de equipos de acero inoxidable
para la industria alimentaria

Versión 1 • Marzo 2023



Instituto Nacional
de Tecnología Industrial



Ministerio de Economía
Argentina

Secretaría de Industria
y Desarrollo Productivo



Instituto Nacional
de Tecnología Industrial



Ministerio de Economía
Argentina

Secretaría de Industria
y Desarrollo Productivo

Guía de Buenas Prácticas de fabricación e instalación de equipos de acero inoxidable para la industria alimentaria

Versión 1 • Marzo 2023



Equipo INTI (veyc@inti.gob.ar)

Guillermo Rubino

Cristian Zaszczynski

Daniel Bono

Leandro Poldi

Matías Peralta

Melina Gaspoz

Romina Torales

Iván Arcusin

Agradecimientos

Laura Burroni

Alejandro Burgueño

Nicolás Ciotti

Ricardo Feldman

Guillermo Ferrero

César Forneris

Luis Adur

Guía de buenas prácticas de fabricación e instalación de equipos de acero inoxidable para la industria alimentaria / Guillermo Rubino ... [et al.]. - 1a ed. - San Martín : Instituto Nacional de Tecnología Industrial - INTI, 2023.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga
ISBN 978-950-532-495-8

1. Maquinaria. 2. Industria Alimentaria. I. Rubino, Guillermo.
CDD 664.00284

ÍNDICE

■	1. PRÓLOGO	9
■	2. PRESENTACIÓN	10
■	3. INTRODUCCIÓN	11
■	4. GLOSARIO	13
	4.1 · Definiciones	13
	4.2 · Abreviaciones de procesos de soldadura	16
	4.3 · Siglas de organizaciones normativas	17
■	5. SISTEMAS	19
	5.1 · Sistemas de calidad	19
	5.2 · Seguridad e higiene laboral y cumplimiento ambiental	19
	5.3 · Unidades	19
	5.4 · Conflicto en la documentación	19
■	6. REQUISITOS DE DISEÑO	20
	6.1 · Alcance de diseño	20
	6.2 · Consideraciones generales de diseño	20
	• 6.2.1. Superficies en contacto con el producto (SCP)	21
	• 6.2.2. Superficies sin contacto con el producto (SSCP)	22
	• 6.2.3. Otros requisitos	24
	• 6.2.4. Responsabilidad de diseño	25
	• 6.2.5. Juntas soldadas	26
	6.3 · Tanques, recipientes, mezcladores	27
	6.4 · Equipamiento de proceso y otros componentes tercerizados	27
	6.5 · Sistemas de tuberías y cañerías de producto	28
	6.6 · Sistemas de tuberías y cañerías de servicio	29
	• 6.6.1. Baja presión (incluyendo conductos eléctricos, agua)	29
	• 6.6.2. A presión (incluyendo vapor, condensado, aire comprimido)	29
	6.7 · Transporte e instalación	29

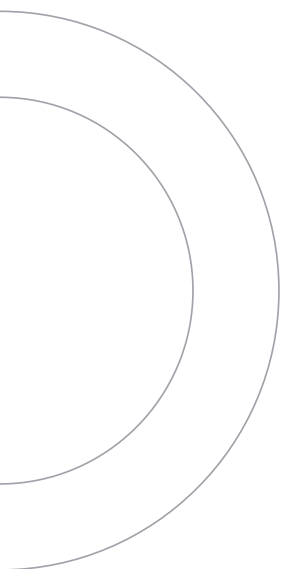


■	7. REQUISITOS GENERALES DE FABRICACIÓN	30
	7.1 · Selección del grado de material	30
	7.2 · Tipos de productos utilizados fabricados en acero inoxidable	32
	7.3 · Manipulación de materia prima y consumibles	34
	• 7.3.1. General	34
	• 7.3.2. Tubos, caños y accesorios asociados	34
	• 7.3.3. Consumibles de soldadura	35
	• 7.3.4. Manipulación de aceros inoxidables - seguridad	35
	7.4 · Soldadura	36
	• 7.4.1. Calificación de las juntas soldadas/soldadores	36
	• 7.4.2. Límites de decoloración y como lograrlos	36
	• 7.4.3. Preparación de la soldadura	37
	• 7.4.4. Seguridad en la soldadura	37
	7.5 · Acabado mecánico	37
	7.6 · Acabado químico	40
■	8. FABRICACIÓN DE TANQUES Y RECIPIENTES	43
	8.1 · General	43
	8.2 · Preparación	43
	8.3 · Soldadura	44
	• 8.3.1. Criterios de aceptación de la soldadura antes del acabado posterior	45
	• 8.3.2. Criterios de aceptación de la soldadura después del acabado posterior	47
	8.4 · Supervisión e inspección	47
	8.5 · Acabado	48
■	9. FABRICACIÓN DE EQUIPOS, COMPONENTES Y ESTRUCTURAS DE ACERO INOXIDABLE SOLDADAS	50
	9.1 · General	50
	9.2 · Componentes suministrados por terceros	50
	9.3 · Componentes auxiliares fabricados/instalados en la planta	51
	• 9.3.1. Preparación	51
	• 9.3.2. Soldadura	52
	• 9.3.3. Supervisión e inspección	53
	• 9.3.4. Acabado	55
■	10. FABRICACIÓN DE TUBERÍAS DE PROCESOS (Y CIP)	56
	10.1 · General	56

10.2 · Procedimientos de preparación	56
• 10.2.1. Selección de tubos	56
• 10.2.2. Métodos de preparación de los extremos de los tubos	56
• 10.2.3. Preparación de la superficie (antes del punteado y la soldadura)	58
10.3 · Soldadura	58
• 10.3.1. Ambiente de soldadura	58
• 10.3.2. Calificación de soldadores	59
• 10.3.3. Punteado	59
• 10.3.4. Consumibles de soldadura	59
• 10.3.5. Procedimientos de soldadura	60
10.4 · Supervisión e inspección	60
• 10.4.1. Muestras de soldadura	60
• 10.4.2. Inspección de la soldadura no visible	61
• 10.4.3. Metodologías de inspección	61
• 10.4.4. Requisitos de evaluación visual: extensión del examen	62
• 10.4.5. Examen visual: criterios de aceptación de la soldadura antes del acabado posterior	62
10.5 · Terminación superficial del tubo	66
• 10.5.1. Terminación superficial externa del tubo	66
• 10.5.2. Terminación superficial interna del tubo	66
11. FABRICACIÓN DE CAÑERÍAS DE PROCESOS (Y CIP) A PRESIÓN	67
11.1 · General	67
11.2 · Procedimientos de preparación	67
11.3 · Soldadura	67
11.4 · Supervisión e inspección	68
11.5 · Terminación superficial del caño	68
12. CODIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS	69
13. TRANSPORTE, INSTALACIÓN Y SEGURO	70
14. PUESTA EN SERVICIO DE LA PLANTA Y EQUIPOS	71
14.1 · Plan de puesta en servicio	71
14.2 · Consideraciones sobre ensayos de prueba hidráulica	71
15. DOCUMENTACIÓN	72



■	16. SERVICIO DE POST VENTA	73
■	APÉNDICE A	74
	Referencias	74
■	APÉNDICE B	77
	Respaldo gaseoso de la soldadura de tubos o caños de acero inoxidable (informativo)	77
■	APÉNDICE C	79
	Fabricación de tuberías/cañerías de servicios (informativo)	79
■	APÉNDICE D	80
	Juntas elastoméricas (informativo)	80



1

Prólogo

El sector de la maquinaria para la producción de alimentos es aquél que cubre con los requerimientos de bienes de capital de la industria del sector.

Comprende a las empresas que desarrollan actividades especializadas para la producción de máquinas y/o prestación de servicios que se utilizan en la elaboración industrial de alimentos fabricados o transformados en territorio nacional.

Argentina es reconocida en el mundo como líder en producción de alimentos. Nuestro desafío es potenciar el sector industrial y la cadena de valor en su conjunto por la calidad, innovación y tecnología aplicada en los procesos productivos a través de su marca, Maquinaria Argentina para Alimentos.

Maquinaria Argentina para Alimentos, es la identidad del sector y representa a las empresas, en su mayoría concentradas en las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, Mendoza y Entre Ríos.

Un sector constituido, principalmente, por PyMEs familiares con más de 150 años de historia y experiencia. Un sector que nace del ingenio de emprendedores que adaptaron y crearon procesos y tecnologías alineadas a las necesidades y costumbres de la época. Un sector, donde la industria pone en valor la producción nacional y hoy nos diferencia.

Nuestra marca es símbolo de Calidad, Conocimiento, Innovación y Tecnología Argentina. Nos permite promocionar y posicionar los productos y servicios que se encuentran a la vanguardia del sector productivo nacional.

Siendo parte integrante de la Mesa de Maquinaria para Alimentos del Consejo Asesor Regional de INTI, orgullosos de haber participado de este proyecto, consideramos a la Guía de Fabricación de Equipos para Alimentos una herramienta fundamental que contribuye y aporta valor en la productividad y competitividad de nuestras empresas, permitiendo crecer, escalar y ser parte de la oferta diferenciadora a nivel internacional.



Luis Adur

Representante de la Marca Sectorial,
Maquinaria Argentina para Alimentos.

maquinaria-alimentos.ar



2

Presentación

El desarrollo de esta guía de buenas prácticas de fabricación e instalación de equipos de acero inoxidable para la industria alimentaria es una iniciativa de la Mesa de la Maquinaria para Alimentos del Consejo Asesor de la Región Centro convocada por el INTI, y surge como respuesta a la necesidad de actualizar al sector para adecuarlo a los nuevos estándares nacionales e internacionales.

Para fortalecer la cadena alimentaria nacional es fundamental dotar a los distintos eslabones que la componen de herramientas que tiendan a elevar la calidad en el suministro de los bienes de capital utilizados en el procesamiento de alimentos. El presente trabajo intenta colaborar con el fortalecimiento de la cadena, a través de la clarificación y especificación de requisitos y criterios que deben cumplir los equipos utilizados en la producción de alimentos.

La guía establece una línea de referencia para la industria local, basada en normativas y recomendaciones nacionales e internacionales relacionadas a seguridad en maquinarias, criterios higiénicos de diseño y construcción, aspectos de gestión de calidad de la producción y de post venta; con el foco puesto en garantizar la calidad del equipamiento, asegurar la inocuidad de los alimentos procesados y la seguridad de los operarios.

La tendencia en la incorporación de principios de diseño y construcción de equipos higiénicos para el procesamiento de alimentos se ha transformado por algunos rubros en requisito, basado principalmente en la necesidad de garantizar la seguridad y calidad de los productos alimenticios a través de la conservación de la inocuidad.

Aplicando estos principios, además, se contribuye al logro de una gestión más sostenible en la producción de alimentos, mejorando la eficiencia de los procesos de limpieza, minimizando el consumo de agua, energía y agentes químicos utilizados, y en consecuencia reduciendo las aguas residuales generadas y los costos asociados a estos procesos.

Su adopción, presenta un desafío para la cadena alimentaria en su conjunto (industria alimentaria, industria fabricante de equipos, proveedores de componentes y materias primas, entre otras), y desde INTI estamos a disposición para colaborar y acompañar a las industrias en este recorrido.

Agradecemos la colaboración de las siguientes instituciones en el desarrollo del documento:

Maquinaria Argentina para Alimentos.

Cámara Argentina de Fabricantes y Proveedores de Equipamientos, Insumos y Servicios para la Cadena Láctea (CAFyPEL).

Cámara de Industriales metalúrgicos de Rafaela (CIMR).

Ministerio de Producción, Ciencia y Tecnología de Santa Fe.

Ministerio de Industria, Comercio y Minería de Córdoba.

Ministerio de Producción, Turismo y Desarrollo Económico de Entre Ríos.

3

Introducción

El objetivo de la presente guía es establecer un conjunto de prácticas estandarizadas de fabricación de equipos para procesar alimentos. A través de la implementación de estas recomendaciones técnicas se busca mejorar la eficiencia y confiabilidad del equipamiento, elevar el estándar de calidad del sector, y como consecuencia directa, incidir positivamente sobre la inocuidad de los productos procesados minimizando los riesgos de contaminación directa a través de la maquinaria.

Este documento está dirigido a empresas fabricantes de equipamiento para las industrias alimentaria y a empresas elaboradoras:

- Las empresas fabricantes de equipos adquirirán conocimientos que les serán de aplicación directa en sus actividades de diseño y construcción de equipos.
- Las industrias alimentarias obtendrán los conocimientos necesarios para especificar y seleccionar convenientemente los equipos que adquieran, así como para realizar las tareas de mantenimiento interno de manera que la seguridad del producto siempre esté garantizada.

En las distintas secciones de esta publicación se ha incluido normativa, datos y especificaciones de aplicación concreta que ayudarán al personal técnico a tomar decisiones a la hora de especificar los requisitos o requerimiento de diseño higiénico de un equipo en fase inicial de diseño y en fase de construcción y ensayo de funcionamiento.

Esta guía está estructurada en cuatro grandes bloques que se describen a continuación:

- Alcance, definiciones, interpretación, jerarquía de documentos y sistemas de proveedores requeridos.
- Requisitos de diseño, con reglas generales y artículos específicos para equipos de proceso, tuberías de proceso y otras tuberías.
- Requisitos de fabricación para:
 - Selección y cuidado de materiales, procedimientos de soldadura y acabado superficial.
 - Fabricación de tanques de proceso.
 - Manejo, soldadura y acabado superficial de tuberías de proceso.



- Aspectos prácticos como el transporte, la instalación, la puesta en marcha y el seguro del equipamiento.

Este documento no pretende reemplazar los estándares nacionales e internacionales aceptados, sino integrar sus requisitos en el proceso de diseño y fabricación de equipos e instalaciones, destinados para la producción y procesamiento de alimentos y bebidas.

Esta guía toma como referencia el documento “Code of practice for the fabrication and installation of stainless steel process plant and equipment in the food and beverage industries” de la Australian Stainless Steel Development Association (ASSDA, 2022) y el aporte de las industrias nacionales.

4

Glosario

4.1 • Definiciones

CIP

Método de limpieza en el sitio (del inglés cleaning in place). Este término se aplica a los sistemas de lavado y enjuague controlados automáticamente que suministran fluidos de lavado y enjuague previamente preparados a elementos específicos de la planta de procesamiento y/o sistemas de tuberías del proceso, adecuados para ser limpiados sin desmontarlos. Para una planta en particular, el proceso se define a un rango específico y validado de flujo, temperatura, concentración de reactivos y tiempo de exposición.

DEBE Y DEBERÍA

La palabra "debe" se entiende como obligatoria y la palabra "debería" como conveniente o recomendado para cumplir con los requisitos de esta guía.

DECAPADO

Tratamiento ácido destinado a eliminar una capa delgada de material susceptible a la corrosión, producto de la exposición de una superficie de acero inoxidable a altas temperaturas y en presencia de oxígeno (por ejemplo, soldadura).

DECOLORACIÓN

Cualquier cambio en el color de la superficie del metal base, por lo general asociados con la oxidación. La decoloración puede ocurrir en la soldadura, en la zona afectada por el calor, o en el metal base de la unión soldada, como resultado del calentamiento del metal durante la soldadura. Los colores pueden variar de gris azulado claro a azul oscuro y de color amarillo claro a una capa negra oscura.

DESBASTE / DESGASTE / PULIDO

Las superficies desbastadas, desgastadas o pulidas se obtienen mediante la eliminación de metal por el uso de abrasivos. Esto deja una superficie donde su rugosidad depende del tamaño y tipo de abrasivo utilizado, la presión aplicada, la lubricación, etc.

ELECTROPULIDO

Proceso electroquímico que se realiza normalmente en un baño ácido. Se aplica una corriente eléctrica para eliminar la contaminación metálica, fortalecer la película pasiva, reducir ligeramente la rugosidad de la superficie y redondear los picos o los bordes afilados para obtener una mejor limpieza.



ESTERILIZACIÓN

Proceso aplicado en las superficies de contacto con el producto (SCP) que asegura la destrucción de todos los microorganismos vegetativos e inactiva las esporas microbianas relevantes. Una superficie esterilizada también ha sido desinfectada. (ver Código Alimentario Argentino (ANMAT, 2021)).

EXAMINACIÓN

Se aplica a las funciones de control de calidad realizadas por el constructor, el fabricante o el montador. En esta guía se hace referencia a un examinador como la persona que realiza exámenes de control de calidad.

HENDIDURA

Espacio estrecho y profundo que retiene el producto con riesgo potencial de contaminación. Las hendiduras en atmósferas húmedas o en contacto con líquidos también pueden dar comienzo a la corrosión.

INSPECCIÓN

Se aplica a las funciones realizadas por el inspector a pedido del propietario.

LIMPIABILIDAD

Adecuación de los materiales de construcción, diseño y fabricación requeridos para asegurar que el equipo se pueda limpiar, ya sea mediante procesos manuales o CIP. Cuando la planta y el equipamiento son desinfectados y/o esterilizados mediante la aplicación de calor, todos los componentes del sistema del proceso deberán diseñarse y construirse para resistir las tensiones internas generadas, de modo que se cumplan los criterios de funcionamiento descriptos en este documento.

LIMPIEZA

Eliminación de la suciedad.

LIMPIO

Ausencia de suciedad en las superficies de contacto y sin contacto con el producto, según lo determinado por métodos visuales y analíticos. Se debe tener en cuenta que algunas suciedades no se pueden eliminar completamente con los métodos de limpieza normales. También se debe tener en cuenta que una limpieza aceptable será determinada por el propietario del proceso respectivo.

PASIVACIÓN

Proceso mediante el cual el acero inoxidable queda protegido contra la corrosión a través de una capa pasiva. Si la capa se forma espontáneamente sin ninguna intervención el proceso es "pasivación natural". Si aplicamos tratamiento químico, lo denominamos "pasivación química".

PRODUCTO

Material o ingrediente en cualquier forma o estado (líquido, polvo, sólido, pastoso, etc.) utilizados en la elaboración de alimentos mediante equipamiento como tanques, recipientes y tuberías, que se diseñan para procesar, almacenar, contener o transportar durante la producción.

PROPIETARIO / COMPRADOR

El "propietario" de la industria o del proceso (u operación) o la organización que operará el sistema de procesamiento de alimentos, o el representante autorizado de la industria. El propietario puede ser el comprador del producto o puede estar negociando a través de un intermediario.

PROVEEDOR

Persona o empresa a la que el comprador/propietario ha solicitado que provea el equipo o los servicios definidos.

RESISTENCIA A LA CORROSIÓN

Una combinación de acabado de superficie y selección de material que no se degradará debido a la corrosión durante su vida útil prevista.

Capacidad que tiene un determinado material para resistir cambios en su superficie. La descripción aplica a la exposición a condiciones encontradas en el entorno previsto, incluido el contacto con el producto, productos químicos de limpieza y desinfección, vapor o soluciones de esterilización.

RUGOSIDAD SUPERFICIAL

Es una medida de las micro ondulaciones topológicas de una superficie. La medida más utilizada es la rugosidad promedio (Ra). Por lo general, se mide con un instrumento que copia la superficie con un palpador, se calcula el perfil promedio y se determina la desviación promedio de esta línea. Otros parámetros (como Rz o Rmax) se suelen utilizar para evaluar las alturas máximas de los picos y la "adherencia" de los materiales orgánicos.

SANITIZADO

Proceso aplicado a una superficie limpia con el objetivo de reducir entre cinco y siete órdenes de magnitud el número de patógenos resistentes a los humanos. El proceso puede ser manual o automático y puede utilizarse agua caliente, vapor o agentes desinfectantes aprobados. (ver en Código Alimentario Argentino (ANMAT, 2021))

SIP

Método de esterilización en el sitio (del inglés sterilise in place). Ver también CIP.

SUCIEDAD

Residuos orgánicos o materia inorgánica no deseados, generalmente en una superficie en contacto con el producto. Pueden ser provenientes del mismo proceso por las horas de uso del equipamiento indicando la necesidad de realización de operaciones de limpieza.



SUPERFICIE EN CONTACTO CON EL PRODUCTO (SCP)

Todas las superficies que están expuestas al producto, y las superficies de las cuales el producto, líquidos u otros materiales pueden drenar, caer, salpicar o ser atraídas hacia el producto.

SUPERFICIE SIN CONTACTO CON EL PRODUCTO (SSCP)

Todas las superficies expuestas de las que el producto, líquidos u otros materiales salpicados no pueden drenar, caer, escurrir o ser arrastrados hacia el producto, las superficies en contacto con el producto o los envases abiertos.

TUBERÍA / CAÑERÍA

Ensamblaje de componentes utilizados para transportar, distribuir, mezclar, separar, descargar, medir, controlar o rechazar flujo de fluidos. El término también incluye elementos de unión y soporte, pero no incluye estructuras de fijación, tales como estructuras soldadas o de edificación. Se considera cañería cuando el sistema se utiliza para fluidos y servicios a presión.

TUBO / CAÑO

El término "tubo" refiere a un producto de sección circular, cuadrada o rectangular, hueco y definido por sus dimensiones exteriores (diámetro exterior o medidas entre caras externas) y su espesor de pared específico.

El término "caño" refiere a un producto de sección circular, hueco y hermético utilizado para transportar un fluido o transmitir la presión de un fluido, definido por su tamaño nominal de caño (NPS, del inglés nominal pipe size) o diámetro nominal (DN, del inglés diameter nominal) y un espesor de pared definido por el "SCH" (del inglés schedule).

ZONA DE SOMBRA

Áreas en las superficies de contacto con el producto (SCP), donde las soluciones de limpieza no pueden fluir o su flujo es restringido. Generalmente son zonas de difícil acceso causado por obstáculos.

ZONA MUERTA

Zona del equipo o la instalación donde el producto puede acumularse y generalmente se dificulta su limpieza. Para tuberías, refiere a la sección difícil de limpiar porque no circula por ella producto de limpieza. Por lo general, se generan por ampliaciones y/o modificaciones de las instalaciones realizadas de forma inadecuada. Una tubería con bajo flujo también puede ser difícil de limpiar, pero no es una zona muerta.

4.2 · Abreviaciones de procesos de soldadura

EBW

Soldadura por haz de electrones (del inglés "Electron Beam Welding").

FCAW

Soldadura por arco con alambre tubular (del inglés “Flux Cored Arc Welding”).

GMAW

Soldadura por arco metálico con protección gaseosa (del inglés “Gas Metal Arc Welding”).

También conocido como MIG-MAG.

GTAW

Soldadura por arco con electrodo de tungsteno y protección gaseosa (del inglés “Gas Tungsten Arc Welding”). También conocido como TIG.

LBW

Soldadura por haz láser (del inglés “Laser Beam Welding”).

PAW

Soldadura por arco de plasma (del inglés “Plasma Arc Welding”).

SAW

Soldadura por arco sumergido (del inglés “Submerged Arc Welding”).

SMAW

Soldadura por arco manual con electrodo revestido (del inglés “Shielded Metal Arc Welding”).

SW

Soldadura de espárragos (del inglés “Stud Welding”).

4.3 · Siglas de organizaciones normativas

3-A SSI / www.3-a.org

Sigla de 3-A Sanitary Standards Inc. Tiene la misión de promover la seguridad alimentaria a través del diseño de equipos higiénicos. La membresía está conformada por cuatro asociaciones: American Dairy Products Institute, International Dairy Foods Association, Food Processing Suppliers Association y la International Association for Food Protection. 3-A publica normas y certifica componentes para la industria alimentaria y farmacéutica.

ASME / www.asme.org

Sigla de Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (del inglés “Society of Mechanical Engineers”). Es una asociación de profesionales fundada en 1880, con la idea de generar una serie de códigos de diseño para la construcción, pruebas e inspección de bienes de equipo industriales. Entre estos equipos se encuentran los recipientes a presión y equipos para bioprocesos.



ASTM / www.astm.org

Sigla de Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (del inglés “American Society for Testing and Materials”). Desde su fundación en 1898, ASTM International es una de las organizaciones internacionales de desarrollo de normas más grandes del mundo. En ASTM se reúnen productores, usuarios y consumidores, entre otros, de todo el mundo, para crear normas de consenso voluntarias.

AWS / www.aws.org

Sigla de Sociedad Americana de Soldadura (del inglés “American Welding Society”). Su misión es desarrollar la ciencia, la tecnología y la aplicación de la soldadura y los procesos de unión y corte afines. Esta organización norteamericana publica normas, recomendaciones y realiza certificaciones relacionadas a las tecnologías de soldadura.

EHEDG / www.ehedg.org/es/

Sigla de Grupo Europeo de Ingeniería y Diseño Higiénico (del inglés, “European Hygienic Engineering & Design Group”). Su objetivo es estimular la inocuidad y calidad alimentaria. Difunde, a través de guías técnicas, capacitaciones y certificación de componentes, aspectos relacionados con el diseño higiénico de equipos e instalaciones que procesan alimentos. En Argentina la representa el INTI. Contacto: ehedg@inti.gob.ar

5

Sistemas

5.1 • Sistemas de calidad

El proveedor deberá proporcionar una descripción de su sistema de calidad al comprador. En el caso de que no exista una certificación de tercera parte del sistema de calidad, el comprador puede auditar el sistema de gestión de calidad del proveedor, bajo requisitos a acordar entre las partes. El comprador se reserva el derecho de asociarse con el proveedor para desarrollar la especificación final.

5.2 • Seguridad e higiene laboral y cumplimiento ambiental

El proveedor deberá contar con sistemas para garantizar el cumplimiento de las normas de seguridad e higiene laboral y regulaciones ambientales reglamentarias.

5.3 • Unidades

Las unidades de medida definidas por el Sistema Internacional de Unidades (SI) se emplearán en todos los planos, especificaciones, y cualquier otra documentación técnica.

5.4 • Conflicto en la documentación

Ante discrepancias o conflicto entre lo establecido en el presente documento y los requisitos establecidos por la autoridad legal competente, tendrá validez lo definido por ésta última.

La especificación definida por el comprador para la provisión de equipos y/o instalaciones puede ser más exigente que la presente guía.



6

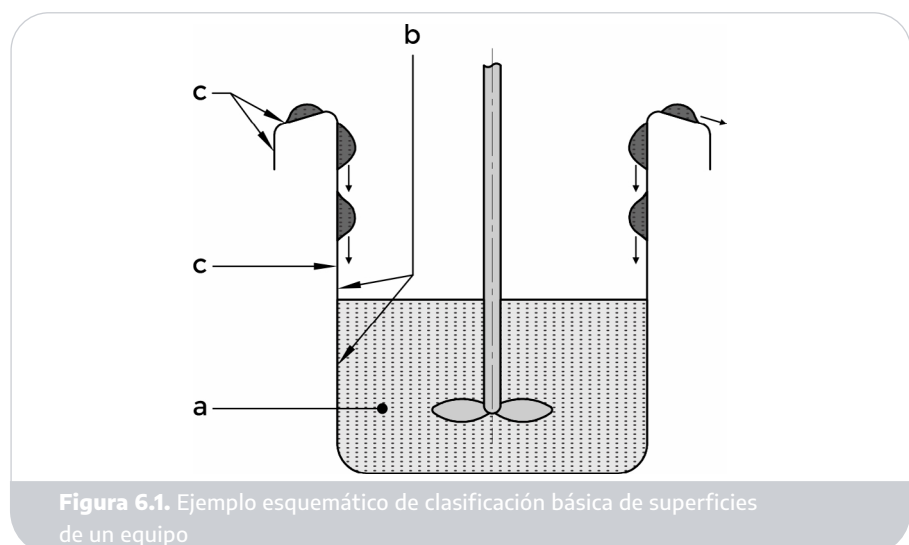
Requisitos de diseño

6.1 • Alcance de diseño

Esta guía de buenas prácticas define los requisitos mínimos y no debería limitar la responsabilidad de ningún proveedor de fabricar y/o entregar un equipo o instalación que funcione satisfactoriamente, ni excluir sugerencias o mejoras. El diseño cumplirá con los requerimientos establecidos en cuanto a rendimiento, capacidad y tiempo de proceso establecidos. Además, el diseño deberá incorporar aspectos que garanticen la limpiabilidad del equipo y la seguridad de las personas que lo operan y mantienen.

6.2 • Consideraciones generales de diseño

Estas consideraciones generales se aplican a todos los elementos fabricados e instalados y se deben considerar junto con los requisitos de componentes específicos. En la **Figura 6.1** se realiza una clasificación de las superficies de un equipo en función del contacto que tiene con el producto procesado.



- a: Producto
- b: Superficie en contacto con el producto (SCP)
- c: Superficie sin contacto con el producto (SSCP)

Según AWS D18.3/D18.3M:2015 (AWS D18.3/D18.3M:2015, 2015) para la definición de los requisitos de las soldaduras y la terminación superficial de su área adyacente, la superficie sin contacto con el producto (SSCP) a su vez se clasifica en “expuesta”, “remota” y “no expuesta”. En el **punto 8.3** se encuentran listados los requisitos que aplican a las soldaduras y su área adyacente para cada una de estas superficies y para la superficie en contacto con producto.

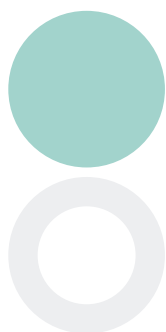
6.2.1 Superficies en contacto con el producto (SCP)

Requisitos básicos aplicables a las SCP (identificadas como b en la Figura 6.1) basado en guía EHEDG Doc. 8 (EHEDG Doc 8):

- Todas las superficies interiores de la planta y de los equipos deben ser autodrenables para evitar que se acumulen productos o líquidos durante la operación o la limpieza. En superficies horizontales se requiere al menos una pendiente de 3° hacia el punto de drenaje.
- Se deben evitar las zonas muertas. En caso de que no se pueda evitar, en tuberías su longitud no debe ser superior a 1 diámetro del tubo.
- Las esquinas deben tener radios para facilitar el drenaje. Se recomiendan radios mayores a 6 mm. Se deben evitar esquinas agudas (<90°).
- Se deben evitar todas las características de diseño que creen una hendidura abierta al producto o una zona hueca adyacente al producto.
- Las roscas no deben entrar en contacto con el producto.
- El diseño de la planta o equipo debe garantizar que todas las superficies en contacto con el producto (SCP) sean fácilmente accesibles para su inspección, limpieza y mantenimiento. Cuando se considere necesario se deberán tomar medidas para retirar o exponer las piezas para su limpieza y/o inspección.
- Las uniones metal-metal deben estar continuamente soldadas.
- No se permite la unión metal-metal (excepto las soldadas). Se deben colocar juntas elastoméricas entre las partes metálicas desmontables.

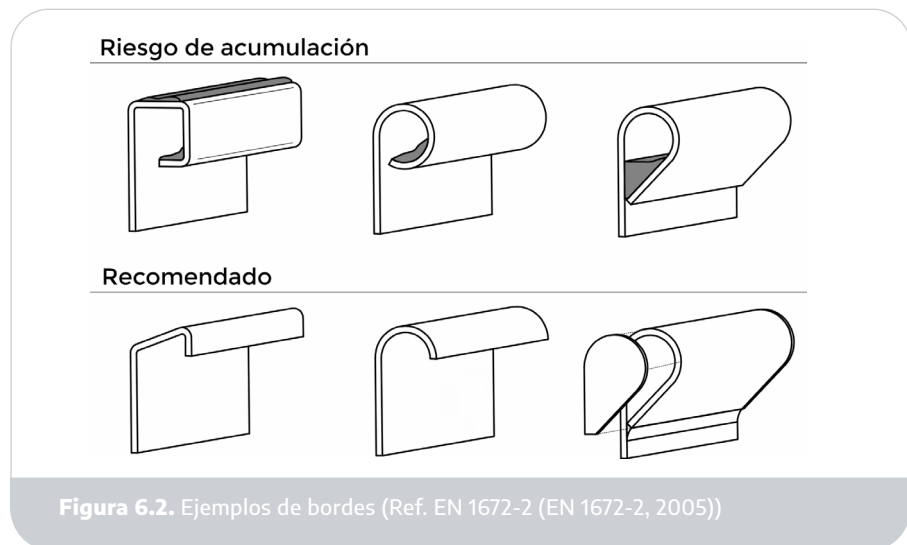
Requisitos para recipientes o tanques:

- En tanques y recipientes el rociador que utiliza el CIP debe estar diseñado para garantizar que todas las superficies puedan limpiarse adecuadamente.
- Se deberá evitar que los accesorios salientes internos de la superficie del tanque o recipiente creen zonas de sombra, o generen sombras sobre sí mismas.
- Todas las tapas o cubiertas de acceso deben diseñarse de modo que cuando se abran, los contaminantes presentes en el exterior del equipo no puedan ingresar al equipo o a la instalación.





- Para permitir un completo drenaje del tanque, el punto de drenaje debe ser el punto más bajo del tanque.
- Evitar bordes de tanques que puedan retener suciedad.



Requisitos para equipos que procesan productos secos

Los equipos o instalaciones donde se procesan productos secos tienen requisitos similares con la necesidad adicional de evitar:

- la condensación,
- la contaminación por lubricantes,
- la contaminación por los procesos de lavado adyacentes,
- efecto arco en tolvas (o puente en polvo),
- la prevención en la generación de chispas por electricidad estática,
- y considerar la pendiente del producto apilado a granel.

6.2.2 Superficies sin contacto con el producto (SSCP)

Requisitos básicos aplicables a las SSCP (identificadas como c en la Figura 6.1):

- Se evitarán las hendiduras y puntos o zonas donde pueda acumularse residuos.
- El diseño debe garantizar que todas las superficies que no están en contacto con el producto se puedan limpiar fácilmente. Asimismo, durante la limpieza se debe evitar contaminar las superficies que están en contacto con el producto.
- Todas las superficies que no estén en contacto con el producto y las estructuras de soporte deben estar diseñadas para drenar el agua y prevenir cualquier riesgo de acu-

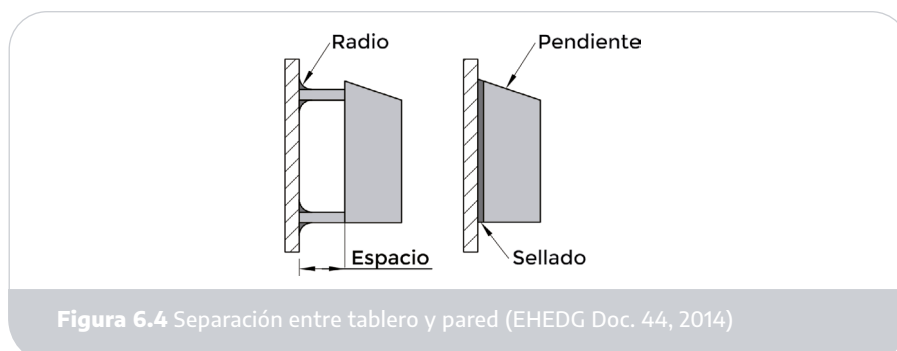
mular suciedad o albergar plagas. Debe considerarse el drenaje de condensado cuando corresponda. Los flujos de drenaje deben alejarse de las zonas de producción.

- No son deseables las superficies horizontales.
- Se debe prestar especial atención al posicionamiento y orientación de formas tales como canales o ángulos y también a los cordones de soldadura salientes (ver **Figura 6.3**) (EHEDG Doc. 44, 2014).
- Para controlar la "adherencia" de los materiales orgánicos, se pueden especificar parámetros de rugosidad de la superficie (Ra).

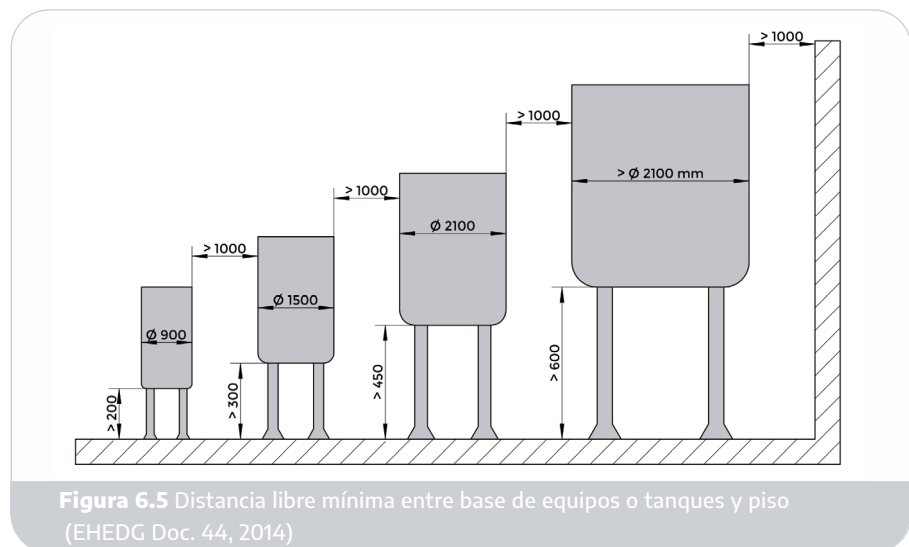
	Perfil L	Perfil T	Perfil UPN	Perfil IPN	Tubo estructural
Mayor riesgo de acumulación					
Recomendado					

Figura 6.3 Ubicación de estructuras de soporte (EHEDG Doc. 44, 2014)

- La distribución de los equipos auxiliares y de servicios, relacionados al equipamiento principal y a las instalaciones de la planta, deben permitir una adecuada limpieza y mantenimiento. Las distancias entre equipos, y entre equipos y paredes, deben permitir un acceso adecuado para realizar tareas de limpieza e inspección.
- El equipo que no esté fijado a la pared debe colocarse a una distancia de al menos 600 mm de cualquier pared. Para equipos grandes, las distancias recomendadas entre equipos, suelo y pared son las indicadas en la Figura 6.5.
- Los tableros que estén fijados a la pared deben permitir una correcta limpieza entre la pared y la superficie del tablero. Esto se logra separando el fondo del tablero de la pared. En caso de que el tablero deba adherirse a la pared, se sellará perfectamente las superficies en contacto (**Figura 6.4**).



- Para permitir la limpieza e inspección, los tanques, recipientes o equipos que no estén fijados al piso o zócalo, deberán cumplir con el espacio libre mínimo entre su base y el piso según lo indicado en la **Figura 6.5**.



6.2.3 Otros requisitos

El diseño debe evitar la creación de zonas donde se pueda acumular humedad y que luego de un secado posterior genere concentración de residuos indeseables.

Se debe prestar la debida atención a los posibles efectos de corrosión galvánica que surgen del contacto entre metales y aleaciones diferentes o metales y no metales conductores, como los sellos de grafito. Se deben hacer ajustes adecuados para la expansión y contracción térmica entre varios grados de aceros inoxidables y otros materiales (por ejemplo, en refuerzos de soporte de planta o equipo). También se debe considerar el efecto del flujo de calor en la expansión térmica de materiales con variaciones de espesor. Varios ciclos térmicos (por ejemplo, mediante limpieza con vapor seguido de enjuague frío) pueden causar fatiga térmica a largo plazo.

Las escaleras, pasamanos, plataformas y pasarelas deben diseñarse, fabricarse e instalarse de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 14122 (UNE-EN ISO 14122, 2016).

El diseño de la máquina debe cumplir los requisitos establecidos en la norma UNE-EN ISO 12100 (UNE-EN ISO 12100, 2012) relacionados a la seguridad de las personas.

Durante la etapa de diseño de los espacios confinados se deben minimizar los riesgos durante las posteriores reparaciones o tareas de mantenimiento. Se deben prever salidas de tamaño y en cantidad suficiente a una altura que permita a los trabajadores entrar y salir del espacio

confinado en forma segura. Los elementos que se colocan en el interior del espacio confinado deben prever la ocupación de personas para tareas de reparación y/o limpieza.

Es conveniente que todos los proyectos estén aprobados previamente por personal del departamento de higiene y seguridad industrial del comprador.

El aislamiento requerido para los recipientes o tuberías que operan a temperaturas no ambientales debe estar libre de cloruros e instalado para evitar la interferencia con los procedimientos normales de operación y mantenimiento. También, se deberán proteger del agua y daños físicos con un revestimiento exterior.

El revestimiento (y cualquier otro revestimiento aplicado por razones higiénicas) debe ser liso, continuo e impermeable. Si existe riesgo de que agua con cloruro humedezca el aislamiento de los recipientes de acero inoxidable a temperaturas superiores a 55 °C, se deberán considerar protecciones adicionales.

En circunstancias donde la pérdida de calor no es un problema, se puede considerar barreras para la protección del personal en lugar de aislamiento térmico.

En la fase de diseño, se debe tener en cuenta el acceso seguro para la inspección y el mantenimiento del equipo. También se deben considerar medios de acceso para la inspección final (por ejemplo, desmontaje, boroscopio o videoscopio) y para la eliminación de residuos de las superficies que van a estar en contacto con producto antes de su puesta en servicio.

Es necesario tener en cuenta los niveles de iluminación necesarios para evaluar el estado de limpieza de la planta y/o equipos.

6.2.4 Responsabilidad de diseño

En caso de que el propietario lo requiera, antes del inicio de la fabricación, el fabricante enviará todos los planos y cálculos relevantes relacionados con el diseño del equipo o planta adquirido, para su revisión.

El comprador aprobará los aspectos del diseño relacionados a:

- capacidad de limpieza,
- requisitos de higiene y seguridad,
- funciones específicas del proceso,
- selección de materiales y
- requisitos medioambientales.

El comprador no certificará el diseño o los cálculos del fabricante, sino simplemente los planos de disposición general.



La operación de la planta y los equipos allí instalados (incluidos los métodos y frecuencia de limpieza) es responsabilidad del propietario. El diseño de la planta se basará en las prácticas operativas especificadas por el comprador.

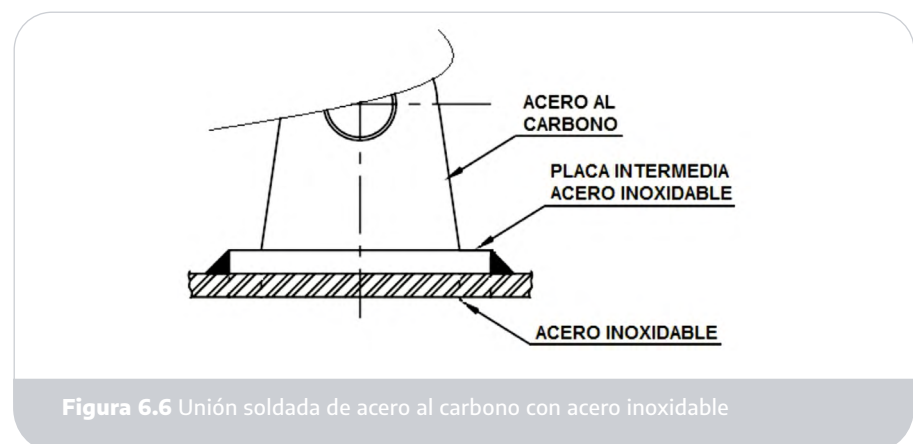
Los planos deben identificar todas las características críticas para el funcionamiento seguro y adecuado del equipo. Estos incluyen, entre otros, requisitos de radio mínimo y acabado superficial para la limpieza, así como características del diseño para evitar la contaminación por sustancias extrañas.

En el diseño se deberán incluir los medios que se utilizarán para evaluar las características de funcionamiento establecidas en el contrato. A su vez, deberá incluir medios de medición de parámetros críticos.

6.2.5 Juntas soldadas

El diseño de las juntas debe tener en cuenta los requisitos de limpieza, resistencia a la corrosión y resistencia mecánica.

El acero al carbono no debe soldarse directamente a las superficies de los componentes de acero inoxidable en áreas húmedas. Cuando se une acero al carbono con acero inoxidable, se debe utilizar una placa de refuerzo intermedia de acero inoxidable que no debe superar el espesor del material base (Figura 6.6).



Las soldaduras deben ubicarse lejos de áreas muy tensionadas o trabajadas en frío. Las soldaduras no deben cruzarse ya que el esfuerzo longitudinal residual en las soldaduras causará una región altamente tensionada.

Deben evitarse las juntas solapadas y las soldaduras de filete intermitentes debido a problemas de hendiduras y contaminación.

La decoloración de soldadura no solo reduce la resistencia a la corrosión, sino que también degrada la capacidad de limpieza y puede aumentar la actividad de los microbios. Las secciones 7.4 a 7.6 tratan sobre el control de la decoloración de la soldadura y técnicas para garantizar su eliminación completa, si hay niveles excesivos.

6.3 · Tanques, recipientes, mezcladores, etc.

El cálculo de los espesores mínimos deberá ser realizado aplicando metodología de cálculo establecida por bibliografía de referencia a acordar.

Aplicar criterios de diseño higiénico establecidas en guías EHEDG Doc. 8 y EHEDG Doc. 13

Las aberturas para puertas de acceso, conexiones de tuberías, etc., deben colocarse lo más lejos posible de las uniones soldadas de las chapas. El ángulo de inclinación mínimo para superficies planas será de 3°.

Los interruptores de vacío y los venteos deben diseñarse para permitir que el volumen de aire regrese al silo/tanque después del ciclo de lavado en caliente y antes del ciclo de lavado con agua fría. El diseño debe considerar aspectos relacionados a los procesos productivos, y a los procedimientos de limpieza. Verificar los tamaños de los venteos si se producen enfriamientos rápidos o condensación.

Se debe considerar la posibilidad de mejorar el acabado de la superficie u otros medios para facilitar el flujo de materiales adherentes.

6.4 · Equipamiento de proceso y otros componentes tercerizados

Los equipos/componentes que serán fabricados por terceros se seleccionarán después de considerar su cumplimiento con los requisitos de diseño, incluyendo: rendimiento, vida útil, capacidad de limpieza y requisitos de funcionamiento higiénico, así como la compatibilidad con la accesibilidad, con otros componentes y con la estética de las instalaciones.

Respecto al cumplimiento de requisitos higiénicos de componentes, los mismos se pueden garantizar utilizando componentes certificados por EHEDG o 3A. En caso de no utilizar componentes certificados, cuando se evalúe diseños de componentes de proveedores o se diseñe para tercerizar la construcción, considerar requisitos de diseño higiénico de guías EHEDG aplicables al tipo de componente requerido.

La disposición e instalación del equipo también deberá tener en cuenta las fundaciones y soportes, los flujos de productos y tráfico de personas, la eficiencia de la operación y el acceso para el mantenimiento y la limpieza.



El diseñador deberá considerar las características específicas de elementos como la vibración de las bombas, la orientación de las conexiones de productos y servicios, así como la necesidad de proteger la planta del medio ambiente o al personal de la operación de la planta.

Los elementos complementarios, como los soportes estructurales, los soportes de recipientes o bombas, los pasamanos, las plataformas y las escaleras, deberán diseñarse para una vida útil adecuada, capacidad de limpieza y funcionamiento higiénico. Evitar áreas problemáticas tales como grietas, cavidades huecas y soldaduras intermitentes. Estos requisitos también aplican a superficies que no están en contacto con producto.

6.5 • Sistemas de tuberías y cañerías de producto

El cálculo de los espesores mínimos de las tuberías/cañerías deberá ser realizado aplicando ASME B31.3 o código similar aplicable¹. En caso de que los espesores calculados permitan utilizar tubos ASTM A270/A270M (ASTM A270/A270M-15(2019), 2015) la construcción se realizará siguiendo los lineamientos establecidos en la Sección 10 de la presente guía. En caso de que los espesores calculados no permitan utilizar tubos ASTM A270/A270M (ASTM A270/A270M-15(2019), 2015), la construcción se realizará siguiendo los lineamientos establecidos en la Sección 11.

Considerar los requisitos de diseño higiénico establecidos en las guías EHEDG Doc. 8 y EHEDG Doc. 10.

Las tuberías de producto deben estar protegidas contra daños mecánicos y deben apoyarse a intervalos determinados por el diámetro del tubo y la carga del producto. Además, deben estar separados al menos un diámetro cuando se colocan en bastidores, deben ser autodrenables con una pendiente no inferior a 1:100 y pudiendo ser mucho más pronunciada para mezclas secas o viscosas.

Las fijaciones y/o el recorrido de los tubos/caños deben permitir el movimiento debido a la expansión térmica o la vibración de la maquinaria. Los soportes no deben retener contaminantes y deben ser de materiales compatibles con los tubos.

Para sistemas de tuberías de diferente diámetro, la velocidad mínima de limpieza deberá garantizarse en la tubería de mayor diámetro. Para garantizar el drenaje, las uniones entre tuberías de diferentes diámetros se realizarán con uniones excéntricas.

¹Se podrá acordar entre las partes el código a aplicar, o en su defecto la metodología de cálculo establecida por bibliografía de referencia a acordar.

Se recomienda diagramar la tubería teniendo en cuenta el espacio requerido por el soldador para la realización de las soldaduras.

6.6 • Sistemas de tuberías y cañerías de servicio

6.6.1 Baja presión (incluyendo conductos eléctricos, agua, etc.)

Donde sea posible, los tubos y caños con funciones similares deberán ubicarse juntos. Si bien gran parte de esta tubería o cañería no está sujeta a condiciones internas de corrosión, su fabricación requiere cuidado para evitar daños al cableado en conductos y corrosión de uniones soldadas en líneas de agua de servicio estancada.

Las consideraciones respecto a la expansión térmica, la vibración, el espaciado, la compatibilidad del material y el soporte de la tubería son las descritas en la Sección 6.5.

La identificación de las tuberías se realizará según norma IRAM 2507 (IRAM 2507, 1965).

6.6.2 A presión (incluyendo vapor, condensado, aire comprimido)

Normalmente diseñado según el Código para Cañerías de Presión ASME B31.3 (ASME B31.3-2020, 2020). También es necesario tener en cuenta la protección del personal, el aislamiento térmico y que el diseño evite la acumulación de suciedad. La expansión térmica, la vibración, el espaciado, la compatibilidad del material y el soporte de la cañería deben tenerse en cuenta al igual que para las líneas de productos (consulte la Sección 6.5).

6.7 • Transporte e instalación

El diseñador deberá tener en cuenta los esfuerzos estáticos y dinámicos que actúan durante el transporte, montaje e instalación, así como los esfuerzos obrantes durante el servicio. Si se requieren anclajes o apoyos temporales, su ubicación, instalación y eliminación no deben causar contaminación ni provocar defectos.

Los cáncamos deben diseñarse y ubicarse para garantizar que el equipo pueda levantarse, transportarse e instalarse sin causar daños al equipo o a la planta asociada. Se deben considerar las restricciones de acceso para el transporte, la descarga y la instalación.



7

Requisitos generales de fabricación

7.1 • Selección del grado de material

La selección del grado de acero inoxidable será responsabilidad del comprador. Todos los materiales utilizados que están en contacto con el producto deben suministrarse con una certificación que demuestre el cumplimiento de las especificaciones aplicables.

Se incluyen las siguientes pautas para ayudar al comprador:

En general, los equipos se construirán con acero inoxidable austenítico de los grados 304/304L o 316/316L y se especificará con estándares internacionales reconocidos (la mayoría de los materiales suministrados en Argentina cumplen con las normas ASTM).

Los grados con alto contenido de carbono, como los tipos 304/316 (0,08% C), son susceptibles a la sensibilización cuando son sometidos en los procesos de soldadura a un determinado intervalo de temperaturas (entre 430 °C y 870 °C) durante un tiempo excesivo. La sensibilización provoca una zona empobrecida de cromo (zona afectada térmicamente generalmente en el cordón de soldadura y áreas adyacentes) por la formación de carburo de cromo en los límites, que en medios corrosivos pueden dar lugar a la corrosión intergranular. Es recomendable para las construcciones soldadas usar el grado de nivel más bajo de carbono 304L/316L (L del inglés Low carbón <0,03% C), o en su defecto los aceros austeníticos estabilizados con titanio o niobio como el 321 o 347 que tampoco son susceptibles a la corrosión intergranular en la zona afectada térmicamente por la soldadura.

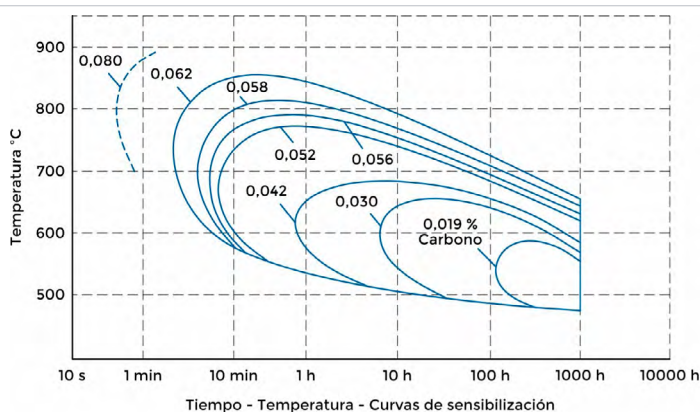
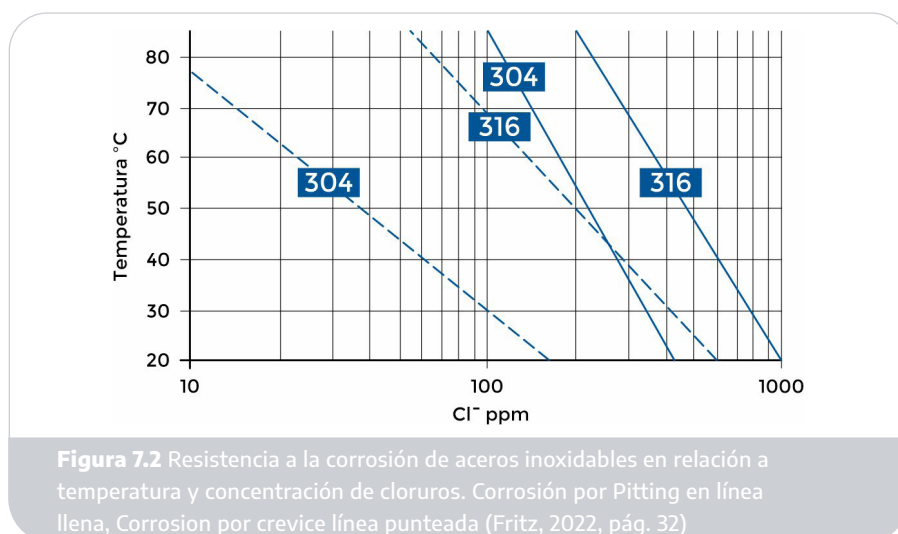


Figura 7.1 Diagrama Tiempo/Temperatura de susceptibilidad a la corrosión intergranular de un acero inoxidable con 18% de cromo y 8% de níquel con diferentes contenidos en carbono. (Nickel, Institute, 2020, pág. 37)

El riesgo de sensibilización aumenta con espesores de material mayor a 3 mm y, en consecuencia, aumenta la importancia de utilizar acero con bajo contenido de carbono o estabilizados.

El acero inoxidable 316 contiene molibdeno en una proporción del 2 % a 3 %, este componente lo hace más resistente a la corrosión localizada por picadura (pitting corrosion) o por hendidura (crevice corrosion) que el 304, especialmente para los ambientes salinos o expuestos al cloruro. El grado 304 debe considerarse para usos en medios corrosivos menos agresivos y es adecuado para un contacto continuo con cloruros de hasta 200 ppm a temperatura ambiente a pH neutro (20 °C –pH7). El acero inoxidable de grado 316 debe considerarse para concentraciones de haluros más grandes y es adecuado para un contacto continuo con cloruros de hasta 1000 ppm a temperatura ambiente a pH neutro. Los límites de resistencia al cloruro aumentan si el pH es alcalino o la temperatura es más baja. Por el contrario, el pH ácido o temperaturas más altas reducen los límites de resistencia al cloruro para los aceros inoxidables.



En aplicaciones donde el acero inoxidable de la serie 300 es susceptible al agrietamiento por corrosión bajo tensión (SCC del inglés *Stress Corrosión Cracking*) por contacto con cloruro >1000 ppm y temperatura elevada mayor a 55 °C, se recomienda el uso de acero inoxidable austeno-ferrítico (dúplex) grado 2205 para servicio prolongado. Los aceros inoxidables ferríticos también son resistentes al SCC, pero requieren mucho más cuidado y experiencia para la realización de una soldadura satisfactoria. La tubería ferrítica es viable, pero deberá utilizarse solo cuando el análisis de riegos lo permita.

El acero inoxidable ferrítico grado 430 puede considerarse como alternativa económica para reemplazar al acero austenítico y usarse en zonas del equipo que no entran en contacto con el producto y en contacto con agua intermitente. El grado 439 ofrece una mejor soldabilidad



y conformabilidad que el grado 430, porque es un acero inoxidable ferrítico estabilizado con titanio.

Las rebanadoras, cortadoras y cuchillas están generalmente hechas de aceros inoxidables martensíticos del grado 420 que se endurecen por tratamiento térmico de la misma manera que los aceros de alto carbono. Tendrán una alta dureza y buena resistencia al desgaste, pero pueden fracturarse si se flexionan excesivamente o si sufren cargas de impacto. Típicamente, tienen menor resistencia a la corrosión que los demás aceros inoxidables utilizados. Otros materiales utilizados para hojas o piezas de corte pueden ser los del grado 440A, 440B o 440C, los cuales logran una mayor dureza que el grado 420 y tienen mejor resistencia a la corrosión.

Si el equipo está destinado a un servicio criogénico, por ejemplo, para la congelación instantánea, con la posibilidad de fragilización a baja temperatura y la consiguiente fractura, pueden requerir el uso de aceros inoxidables austeníticos como 304/304L o 316/316L.

A la hora de elegir juntas elastoméricas tenemos que conocer el comportamiento del material respecto a nuestro proceso (productos grasos, ácidos, etc.). También hay que tener en cuenta los productos de limpieza, los tratamientos de superficies, etc. Para más información, se desarrolla el tema en el Apéndice D.

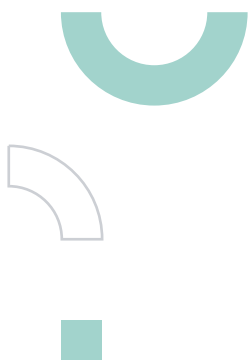
7.2 · Tipos de productos utilizados fabricados en acero inoxidable

La mayoría de los materiales suministrados en Argentina cumplen con las normas ASTM, se recomienda utilizar los materiales aquí descritos²:

- Producto placa (chapa): ASTM A240/A240M (ASTM A240/A240M-20a, 2020)
- Tubos y accesorios para tubo para transporte de producto y CIP: ASTM A270/A270M (ASTM A270/A270M-15(2019), 2015) y según las especificaciones del comprador respecto al grado del acero inoxidable, su tratamiento térmico y el acabado superficial de la superficie. El tubo y sus accesorios deben mostrar esta información y deben ser fácilmente identificables. Cualquier longitud de tubo parcial, cortes de tubo y secciones de tubo reutilizadas deben identificarse conformes a los requisitos anteriores en todos los aspectos, incluidos el grado, el tratamiento térmico, etc. ASTM A554/554M (ASTM A554/554M, 2021) no es aceptable para la contención de fluidos.

² Pueden utilizarse materiales de otra denominación a la aquí descrita, siempre y cuando su aplicación se corresponda con su especificación.

- Cañería: la especificación estándar ASTM A312/A312M (ASTM A312/A312M-21, 2021) para cañerías de acero inoxidable austenítico sin costura y con costura es la más común en Argentina.
- Tubos para uso estructural: ASTM A554/A554M (ASTM A554/A554M, 2021).
- Accesorios de cañería: accesorios de soldadura a tope ASTM A403/A403M (ASTM A403/A403M-20, 2020) para cañerías fijas de alta presión
- Accesorios roscados de baja presión ISO 4144 (ISO 4144:2003, 2003)
- Conexiones atornilladas de alta presión: ASTM A182 (ASTM A182/A182M-21, 2021) (conexiones atornilladas y soldadas).
- Cintas y bandas transportadoras: se toma como referencia EHEDG Doc. 43 (EHEDG Doc. 43, 2016).
- Bridas: se utilizan ASME B16.5 (ASME B16.5-2020, 2020). Sin embargo, las bridas en las líneas de productos no son deseables. Es una fuente potencial de contaminación porque es extremadamente difícil evitar el fenómeno de “hendidura”. Se consideran bridas higiénicas las listadas en el documento de EHEDG “Easy cleanable Pipe couplings and Process connections” (EHEDG Position Paper, 2019).
- Barras y Perfiles: ASTM A276/A276M (ASTM A276/A276M, 2017).
- Materiales de aislamiento: Se recomienda que el material aislante no absorba ni retenga agua. El poliestireno extruido, la espuma de vidrio (silicato de calcio) o la espuma rígida libre de cloro son mejores opciones que los materiales fibrosos. La fibra de vidrio es aceptable en áreas sin procesamiento. El aislamiento debe ser hermético (no necesariamente hermético al vapor). Se recomienda instalar revestimientos metálicos (p. ej., Aluminio) o cubiertas de plástico (p. ej., PVC) totalmente soldados, herméticos al agua, adecuados para su uso en el área de producción de alimentos. El exterior de la protección de aislamiento debe ser liso, debidamente sellado para evitar la entrada de polvo, y debe instalarse de manera correcta para evitar trampas de polvo, p. ej. uniones hacia abajo. Se pueden obtener recomendaciones sobre la instalación y prueba del aislamiento en NACE RP0198 (NACE SP0198, 2017). Los métodos de cálculo para el aislamiento se indican en UNE EN ISO 12241 (UNE-EN ISO 12241:2010, 2010).





7.3 • Manipulación de materia prima y consumibles

7.3.1 General

- Los métodos y técnicas de fabricación no causarán ningún daño o alteración que pueda reducir la vida útil proyectada del equipo.
- Los productos de acero inoxidable deben almacenarse separados del acero con bajo contenido de carbono (o hierro) y de otros materiales que puedan contaminarlo. Se debe evitar la contaminación con acero al carbono (o acero de baja aleación, hierro fundido) o con sal, ya que reducen la resistencia a la corrosión del acero inoxidable.
- Se debe evitar la contaminación de productos de acero inoxidable con materiales al carbono o carbonosos, especialmente si el material se va a soldar. Esto incluye aceite, grasa, rotuladores y pintura. No caminar sobre productos de acero inoxidable sin protección ya que esto puede transferir estos materiales y otras suciedades.
- El producto de acero inoxidable en espera de fabricación debe, si es posible, almacenarse en el interior. Si se almacena en el exterior debe protegerse del clima.

7.3.2 Tubos, caños y accesorios asociados

- Todos los tubos y sus accesorios de acero inoxidable deben estar protegidos contra daños, contaminación y marcas (rayones) durante su almacenamiento.
- Los tubos y caños suelen ser flexibles; se deben transportar con cuidado para evitar daños.
- Manipule y almacene en cajas o paquetes atados y almacene en bastidores bien soportados siempre que sea posible.
- Evitar daños por “golpes”, especialmente en los extremos de preparación de soldadura.
- Mantener las marcas de identificación. Los requisitos para verificar la trazabilidad de los lotes deben ser especificados por el comprador.
- Todos los tubos y accesorios deben almacenarse con la envoltura plástica protectora provista para el envío y entrega intactas, y preferiblemente en su contenedor de envío de madera.
- El tubo de acero inoxidable se puede almacenar en estantes revestidos de acero inoxidable o plástico.
- Las tapas de los extremos de los tubos o la protección de las bolsas de plástico deben man-

tenerse colocadas en todo momento para evitar daños internos o contaminación.

- Si se utilizan correas de acero al carbono o galvanizadas para la manipulación de los tubos, se debe evitar que toquen el acero inoxidable. Se puede usar plástico o tablas de madera para evitar el contacto.
- Se recomienda el uso de correas de tela, plástico o acero inoxidable para el izaje y manipulación de insumos y componentes de acero inoxidable.

7.3.3 Consumibles de soldadura

- Todos los consumibles de soldadura deben manipularse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y mantenerse limpios y secos.
- Proteja los carretes de alambre GMAW: se rompen fácilmente, lo que hace que el alambre sea inutilizable.
- Mantener los paquetes en condiciones intactas el mayor tiempo posible.
- Los electrodos revestidos requieren un almacenamiento cuidadoso; seguir las instrucciones del fabricante.

7.3.4 Manipulación de aceros inoxidables-seguridad

Todos los fabricantes de acero inoxidable deben tomar precauciones para evitar lesiones al personal. Algunos problemas específicos se enumeran a continuación, pero cada fabricante debe hacer sus propias evaluaciones y cumplir con las regulaciones y leyes nacionales aplicables.

- Algunos productos quedan tensionados luego de su embalaje, principalmente la bobina laminada en frío. Tener cuidado al cortar las correas de estos productos. Usar gafas de seguridad y guantes fuertes como mínimo.
- Asegurarse que los agarres estén bien sujetos antes de levantar la placa.
- Asegurarse que el producto no se resbale de los auto elevadores o de las eslingas.
- Tener cuidado con los productos peligrosos: los productos químicos de decapado y pasivado contienen ácidos muy fuertes.





7.4 • Soldadura

7.4.1 Calificación de las juntas soldadas/soldadores

El fabricante debe demostrar que sus métodos de soldadura son aceptables. Se debe exigir a los soldadores que demuestren su competencia antes de que la soldadura pueda comenzar, incluidas las operaciones in situ. Todas las soldaduras deben estar realizadas bajo procedimientos precalificados o calificados, y todos los soldadores deben estar calificados para dichos procedimientos.

7.4.2 Límites de decoloración y como lograrlos

Los requisitos de gas de protección y de respaldo deben discutirse con el inspector del comprador antes de llevar a cabo los procedimientos. Una buena protección de gas produce menos incrustaciones y facilita el acabado de la superficie posterior a la soldadura, incluso en áreas con buen acceso para la limpieza posterior a la soldadura. Para áreas donde la limpieza posterior a la soldadura es difícil o imposible (el interior de un tubo o caño, el interior de un recipiente con accesorios externos, etc.), es esencial un buen respaldo gaseoso.

La correcta selección y configuración del flujo del gas de respaldo producirá una decoloración no mayor que amarillo claro en la placa y en el caño o accesorios de cañería de manera equivalente al nivel 3 de la Figura 7-3³ (AWS D18.1/D18.1M, 2020), (ver **Figura 7-3**).

Esto normalmente requiere un contenido de oxígeno de 50 ppm o menor y su mantenimiento hasta que la soldadura se haya enfriado por debajo de 250 °C. En ausencia de un medidor de oxígeno, como norma general se ha utilizado antes de la soldadura un respaldo gaseoso levemente turbulento de 10 volúmenes. Con tubos o caños de más de 150 mm de diámetro aproximadamente, es difícil generar suficiente turbulencia para asegurar bajos niveles de oxígeno en la superficie del metal.

Si se usa nitrógeno en el gas de respaldo, la pasada de raíz puede sufrir agrietamiento en caliente en austeníticos y la ferrita puede ser demasiado baja en aleaciones dúplex. Si soldamos ferríticos, aleaciones de cromo distintas del 12 por ciento, tanto el gas de respaldo como el de protección, deben tener niveles muy bajos de oxígeno y nitrógeno para evitar problemas de corrosión.

³En el caso de no utilizar la referencia dada por AWS D18.1/D18.1M:2020, podrá utilizarse la referencia de coloración establecida en el Doc. 35 de EHEDG (EHEDG Doc. 35, 2006). Comparativamente, el nivel 5 de coloración representado en la guía EHEDG es equivalente al nivel 3 definido en AWS D18.1/D18.1M:2020, ya que ambas hacen referencia a niveles de oxígeno similares.

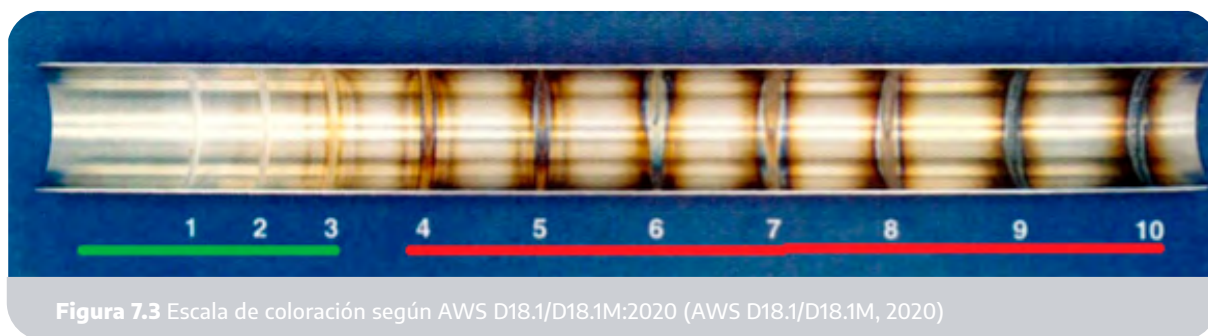


Figura 7.3 Escala de coloración según AWS D18.1/D18.1M:2020 (AWS D18.1/D18.1M, 2020)

7.4.3 Preparación de la soldadura

Antes de soldar, las superficies muy oxidadas deben amolarse y las superficies de soldadura deben limpiarse y quedar libres de grasa y suciedad.

7.4.4 Seguridad en la soldadura

Los requisitos de seguridad no son más estrictos que para el acero al carbono, pero se deben tener en cuenta los problemas eléctricos, térmicos y minimizar la generación de humos. Se deberán cumplimentar los requisitos establecidos por la legislación laboral nacional y lo establecido por el departamento de seguridad e higiene de la empresa fabricante y por el comprador cuando se desarrollen tareas de montaje en su planta.

7.5 · Acabado mecánico

Los requisitos para las superficies en contacto con el producto (SCP), que han sido tratadas mecánicamente (esmeriladas), son los establecidos en la norma IRAM 186-1:2008 (IRAM 186-1, 2008) donde se indican los requerimientos superficiales de los equipos, utensilios y recipientes, repuestos y accesorios fabricados con materiales metálicos destinados a la elaboración y manipulación de alimentos y bebidas, donde se requiera un pulido sanitario.

El pulido sanitario corresponde a aquel cuyo valor de rugosidad superficial admisible es $Ra \leq 0,8 \mu m$.

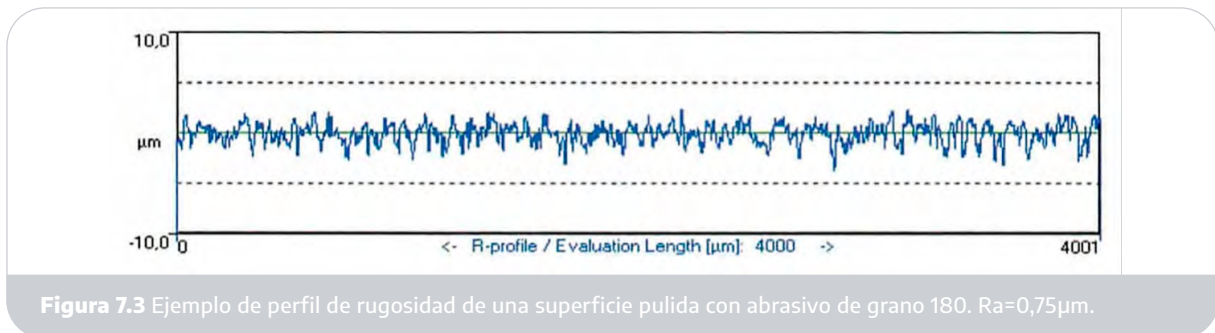
Se permitirá una rugosidad $Ra > 0,8 \mu m$ solo si el análisis de riesgo realizado por el comprador lo avala.

Las superficies sin contacto con producto (SSCP) deben ser lo suficientemente lisas para garantizar la facilidad de limpieza.

Cuando los equipos, utensilios y recipientes se fabrican con materiales que ya tienen la terminación superficial correspondiente a la rugosidad superficial admisible, no deben ser alterados, salvo en las zonas afectadas por los procesos de fabricación como el caso de las soldaduras.



El valor de Ra refleja la capacidad de limpieza y en menor medida la resistencia a la corrosión. La teoría y la práctica nos dicen que no es la mejor manera de caracterizar la calidad de la superficie, pero es el método cuantitativo más sencillo y de menor costo. Para reforzar el valor de Ra, se puede adjuntar un “perfil de rugosidad” con información sobre las alturas de los picos y la profundidad de los valles. Siendo que el valor de Ra es el resultado de un promedio (IRAM 5065, 1964), dos superficies con el mismo valor de Ra pueden presentar superficies con topografías diferentes.



El valor de Ra de las terminaciones superficiales como decapado, electropulido y mecánico dependerá del historial de procesamiento. El valor de Ra de una superficie de laminación en frío será más pequeño para una hoja más delgada. El valor de Ra de una superficie mecanizada es generalmente superior al de una superficie desgastada. Todas las superficies deben ser pasivadas si se requiere una alta resistencia a la corrosión.

Un acabado de superficie con valor de $Ra < 0,8 \mu m$ normalmente se puede lograr mediante el pulido con abrasivo de grano 180. Los acabados farmacéuticos y algunos acabados arquitectónicos (decorativos) o de cocina pueden requerir un acabado con grano más alto, es decir, de 220 a 400, o superior. Estos tamaños de grano se dan solo como guía ya que la relación entre el tamaño de grano y el valor de Ra depende principalmente de la presión, el tiempo de pulido, el desgaste, el tipo de abrasivo y la lubricación. Si es necesario, se deberá usar un medidor de rugosidad de la superficie.

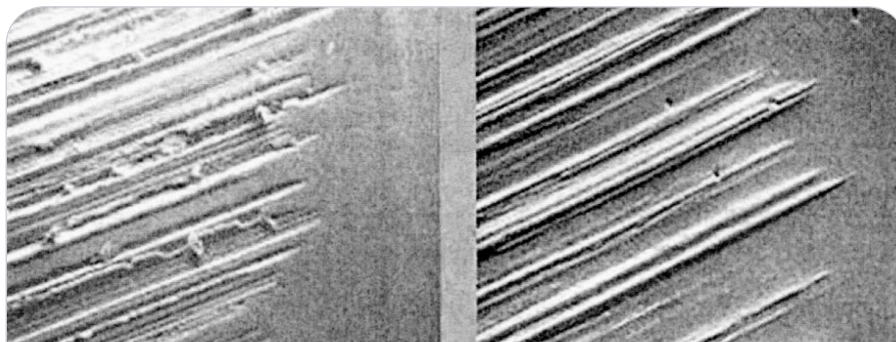


Figura 7.5 En la fotografía de la izquierda, antes de pulido sanitario, se observan rebabas secundarias como resultado de la utilización del abrasivo sobre la superficie trabajada. En la fotografía derecha, después de pulido sanitario, se observa la misma superficie libre de rebabas. Aumento 100X. Referencia: (IRAM 186-1, 2008)

El acabado más común difiere según el tipo de producto. Los tanques generalmente son laminados en frío, acabados 2B con bandas esmeriladas a lo largo de las soldaduras. La rugosidad real de la superficie del material laminado en frío se reduce con el espesor y una placa de 3 mm de espesor suele tener un valor de Ra de aproximadamente 0,5 μm . Una superficie, laminada en frío, recocida brillante (BA o 2R) es similar a un espejo y, por lo general, es más lisa que una superficie 2B para el mismo espesor. Las superficies fundidas y recocidas y laminadas en caliente (1D) tienen un valor de Ra mucho más alto y requerirán una abrasión sustancial para lograr los acabados especificados si se usan para superficies en contacto con el producto.



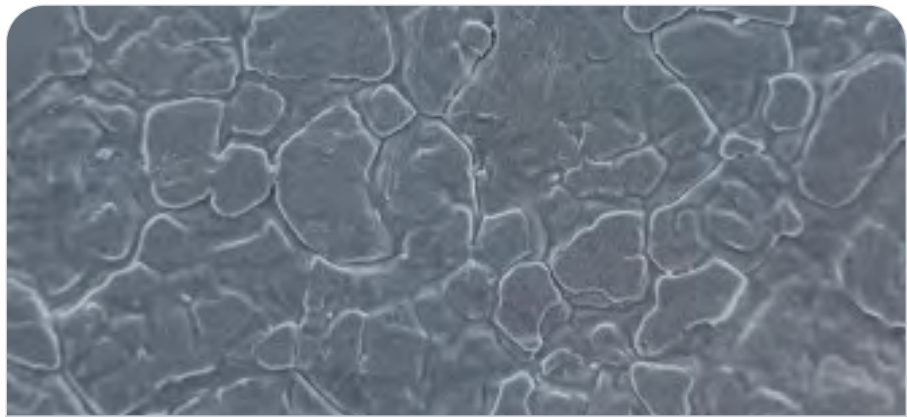


Figura 7.6 Imagen de Microscopio Electrónico (SEM) de una superficie 2B laminada en frío estándar (AISI 316L). En muchos sentidos, un 2B es la superficie ideal para aplicaciones de alimentos/farmacéuticos. La combinación entre resistencia a la corrosión y facilidad de limpieza es difícil de superar, y además el 2B es el más común (y condiciones de suministro más baratas). Referencia imagen (Moller, Nielsen, Lage, Jessen, & Jensen, 2016, pág. 203)

7.6 · Acabado químico

Los tratamientos químicos superficiales como el pasivado, decapado y electropulido pueden ayudar a que se asegure la funcionalidad y la resistencia a la corrosión de los aceros inoxidable para superficies en contacto con productos.

El alto nivel de limpiabilidad y resistencia a la corrosión son los determinantes primarios del comportamiento higiénico del material, estos dependen de la “capa pasiva”, una película de óxido rica en cromo que se forma naturalmente en todos los aceros inoxidables. Esta capa es una protección adecuada para las aplicaciones de la industria alimentaria.

Al finalizar el proceso de fabricación, y antes de la instalación, se debe realizar inspección del equipo:

- Si existen residuos como grasa, aceites, adhesivos, pinturas, entre otros, se requiere limpieza química antes de la instalación. La misma comprende un proceso de desengrase (a menudo con detergente o limpiador alcalino, aunque se pueden usar disolventes).
- Si la capa pasiva se dañó físicamente, tendrá lugar una pasivación natural tan pronto como la superficie esté limpia y expuesta de nuevo al oxígeno. Si la aplicación exige mayor resis-

cia a la corrosión, se debe mejorar la capa pasiva con un tratamiento de pasivación química según ASTM A967/A967M (ASTM A967/A967M, 2017).

- Si hay que realizar un pulido mecánico en alguna zona del equipo con el tamaño de grano requerido, sigue un proceso de pasivación con solución de ácido nítrico según ASTM A967/A967M (ASTM A967/A967M, 2017). La pasivación deberá seguir a la última eliminación abrasiva del metal.
- Si hay decoloración o residuos de fabricación como óxidos de hierro en una superficie que NO se debe raspar, tendrá lugar un decapado en ácido fluorhídrico/ácido nítrico (según ASTM A380/A380M (ASTM A380/A380M, 2017)). Si es necesario, luego se debe aplicar pasivación química.
- Si se necesita requisitos elevados de limpieza y rugosidad el electropulido, normalmente reduce el Ra en unas pocas décimas de micrómetro y suaviza los picos, mejorando la capacidad de limpieza y resistencia a la corrosión. El electropulido es normalmente un proceso que no se realiza in-situ.

Para tener en cuenta

El decapado químico aumentará ligeramente el Ra y causará una apariencia levemente mate. Tanto el decapado como la pasivación se pueden aplicar mediante pasta en lugar de inmersión en un baño. Los tratamientos de baño son más efectivos. Todos los tratamientos con ácido deben incorporar un enjuague a fondo con agua limpia seguido de la exposición al aire limpio, preferiblemente durante 24 horas. No se debe permitir que las superficies se sequen durante el proceso de decapado y/o pasivación, ya que generalmente causa manchas. En la **Tabla I** se describen los efectos de los diferentes tratamientos a la superficie del material, lo cual demuestra que debemos elegir correctamente el tratamiento para no degradar las propiedades de nuestra superficie.

TRATAMIENTO	DECOLORACIÓN	CAPA PASIVA	RUGOSIDAD
Decapado	Remueve	Remueve	Aumenta
Pasivado	No remueve	Fortalece	Sin efecto
Electropulido	Remueve	Remueve parcialmente	Disminuye

Tabla I Efectos de los diferentes tratamientos de superficie. No se especificaron composición, tiempos y temperatura, ver en ASTM A380/A380M (ASTM A380/A380M, 2017).



Ejemplo de procedimiento de pasivación química (EHEDG Doc. 18, 2014)

1. Limpieza con agua potable.
2. Limpiar/desengrasar con detergentes alcalinos y/o ácidos libres de cloruros.
3. Enjuague con agua potable (alta presión si es posible).
4. Limpieza de la superficie (decapado químico, por ejemplo).
5. Enjuague con agua potable (alta presión si es posible).
6. Pasivación química.
7. Enjuague con agua potable.
8. Pruebas según ASTM A967/A967M (ASTM A967/A967M, 2017).
9. Enjuague final con agua potable o purificada.

8

Fabricación de tanques y recipientes

8.1 • General

Esta sección abarca la fabricación de tanques, mezcladores, recipientes, etc. según la presente guía de buenas prácticas. El proveedor deberá tener en cuenta la prevención de contaminación y daños durante la fabricación para evitar retrabajos innecesarios (con los consecuentes defectos estéticos y potencial de deterioro).

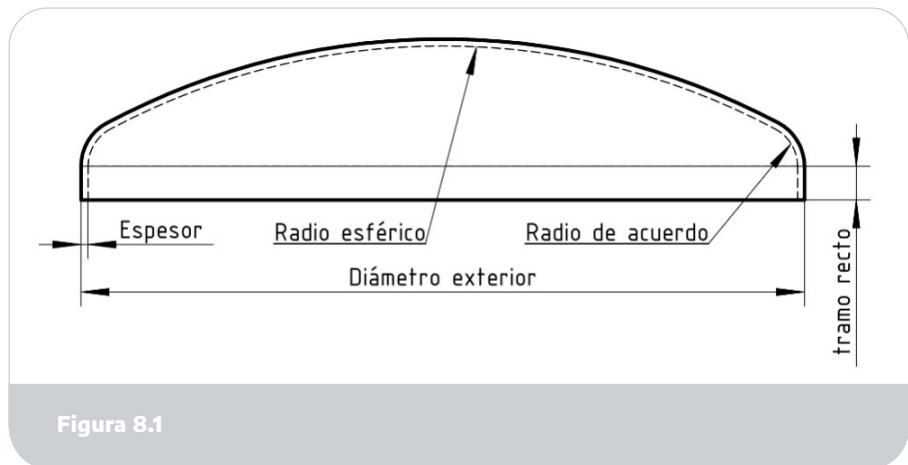
8.2 • Preparación

El material solo se debe cortar a medida mediante mecanizado, amolado, cizalla, corte por láser, corte por chorro de agua o corte por arco de plasma. El material no debe cortarse utilizando métodos de "oxicorte". Deben eliminarse todas las rebabas y los bordes irregulares antes de cualquier operación de soldadura. Cualquier borde cortado que se deje en esa condición, se debe desgastar para eliminar bordes afilados. Las superficies de corte fuertemente oxidadas se deben volver a desbastar al metal en bruto previo al proceso de soldadura. Se evitará la contaminación por materiales carbonosos, acero al carbono u otros metales.

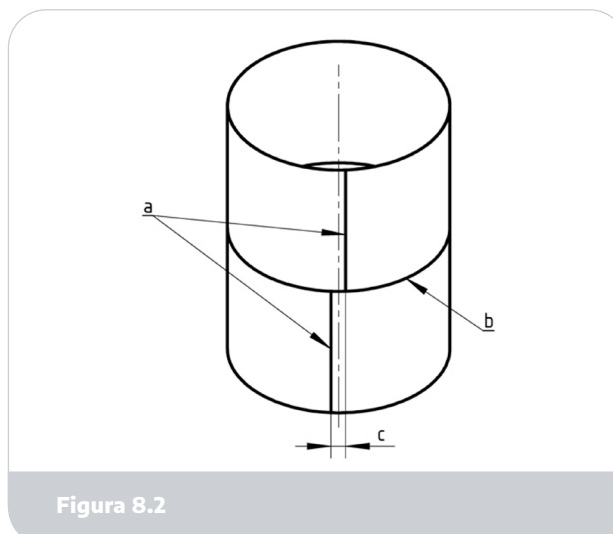
El material se puede conformar a la forma requerida por cualquier proceso que no afecte la calidad y las propiedades del material para su uso previsto. La conformación en frío o la flexión del material se debe realizar aplicando presión gradualmente. Se debe evitar el martillado del material como método de conformación. El espesor de cualquier material no debe reducirse en más del 10 % del espesor original durante cualquier operación general de conformado. Si es inevitable una reducción mayor de material (como en los casos de cabezales o fondos cóncavos para recipientes), el espesor resultante debe exceder el valor del espesor mínimo de diseño.

Durante la fabricación, se debe evitar afectar al material de cualquier daño mecánico (como abolladuras, rayones o protuberancias) que afecte sus funciones previstas, interfiera con la efectividad del CIP o cree puntos potenciales para el ataque de corrosión. Las superficies mecanizadas deben cumplir con los requisitos de rugosidad superficial definidos en la Sección 7.5 de la presente guía y deben pasivarse después de la última operación de mecanizado.

Los radios de acuerdo deben estar libres de torceduras, ondulaciones o daños nombrados anteriormente. Las marcas de conformación del lado sin contacto con el producto son aceptables siempre que cumplan con los requisitos del ítem anterior. Las marcas de perfil internas de conformación del lado con contacto con el producto pueden aceptarse siempre que estén abiertas y sean accesibles para su limpieza.



En la medida de lo posible, la construcción de piezas cilíndricas será de una sola hoja o placa. Cuando dos o más piezas conforman un corte transversal del cilindro, estas piezas deben unirse antes del comienzo de la soldadura circunferencial.



Junta **a**: soldadura longitudinal
 Junta **b**: soldadura circunferencial
 Distancia **c**: desplazamiento de juntas longitudinales

8.3 • Soldadura

Las soldaduras deben cumplir los requisitos de la Sección 7.4 y de la AWS D18.3/D18.3M (AWS D18.3/D18.3M:2015, 2015) con acabados de superficie definidos en la Sección 7.5 de esta guía. Las Especificaciones de Procedimientos de Soldadura deben ser calificadas según la AWS D18.3/D18.3M (AWS D18.3/D18.3M:2015, 2015)

Todos los soldadores y/u operadores de soldadura deben demostrar su desempeño y probar que pueden soldar cumpliendo con todos los procedimientos y pasar las pruebas requeridas. Para ello deben ser calificados según la AWS D18.3/D18.3M (AWS D18.3/D18.3M:2015, 2015).

Durante la soldadura de múltiples pasadas, los defectos deben eliminarse con abrasivos sin hierro antes de las siguientes pasadas de soldadura.

En pasadas de soldadura intermedias, se puede realizar un martillado (martillo punta de bola) para controlar los esfuerzos de contracción en soldaduras gruesas y evitar el agrietamiento. No debe utilizarse el martillado en la raíz o capa superficial de la soldadura o en el metal base en los bordes de la soldadura.

Dentro de los requerimientos para la soldadura de tanques la norma AWS D18.3/D18.3M:2015 (AWS D18.3/D18.3M:2015), clasifica a un tanque por diferentes zonas de acuerdo con la exposición que pueda tener con el producto (Ver Sección 6.2).

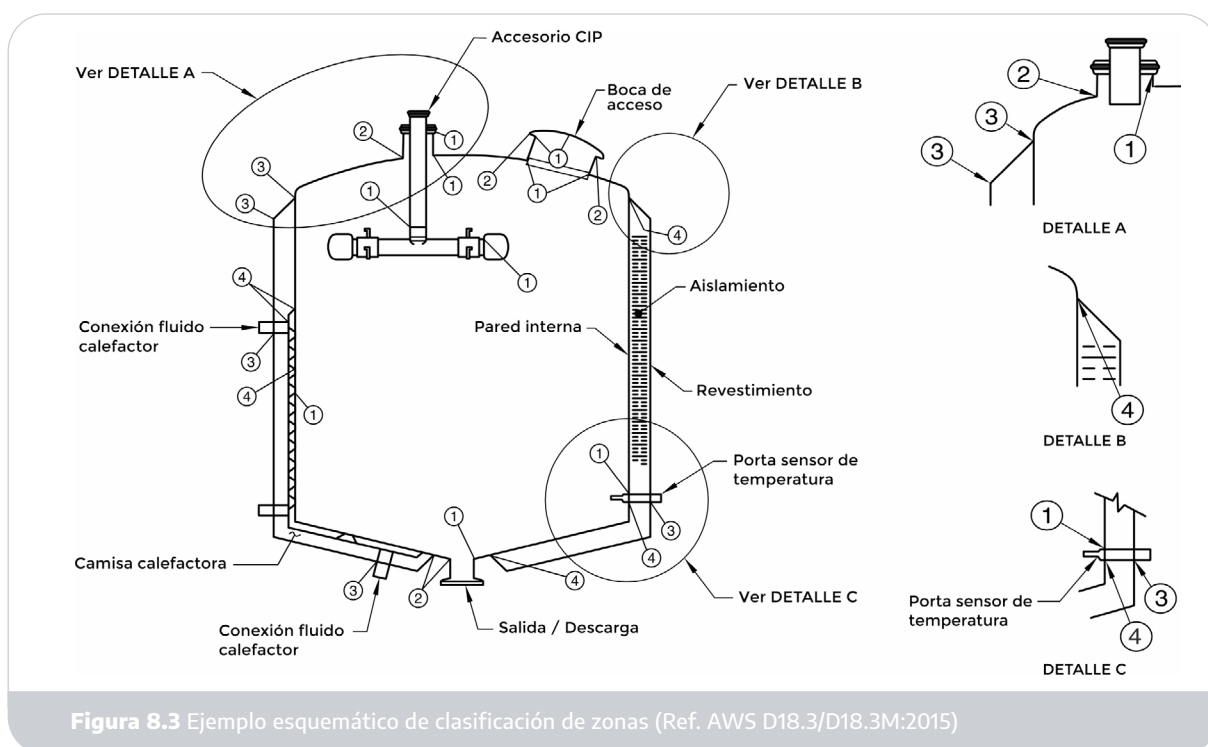


Figura 8.3 Ejemplo esquemático de clasificación de zonas (Ref. AWS D18.3/D18.3M:2015)

Zona 1: Superficie en contacto con el producto (SCP)

Zona 2: Superficie expuesta sin contacto con el producto (SSCP-E). Superficie próxima a las SCP que durante las operaciones normales (llenado, drenaje, etc.) presentan un riesgo significativo de contaminación.

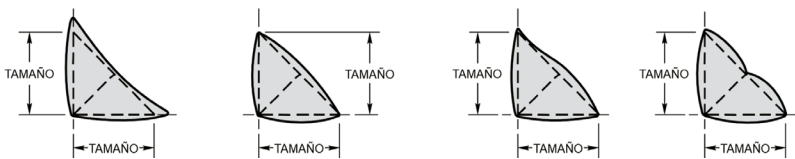
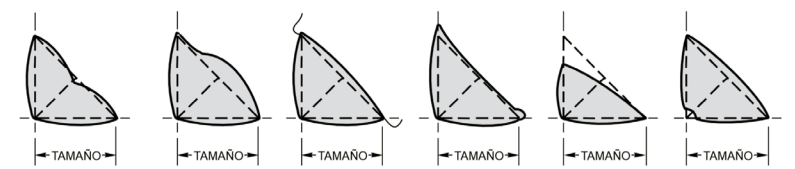
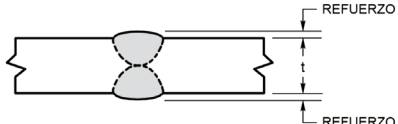
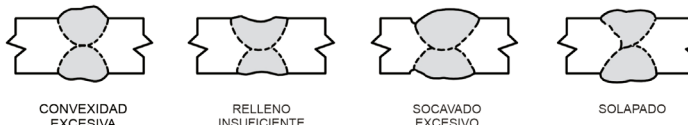
Zona 3: Superficie remota sin contacto con el producto (SSCP-R). Superficie distante a las SCP que durante las operaciones normales (llenado, drenaje, etc.) representan un riesgo mínimo de contaminación.

Zona 4: Superficies no expuestas (SNE) con probabilidad significativamente reducida de resultar en contaminación del producto.

8.3.1 Criterios de aceptación de la soldadura antes del acabado posterior

Las disposiciones de esta sección se aplican a la integridad de todas las soldaduras antes de cualquier operación de acabado de soldadura. La calidad de la soldadura debe cumplir con los requisitos que se muestran en la siguiente tabla.



PROPIEDAD DE LA SOLDADURA	Zona 1 Superficie en contacto con el producto	Zona 2 Superficie sin contacto con producto (expuesta)	Zona 3 Superficie sin contacto con producto (remota)	Zona 4 Superficie no expuesta
Fusión	La fusión entre pasadas adyacentes del metal de soldadura y entre el metal de soldadura y el metal base debe ser completa			
Grietas	No permitido	No permitido	No permitido	No permitido
Cráteres	Se llenarán hasta la sección transversal completa de la soldadura			
Soldadura de filete	Perfiles típicos  PERFILES DESEABLES DE SOLDADURA DE FILETE PERFILES ACEPTABLES DE SOLDADURA DE FILETE  PERFILES INACEPTABLES DE SOLDADURA DE FILETE Convexidad y concavidad Se minimizará en la medida en que ningún producto o solución de limpieza quede atrapado después de la limpieza o que se comprometa la eficacia de la limpieza. Pueden ser ligeramente convexos, planos o ligeramente cóncavos.			
Soldadura de ranura	Perfil típico  PERFIL ACEPTABLE DE SOLDADURA DE RANURA  Reforzo de soldadura máximo - 1 mm para $t < 2$ mm - 2 mm para $t = 2$ mm a 4 mm - 3 mm para $t > 4$ mm a 16 mm - 4 mm para $t > 16$ mm Socavado máximo - 0,4 mm para $t < 5$ mm - 1 mm para $t \geq 5$ mm y $t < 25$ mm - 2 mm para una longitud acumulada de 50 mm en cualquier longitud de soldadura de 300 mm, para espesores comprendidos entre 13 mm y 25 mm. - 2 mm para $t \geq 25$ mm Máxima concavidad Tanto en la cara de soldadura como en la raíz la concavidad no debe exceder el 10% del espesor de la pared más fino. Ningún perfil cóncavo es aceptable cuando no permite que los productos de procesamiento o de limpieza se escurran por completo o comprometa la eficacia de la limpieza.			

PROPIEDAD DE LA SOLDADURA	Zona 1 Superficie en contacto con el producto	Zona 2 Superficie sin contacto con producto (expuesta)	Zona 3 Superficie sin contacto con producto (remota)	Zona 4 Superficie no expuesta
Solapado de soldadura	No permitido	No permitido	No permitido	No permitido
Porosidad	No se permite porosidad visible			La suma de los diámetros de poros visibles ≥ 1 mm no debe exceder los 10 mm en 25 mm lineales de soldadura, y no debe exceder los 19 mm en 300 mm lineales de soldadura.

Tabla II. Criterios de aceptación de la soldadura de tanques y recipientes antes del acabado posterior, extraídos de la norma AWS D18.3/D18.3M:2015.

8.3.2 Criterios de aceptación de la soldadura después del acabado posterior

Las disposiciones de esta sección se aplican a las soldaduras en las Zonas 1, 2 y 3 (Figura 8.3) a menos que se especifique lo contrario. Estas soldaduras deben cumplir con el acabado de soldadura especificado en la Sección 7.5 y 7.6 de esta guía. Dichas soldaduras se deben volver a examinar después del acabado de la superficie para verificar que las superficies cumplen las especificaciones de la Tabla III.

PROPIEDAD DE LA SOLDADURA	Zona 1 Superficie en contacto con el producto	Zona 2 Superficie sin contacto con producto (expuesta)	Zona 3 Superficie sin contacto con producto (remota)
Grietas, socavados, hendiduras, porosidad, picaduras o materiales incrustados o que sobresalen	No permitido	No permitido	No permitido
Filete intermitente	No permitido	No permitido	No permitido

Tabla III. Criterios de aceptación de la soldadura después del acabado posterior extraídos de la norma AWS D18.3/D18.3M:2015

8.4 · Supervisión e inspección

El inspector del comprador, tanto antes como después de la soldadura, inspeccionará la preparación y las soldaduras completadas. Esta inspección cubrirá la terminación y la decoloración antes de la limpieza final. La inspección también determinará el cumplimiento de las tolerancias dimensionales dadas en la siguiente tabla.



PROPIEDAD DE LA SOLDADURA	Zona 1 Superficie en contacto con el producto	Zona 2 Superficie sin contacto con producto (expuesta)	Zona 3 Superficie sin contacto con producto (remota)
Desplazamiento de juntas verticales	Mínimo 5 veces el espesor de la chapa más gruesa de la junta. (Ver Figura 8.2)		
Diámetro del cilindro	D>600 mm ± 0,25 % de la circunferencia		
Redondez Ø Int.	El promedio (Ø máx - Ø mín) de la circunferencia extraída (real) en cualquier sección transversal de la superficie cilíndrica interna no debe exceder el 1 % del Ø int. Nominal.		
Desviaciones locales (discontinuidades de soldadura y puntos planos)	El pico en las juntas verticales no debe exceder los 6 mm, medidos con una tabla de barrido horizontal. Los puntos planos no deben exceder los requisitos de tolerancia de planitud y ondulación de placas de la norma ASTM A 480/A 480M (ASTM A480/A480M, 2019).		
Rectitud de envoltorios. Cilíndricas.	Para paredes laterales cilíndricas, el máximo desnivel de la parte superior de la carcasa en relación con la parte inferior no debe exceder 1/200 (0,5 %) de la altura total del tanque. Las bandas en las juntas horizontales no deben exceder los 6 mm medidas con una tabla de barrido vertical.		
Desalineación de junta longitudinal y circunferencial	Las placas que se unirán mediante soldadura a tope deben coincidir con precisión y mantenerse en su posición durante la soldadura. La desalineación máxima no excederá el 10 % del espesor de la pared.		

Tabla IV. Tolerancias dimensionales para tanques y recipientes API STD 620 (API STD 620, Twelfth Edition) , API STD 650 (API STD 650, Thirteenth Edition)

8.5 • Acabado

Cuando las soldaduras sean accesibles y no se requiera un desbastado al ras con el material base, deben cepillarse manualmente con alambre mientras aún están calientes para eliminar la escoria gruesa y los residuos de flujo, seguido de un decapado. También puede requerirse una ligera abrasión manual, con paños de vellón, para eliminar decoloraciones intensas, especialmente si el respaldo gaseoso fue deficiente. Los productos químicos de decapado no deben dejarse en contacto con el material durante un período superior al recomendado por el fabricante. Todos los residuos deben eliminarse mediante un lavado con agua fría de red. La neutralización puede ser necesaria para lograr una eliminación completa, especialmente si el equipo fabricado tiene hendiduras que pudieran acumular ácidos de decapado y así mismo para cumplir con las regulaciones ambientales.

Las soldaduras en el lado de contacto con el producto deben ser desbastadas al ras y pulidas a la rugosidad (Ra) apropiada, tal como se establece en la Sección 7.5. El pulido de la superficie se realiza utilizando un grano sucesivamente más fino hasta obtener la rugosidad requerida. La franja pulida a lo largo de una soldadura debe ser lo suficientemente ancha como para eliminar cualquier óxido superficial generado por calor. El ancho dependerá del calor aportado

y del espesor del material, pero 15 mm a cada lado de una línea central de soldadura a tope suele ser suficiente. Se requiere un proceso de pasivación final para eliminar los contaminantes internos y externos.

Cuando el comprador requiera un acabado de superficie pulido que exceda los requisitos de la Sección 7.5, el comprador deberá proporcionar al proveedor una muestra y una definición acordada de la evaluación del acabado requerido.

Las raíces de la soldadura y las zonas afectadas por el calor interior de las soldaduras que no puedan ser desbastadas y pulidas deben protegerse de la oxidación mediante un respaldo gaseoso durante la soldadura, tal como se establece en la Sección 7.5. Esto es crítico, ya que la decoloración causada por un respaldo gaseoso deficiente es extremadamente difícil de eliminar solo con el decapado químico.

La reducción del espesor del material base durante el desbastado y pulido no debe exceder 0,25 mm o 5 % del espesor del material. Así mismo, se debe evitar la acumulación de calor localizado o el "azulado" del material durante este proceso.

Los procesos de granallado o blasting no son recomendables para las superficies en contacto con producto. En caso de utilizarse en superficies que no están en contacto con producto, se utilizarán abrasivos libres de partículas de hierro.

Si se utiliza un granallado abrasivo para eliminar la decoloración, normalmente la rugosidad superficial aumenta, lo cual se debe considerar para cumplir los requerimientos de Ra. Debido a que el granallado no suele eliminar la capa empobrecida en cromo por decoloración, se requiere un acabado químico como se describe en la Sección 7.6 para eliminar tanto la capa empobrecida en cromo, como cualquier sulfuro expuesto por la remoción de metal. La zona de remoción de material causada por el impacto de los abrasivos puede atrapar residuos de granalla y formar grietas que promueven la corrosión y limitan la capacidad de limpieza.





9

Fabricación de equipos, componentes y estructuras de acero inoxidable soldadas

9.1 • General

Todos los requisitos de diseño abarcados en la Sección 6.4 se aplican a los componentes de esta sección. Estos componentes se clasifican en dos grupos:

- Los equipos y componentes como bombas, mezcladores, intercambiadores de calor, válvulas, cintas transportadoras, etc., fabricados por terceros y suministrados para la instalación.
- Soportes estructurales principales y auxiliares de recipientes, bombas u otro tipo de equipo, bastidores, plataformas, pasamanos, escaleras, ménsulas, y toda construcción que incluya una estructura de acero soldada.

9.2 • Componentes suministrados por terceros

Antes de la instalación, se debe obtener una confirmación documental que garantice que el componente ha sido diseñado, fabricado y entregado en una condición que permita obtener el desempeño requerido (incluidos aspectos de apariencia visual). También, es necesario confirmar que el elemento se podrá instalar en la ubicación prevista y realizar su función planificada.

Los requisitos que debe cumplir el componente provisto por terceros y el método de verificación del cumplimiento de dicho requisito debe estar documentado, preferentemente previo al momento de emitir la orden de compra.

La verificación puede realizarse mediante:

- Ensayos de materiales.
- Presentación de certificados de materia prima.
- Presentación de certificado de producto (p.e., EHEDG, 3A).
- Ensayos funcionales.
- Mediciones dimensionales.
- Otros.

9.3 · Componentes auxiliares fabricados/instalados en la planta

Se deberá tener en cuenta la prevención de contaminación y daños durante la fabricación para evitar retrabajos innecesarios después de la fabricación (con los consecuentes defectos estéticos y potencial de deterioro).

Además de la adecuación estructural y funcional de los componentes, los mismos deben diseñarse y fabricarse teniendo en cuenta la sanidad, la simplicidad y la facilidad de limpieza como objetivos principales. Si es necesario utilizar materiales que puedan sufrir corrosión, deben estar protegidos con un recubrimiento protector adecuado, de un color que permita proporcionar un buen contraste visual de cualquier suciedad y facilitar una buena limpieza.

Los materiales que se utilizarán para la construcción de las partes estructurales deben ser los listados en AWS D1.6/D1.6M (AWS D1.6/D1.6M, 2017); por ejemplo: ASTM A240/A240M (ASTM A240/A240M-20a, 2020); ASTM A276/276M (ASTM A276/A276M, 2017); ASTM A554/554M (ASTM A554/A554M, 2021); etc.

9.3.1 Preparación

El material solo se debe cortar a medida mediante mecanizado, amolado, cizalla, corte por láser, corte por chorro de agua o corte por arco de plasma. El material no debe cortarse utilizando métodos de "oxicorte". Deben eliminarse todas las rebabas y los bordes irregulares antes de cualquier operación de soldadura. Cualquier borde cortado que se deje en esa condición, se deben desgastar para eliminar bordes afilados. Las superficies de corte fuertemente oxidadas se deben volver a desbastar al metal en bruto previo al proceso de soldadura. Se evitará la contaminación por materiales carbonosos, acero al carbono u otros metales.

El material se puede conformar a la forma requerida por cualquier proceso que no afecte la calidad y las propiedades del material para su uso previsto. La conformación en frío o la flexión del material se debe realizar aplicando presión gradualmente. Se debe evitar el martillado del material como método de conformación. El espesor de cualquier material no debe reducirse en más del 10% del espesor original durante cualquier operación general de conformado. Si es inevitable una reducción mayor de material, el espesor resultante debe exceder el valor del espesor mínimo de diseño.

Durante la fabricación, se debe evitar afectar al material de cualquier daño mecánico (como abolladuras, rayones o protuberancias) que afecte sus funciones previstas, interfiera con la efectividad del CIP o cree puntos potenciales para el ataque de corrosión. Las superficies mecanizadas deben cumplir con los requisitos de rugosidad superficial definidos en la Sección 7.5 de la presente guía y deben pasivarse después de la última operación de mecanizado.



9.3.2 Soldadura

Todas las soldaduras se llevarán a cabo según los requisitos del AWS D1.6/D1.6M (AWS D1.6/D1.6M, 2017) con acabados de superficie definidos en la Sección 9.3.4.

El Código mencionado incluye los requisitos para la generación y aplicación de Especificaciones de Procedimientos de Soldadura Precalificadas para diseños de juntas típicas y como tal están exentas de calificación mediante pruebas. Este concepto se basa en la confiabilidad de ciertos procedimientos probados, descriptos claramente por el Código aplicable.

Cualquier desviación más allá de los límites especificados anula la precalificación. Cuando se presente esta situación la soldadura requerirá la calificación de la(s) Especificación(es) de Procedimiento(s) de Soldadura según los requisitos del Código aplicable.

El propósito de la calificación de procedimientos es determinar mediante la preparación y ensayo de probetas normalizadas, que se obtendrán uniones sanas y con las propiedades adecuadas. El tipo y número de ensayos requeridos se detallan en el Código aplicable.

Todos los soldadores y operadores de soldadura deben ser calificados para demostrar que poseen la habilidad para realizar soldaduras libres de defectos con el proceso, materiales y procedimiento aplicados durante las pruebas. Las pruebas de calificación están pensadas para determinar si una persona tiene el nivel mínimo de destreza requerido para realizar soldaduras correctas.

Las superficies para soldar y las superficies adyacentes a la soldadura deben estar lo suficientemente limpias para permitir que se realicen soldaduras de calidad. Deben limpiarse para eliminar cantidades excesivas de agua, aceite, grasa y otros materiales a base de hidrocarburos.

No se deben realizar soldaduras sobre superficies de fabricación que contengan rebabas, rayaduras, fisuras, escoria u otros defectos de metales base. Las escamas sueltas, gruesas y el óxido grueso deben eliminarse de las superficies a soldar y de las superficies adyacentes a la soldadura. Los óxidos superficiales pueden eliminarse por medios mecánicos, limpieza química u otros medios.

Antes de soldar sobre metal de soldadura previamente depositado, toda la escoria u otros materiales extraños se deben eliminar por completo de la soldadura y del metal base adyacente con abrasivos sin hierro antes de las siguientes pasadas de soldadura.

La escoria debe eliminarse completamente de todas las soldaduras terminadas. Todas las soldaduras y los metales base adyacentes se limpiarán con un cepillo u otros medios adecuados después de que se complete la soldadura. Se eliminarán las salpicaduras que queden después de la limpieza y que se consideren perjudiciales para el producto terminado.



El martillado se puede utilizar en capas de soldadura intermedias para controlar los esfuerzos de contracción en soldaduras gruesas para evitar fisuras o distorsiones, o ambas. No se debe realizar martillado en la raíz o la capa superficial de la soldadura o el metal base en los bordes de la soldadura.

9.3.3 Supervisión e inspección.

Las disposiciones de esta sección se aplican a la integridad de todas las soldaduras antes de cualquier operación de acabado posterior.

La inspección para aceros inoxidables austeníticos, ferríticos y dúplex, puede comenzar inmediatamente después de que las soldaduras terminadas se hayan enfriado a temperatura ambiente.

Para aceros inoxidables martensíticos y de endurecimiento por precipitación, comenzará no menos de 24 horas después de que las soldaduras terminadas se hayan enfriado a temperatura ambiente.

Todas las soldaduras deben inspeccionarse visualmente y deben ser aceptables si se cumplen los criterios de la tabla V.



CRITERIOS DE INSPECCIÓN	Conexiones no tubulares cargadas estáticamente	Conexiones no tubulares cargadas cíclicamente	Conexiones tubulares (todas las cargas)
Fisuras y solapados	Inaceptable independientemente del tamaño y/o ubicación		
Fusión de metales base	Debe existir fusión completa entre las capas adyacentes de metal de soldadura y entre el metal de soldadura y el metal base		
Sección transversal del cráter	Todos los cráteres se llenarán para proporcionar el tamaño de soldadura especificado, excepto los extremos de las soldaduras de filete fuera de su longitud efectiva		
Soldadura de filete	Perfiles de soldadura CÓNCAVO (TÍPICO) CONVEXO (TÍPICO) PERFILES DESEABLES DE SOLDADURA DE FILETE PERFILES TÍPICOS ACEPTABLES DE SOLDADURA DE FILETE RELLENO INSUFICIENTE EXCESIVO CONVEXIDAD EXCESIVA SOCAVADO EXCESIVO SOLAPADO TAMAÑO DE CATETO INSUFICIENTE FUSIÓN INCOMPLETA PERFILES TÍPICOS INACEPTABLES DE SOLDADURA DE FILETE		
	Soldaduras de tamaño insuficiente (altura de cateto) Las soldaduras de filete en cualquier soldadura continua única pueden ser menores que el tamaño de soldadura de filete especificado hasta e incluyendo 2 mm sin corrección, siempre que la porción de menor tamaño de la soldadura no exceda el 10 % de la longitud de la soldadura. En las soldaduras de alma con el ala en vigas, se prohibirán los tamaños de soldadura de filete menores que el tamaño especificado en el extremo para una longitud igual al doble del ancho del ala.		
Soldadura de ranura	Perfiles de soldadura JUNTA A TOPE PLACA DE ESPESORES IGUALES JUNTA A TOPE (TRANSICIÓN) PLACAS DE ESPESORES DISTINTOS PERFILES TÍPICOS ACEPTABLES DE SOLDADURA DE RANURA REFUERZO EXCESIVO RELLENO INSUFICIENTE EXCESIVO SOCAVADO EXCESIVO SOLAPADO PERFILES TÍPICOS INACEPTABLES DE SOLDADURA DE RANURA EN JUNTAS A TOPE		
	Refuerzo de soldadura Las soldaduras de ranura deben realizarse con un refuerzo (R) de soldadura mínimo a menos que se especifique lo contrario. El refuerzo no debe exceder 3 mm de altura y debe tener una transición gradual al plano de la superficie del metal base.		
Socavado máximo	- 0,25 mm para $t \leq 5$ mm - 1 mm para $t \geq 5$ mm a $t \leq 25$ mm - 2 mm para una longitud acumulada de hasta 50 mm en cualquier longitud de 300 mm de soldadura en material $t \geq 12$ mm y $t \leq 25$ mm. - 2 mm para material $t \geq 25$ mm		
	-En los miembros principales, el socavado no debe tener más de 0,25 mm de profundidad cuando la soldadura es transversal al esfuerzo de tracción bajo cualquier condición de carga de diseño. -El socavado no debe tener más de 1 mm de profundidad para todos los demás casos.		

CRITERIOS DE INSPECCIÓN	Conexiones no tubulares cargadas estáticamente	Conexiones no tubulares cargadas cíclicamente	Conexiones tubulares (todas las cargas)
Porosidad	-Las soldaduras de ranura en junta de penetración completa (CJP) en juntas a tope transversales a la dirección de la tensión de tracción calculada no deben tener porosidad alargada visible. -Para todas las demás soldaduras de ranura y para soldaduras de filete, la suma de la porosidad alargada visible de Ø 1 mm o más, no debe exceder los 10 mm en 25 mm lineal de soldadura y no excederá 20 mm en cualquier longitud de 300 mm de soldadura.	La frecuencia de porosidad alargada en las soldaduras de filete no debe exceder uno en cada 100 mm de longitud de soldadura y el diámetro máximo no debe exceder 2,5 mm. Excepción: para soldaduras de filete que conectan refuerzos al alma, la suma de los diámetros de la porosidad alargada no debe exceder 10 mm en 25 mm lineal de soldadura y no debe exceder 20 mm en ninguna longitud de 300 mm de soldadura. -Las soldaduras de ranura CJP en juntas a tope transversales a la dirección de la tensión de tracción calculada no deben tener porosidad alargada. Para todas las demás soldaduras de ranura, la frecuencia de porosidad alargada no debe exceder uno en 100 mm de longitud y el diámetro máximo no debe exceder 2,5 mm.	
La porosidad alargada visible puede no ser aceptable debido a consideraciones corrosivas o de apariencia o la necesidad de una soldadura a prueba de fugas.			

Tabla V. Criterios de aceptación de la soldadura de estructuras antes del acabado. Criterios extraídos de AWS D1.6/D1.6M:2017

9.3.4 Acabado

Para componentes suministrados por terceros, previa instalación, verificar el cumplimiento de los requisitos de superficie acordados. Si la superficie está en contacto con el producto, seguir los lineamientos de la Sección 7.5 y 7.6 según corresponda.

Para bombas: Tener en cuenta que el acabado de la superficie influye en la facilidad de limpieza del equipo de bombeo. La rugosidad de la superficie para bombas que se puedan limpiar con CIP es $Ra \leq 3,2 \mu m$ según doc.17 EHEDG.

Si se requiere una rugosidad superficial $Ra \leq 0,8 \mu m$, esto debe acordarse entre el usuario y el proveedor en el momento de la especificación del proceso.

No son aceptables los defectos de superficie en los componentes mecanizados.

Para componentes auxiliares fabricados/instalados en planta seguir las recomendaciones de la Sección 6.2.1 y 6.2.2. Verificar los requisitos de superficie solicitados.

Si se requiere tratamiento de superficie mecánico o químico seguir los lineamientos de las Secciones 7.5 y 7.6. Si el acero a tratar químicamente no es austenítico ver la norma ASTM A 380/A380M.



10

Fabricación de tuberías de procesos (y CIP)

10.1 • General

Esta sección aborda la fabricación de sistemas de tuberías que tienen contacto con el producto. Incluye la selección y preparación del tubo, así como metodología de soldadura, acabado superficial, inspección y criterios de aceptación.

10.2 • Procedimientos de preparación

10.2.1 Selección de tubos

Todos los accesorios de tuberías y los tubos deben cumplir con la Especificación ASTM A270/A270M (ASTM A270/A270M-15(2019), 2015), y con las especificaciones del comprador con respecto al grado de acero inoxidable, su tratamiento térmico y el acabado de la superficie.

Los accesorios de tuberías y los tubos deben exhibir esta información y ser fácilmente identificables.

Cualquier tramo parcial o recortes de tubo y secciones de tubo reutilizados que sean utilizados para la fabricación de tuberías, deben identificarse conforme a los requisitos anteriores en todos los aspectos, incluidos el grado y el tratamiento térmico, entre otros.

10.2.2 Métodos de preparación de los extremos de los tubos

Todos los extremos de los tubos (y los accesorios de tuberías), preparados para la soldadura a tope, se deben cortar perpendicular al eje del tubo y de forma plana (los extremos no deben estar biselados), utilizando una herramienta de corte (fresa o sierra mecánica) específicamente para el corte de acero inoxidable. La tolerancia de perpendicularidad de la superficie extraída (real) de los extremos cortados, debe estar comprendida entre dos planos paralelos distantes en 0,12 mm y perpendiculares al eje longitudinal (referencia A).



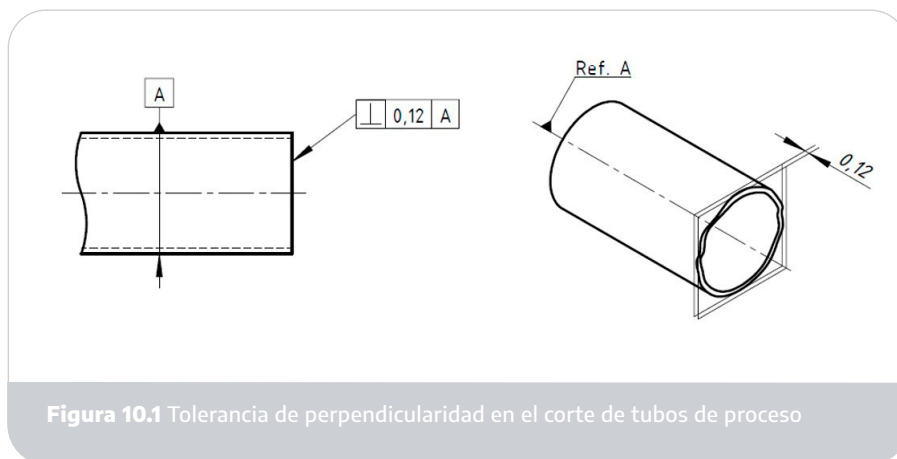


Figura 10.1 Tolerancia de perpendicularidad en el corte de tubos de proceso

Los extremos de los tubos también se pueden preparar por mecanizado. En el caso de mecanizado con refrigerante, los fluidos de corte deben ser bajos en cloruro, libres de cloro y aptos para tal uso.

Se evitará el uso de metodologías de corte abrasivas y térmicas.

La deformación de la circularidad del extremo del tubo debe estar dentro de la tolerancia definida para el diámetro exterior como se indica en la especificación ASTM A-270/270M (ASTM A270/A270M-15(2019), 2015).

Se eliminarán todas las rebabas del interior y exterior del tubo o accesorio. El desbarbado del tubo se llevará a cabo con herramientas de carburo de tungsteno. Las herramientas de desbarbado internas y externas deberán evitar rayar o marcar la superficie interna del tubo durante la operación. El funcionamiento de estas herramientas debe ser tal que el espesor del tubo no se reduzca en la cara de contacto biselando o redondeando las aristas.

Las abrazaderas, pinzas, mordazas y demás implementos para sujetar los tubos durante el proceso de corte y otros procesos de preparación, no deben aplastar el tubo, deformar su redondez o marcar la superficie. Asimismo, deben evitar provocar contaminación.

Las caras de contacto de los tubos y los accesorios a soldar deben coincidir en cuanto a forma (circularidad), espesor de pared y perpendicularidad de corte de modo que la distancia entre las caras de contacto no supere los 0,25 mm, medido con un calibre de espesores (ver **Figura 10.2**).

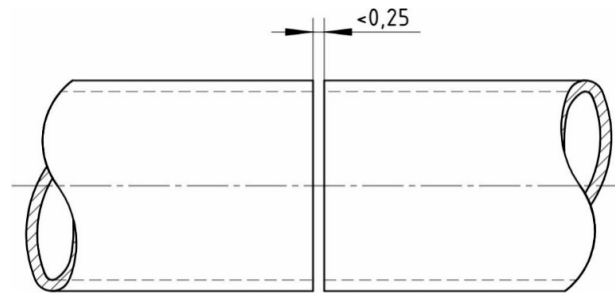


Figura 10.2 Dimensión de la separación

10.2.3 Preparación de la superficie (antes del punteado y la soldadura)

El área por soldar (superficies interiores y exteriores), incluidos los accesorios de tuberías mecanizados, debe limpiarse de contaminantes orgánicos justo antes del inicio del proceso de soldadura. Para efectuar la limpieza, resulta eficiente utilizar un paño que no suelte pelusas con acetona o metiletilcetona (MEC). No se debe limpiar con diluyentes genéricos compuestos por mezclas de solventes como, por ejemplo, el thinner. Estos diluyentes pueden no ser confiables en su composición y contener impurezas que podrán contaminar el área a soldar, generando problemas asociados.

Se deben tomar todas las precauciones para garantizar que el área de soldadura después de la preparación permanezca limpia y que se evite la contaminación y que la escoria por elevada temperatura en la zona sea evitada o removida.

10.3 • Soldadura

10.3.1 Ambiente de soldadura

Toda la fabricación y los procesos de soldadura de las tuberías se llevarán a cabo en un ambiente libre de carbono, grasa y suciedad.

Todos los accesorios de tuberías y los tubos de acero inoxidable deben estar protegidos contra daños y marcas (rayas durante la fabricación). Las tapas de los extremos de los tubos deben mantenerse en su lugar en todo momento para evitar cualquier daño interno o contaminación. Los tubos y accesorios de acero inoxidable deben estar separados de otros insumos de acero al carbono u otros materiales durante los procesos de fabricación.

Los trabajos de preparación, soldadura, montaje e inspección de componentes de tuberías de acero inoxidable deben realizarse en un área específica, separada físicamente de otras actividades o procesos de la planta.

El área donde se llevará a cabo la soldadura debe estar libre de corrientes de aire creadas por puertas abiertas, sistemas de aire acondicionado y tránsito/actividades de personal en general.

Cuando se realice un corte, desbastado o soldadura, todas las zonas expuestas del resto del equipo, cercanas a la operación, deben protegerse con cobertores, pantallas u otras protecciones apropiadas.

10.3.2 Calificación de soldadores

Los soldadores deben ser calificados para soldar tubos según la AWS D18.1/D18.1M (AWS D18.1/D18.1M, 2020) con la condición de que la decoloración interna no exceda los requisitos de la Sección 7.4 de esta guía.

Otras vías de calificación están sujetas a un acuerdo previo por parte del comprador.

10.3.3 Punteado

Para mantener la alineación y el ajuste correcto de la junta de la tubería, se deben realizar puntos de soldadura previo al proceso de soldadura circunferencial final.

El respaldo gaseoso se llevará a cabo durante el punteado con los mismos requisitos de decoloración indicados en la Sección 7.4 de esta guía. El punteado (solo las soldaduras de punteado superficial) debe realizarse lo más pequeño posible y no debe penetrar en la superficie interior del tubo. El número de soldaduras de punteado debe reducirse al mínimo, suficiente solo para preservar la alineación de las caras de acoplamiento. Por ejemplo, en un tubo de Ø100 mm, 4 a 6 puntos de soldadura deberían ser suficientes.

Se pueden utilizar dispositivos de alineación, como abrazaderas especiales para sujetar la tubería sin deformarla durante el punteado.

La junta tendrá que ser desmontada si la superficie de la soldadura se contaminó después del punteado previo al proceso de soldadura circunferencial final. Se requiere que la superficie de la junta se vuelva a limpiar antes de volver a soldar.

10.3.4 Consumibles de soldadura

Los materiales de aporte y electrodos de soldadura seleccionados deben cumplir con las siguientes especificaciones:

Especificación AWS A5.9/A5.9M (AWS A5.9/A5.9M, 2017), Especificación para electrodos y varillas de soldadura de acero inoxidable.





Especificación AWS A5.12M/A5.12 (AWS A5.9M/A5.9, 2009) , Especificación para electrodos de tungsteno y electrodos con oxido disperso para soldadura y corte por arco.

Especificación AWS A5.22/A5.22M (AWS A5.22/A5.22M, 2012), Especificación para electrodos y varillas de soldadura por arco con alambre tubular.

Las soldaduras autógenas (sin metal de aporte) pueden ser permitidas si lo requiere el comprador, como así también cualquier otro consumible no especificado.

Todos los consumibles de soldadura deben inspeccionarse para detectar daños o contaminación superficial. Si estos muestran signos de daño no deben utilizarse.

10.3.5 Procedimientos de soldadura

Las soldaduras deben cumplir los requisitos de la Sección 7.4 y de la AWS D18.1/D18.1M (AWS D18.1/D18.1M, 2020) con acabados de superficie definidos en la Sección 7.5 de esta guía.

Las Especificaciones de Procedimientos de Soldadura deben ser calificadas según la AWS D18.1/D18.1M (AWS D18.1/D18.1M, 2020).

Se prefiere la soldadura en máquina (orbital) sujeta a una soldadura de prueba satisfactoria manteniendo los mismos parámetros de configuración.

El procedimiento de soldadura requerirá generar un respaldo gaseoso hasta que se alcance el nivel de oxígeno requerido o, en ausencia de un medidor de oxígeno, hasta que fluyan al menos 10 volúmenes (ver Sección 7.4). Los tubos de gran diámetro requieren un mayor respaldo gaseoso para asegurar que el nivel de oxígeno en la superficie del metal sea lo suficientemente bajo. El gas de respaldo se mantendrá hasta que la soldadura se haya enfriado lo suficiente para evitar la oxidación. La soldadura GTAW manual se debe realizar de forma ascendente.

10.4 • Supervisión e inspección

10.4.1 Muestras de soldadura

Antes de comenzar con el proceso de soldadura final de tuberías y accesorios, se debe realizar una muestra de soldadura en presencia del representante asignado por el comprador.

Al comienzo de cada jornada o turno de trabajo, cada soldador debe realizar las muestras de soldadura para el tamaño y el material asignado para esa sección o área del sistema de tuberías de proceso con el que estará involucrado durante la jornada.

De manera similar, al cambiar el tamaño del tubo durante el día, cada soldador debe realizar nuevamente la muestra de soldadura del nuevo tamaño del tubo.

Cada soldador debe mantener un registro de los parámetros de soldadura específicos (má-



quina de soldadura, ajustes de soldadura, etc.), asociados con sus respectivas muestras de soldadura.

Las muestras de soldadura deben cortarse a una longitud de 30 mm a 40 mm, etiquetadas para su identificación y almacenadas adecuadamente durante la duración del trabajo.

Después del proceso de soldadura, las superficies internas y externas de las muestras de soldadura deben permanecer en una condición de "como soldadas" para la inspección. No deben ser decapadas, pulidas, amoladas ni cepilladas con alambre. Asimismo, no se deberán alterar las zonas afectadas por el calor, los atributos físicos de la soldadura y el acabado de la superficie para una inspección posterior.

10.4.2 Inspección de la soldadura no visible

Durante la fabricación e instalación del sistema de tuberías de proceso, la calidad de las soldaduras manuales "no visibles" de tubos debe verificarse en las frecuencias establecidas en el contrato de trabajo. Se debe establecer un plan de inspección para asegurar que las soldaduras cumplan con los criterios de aceptación de la Sección 10.4.5. Este plan debe incluir inspección visual directa o videoscopio/boroscopio de las superficies de contacto con el producto en al menos el 20 % de las soldaduras del sistema.

Si algunas soldaduras son inaccesibles para la inspección remota o no se puede alcanzar con el "videoscopio/boroscopio", es posible que se requiera cortar o desmontar el equipo de las tuberías para la inspección visual posterior.

10.4.3 Metodologías de inspección

La evaluación de la soldadura se debe realizar tanto en las superficies internas (lado del producto), como externa de la junta soldada. La inspección interna de las tuberías requiere planificación para garantizar que el acceso sea posible a intervalos durante el cierre del sistema.

La inspección visual de las superficies de soldadura externas bajo luz blanca brillante puede complementarse, si es necesario, con líquidos penetrantes para la detección de defectos o grietas en la superficie. Si las propiedades de la soldadura en la superficie externa se encuentran cercanas al incumplimiento de los parámetros establecidos en los criterios de aceptación visual indicados en la tabla de la Sección 10.4.5, será necesaria una inspección interna de la soldadura. Además de la inspección visual, puede ser requerida la medición física de los atributos de soldadura para determinar el cumplimiento de los criterios.

El registro fotográfico o de video de las inspecciones de las superficies internas de las soldaduras, obtenidos del videoscopio, proporciona un registro de calidad útil, pero se debe tener en cuenta que existen diferencias en el aspecto captado por medios ópticos respecto de la inspección visual directa. Para tubo de pared delgada, puede ser necesaria la inspección radiográfica o ultrasónica.





10.4.4 Requisitos de examen visual: extensión del examen

Los soldadores deben examinar cada soldadura que realicen durante la jornada. El supervisor de soldadura examinará una muestra representativa de la producción de cada soldador para verificar que el trabajo sea aceptable.

El supervisor de soldadura del fabricante debe examinar visualmente las superficies exteriores de todas las soldaduras realizadas. Las superficies internas de las soldaduras deben examinarse en las frecuencias estipuladas por el comprador. Todas las soldaduras que no cumplan con los requisitos externos de la Sección 10.4.5 deberán examinarse internamente.

Las superficies internas de las soldaduras de contacto con el producto deben examinarse visualmente de forma directa o mediante videoscopio/boroscopio o herramientas especiales similares. Las superficies internas de soldadura deben cumplir con los requisitos de la Sección 10.4.5.

Las soldaduras realizadas con metal de aporte deben examinarse visualmente en todas las superficies de contacto con el producto. Estas superficies deberán cumplir con los requisitos de la Sección 10.4.5.

10.4.5 Examen visual: criterios de aceptación de la soldadura antes del acabado posterior

La **Figura 10.3** representa el diagrama de flujo que se debe seguir para realizar la examinación de las soldaduras en función de las diferentes aplicaciones (superficie interna o externa en contacto con producto) y posibilidades de acceso al interior de la tubería. Esta figura es un extracto de la presentada en la norma AWS D18.1/D18.1M:2020.

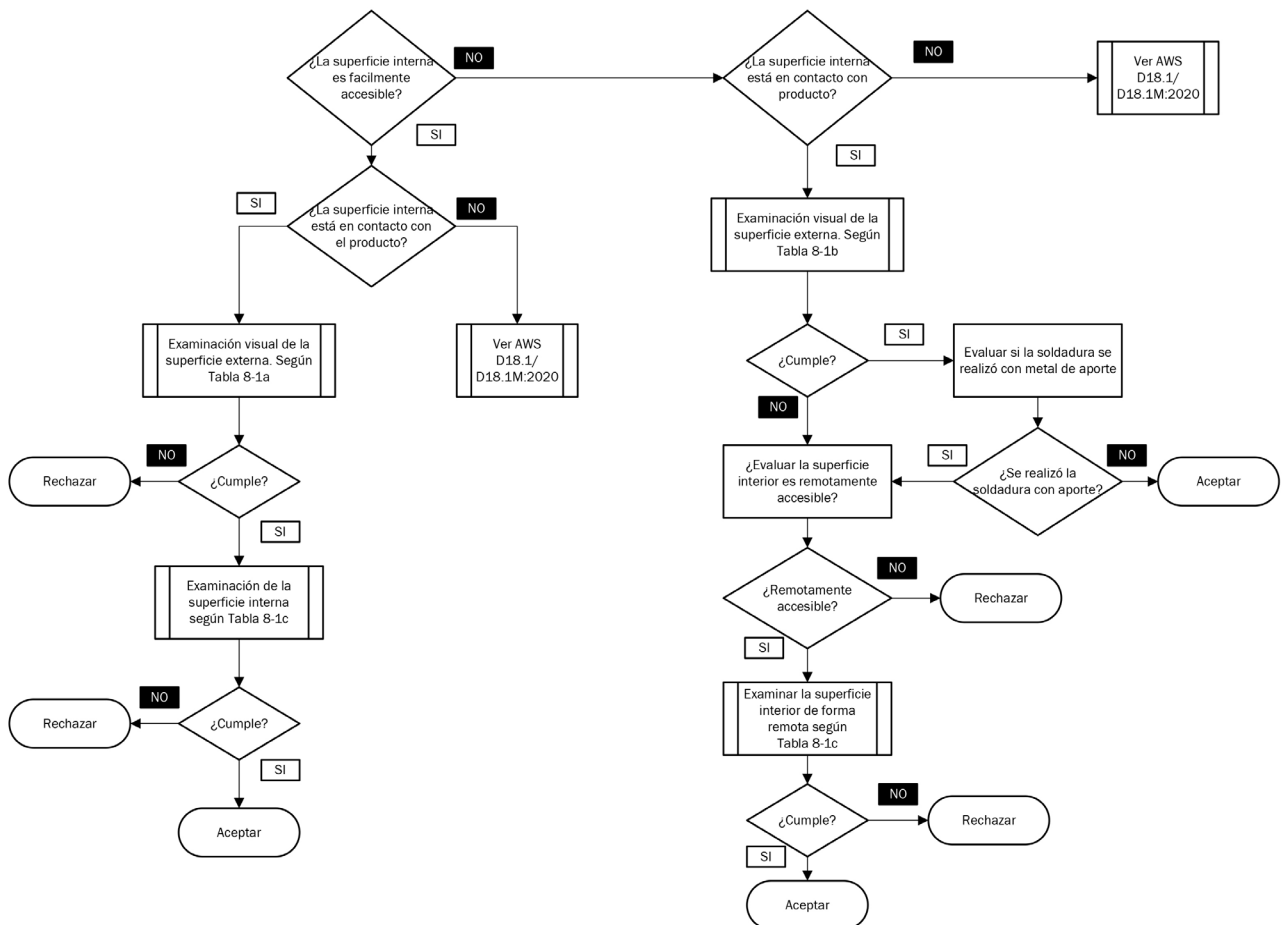


Figura 10.3 Proceso de examinación y aplicación de requisitos para soldaduras autógenas y con aporte (extracto de AWS D18.1/D18.1M:2020)



En la Tabla VI se presentan solo los criterios de aceptación para superficies internas de tubos que están en contacto con producto y superficies externas que no están en contacto con producto (situación más encontrada en la industria).

En la AWS D18.1/D18.1M:2020 se encuentran desarrollados los criterios de aceptación para superficies externas en contacto con producto y superficies internas sin contacto con producto.

PROPIEDAD DE LA SOLDADURA	EXTERIOR (Sin contacto con el producto)		INTERIOR (En contacto con el producto)
	Si la superficie interior es fácilmente accesible	Si la superficie interior es remotamente accesible o inaccesible	
Penetración	Completa	Completa	Completa
Grietas, hendiduras, poros, socavados, inclusión de escoria, salpicaduras o exceso de material que sobresale	No permitido	No permitido	No permitido
Desalineación o desplazamiento	MÁXIMA DESALINEACIÓN 15% DEL ESPESOR DE PARED DEL TUBO		No Especificado
Máxima concavidad	No Especificado		0,15 mm MÁXIMA CONCAVIDAD SUPERFICIE SIN CONTACTO CON EL PRODUCTO 0,3 mm SECCIÓN A-A MÁXIMA CONCAVIDAD SUPERFICIE EN CONTACTO CON EL PRODUCTO
Máxima convexidad	0,3 mm CONVEXIDAD MÁXIMA SUPERFICIE SIN CONTACTO CON EL PRODUCTO 0,3 mm SECCIÓN A-A MÁXIMA CONVEXIDAD SUPERFICIE EN CONTACTO CON EL PRODUCTO		

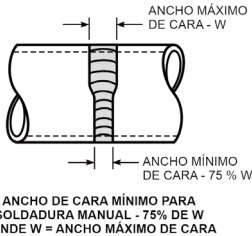
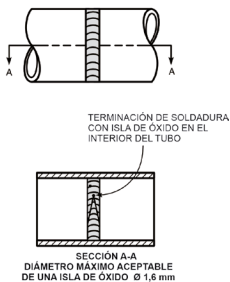
PROPIEDAD DE LA SOLDADURA	EXTERIOR (Sin contacto con el producto)	INTERIOR (En contacto con el producto)
	Si la superficie interior es fácilmente accesible	Si la superficie interior es remotamente accesible o inaccesible
Ancho del cordón de la soldadura manual		No Especificado
	 ANCHO DE CARA MÍNIMO PARA SOLDADURA MANUAL	
Variación máxima del ancho del cordón de soldadura		No Especificado
	 ANCHO MÁXIMO DE CARA - W ANCHO MÍNIMO DE CARA - 75 % W ANCHO DE CARA MÍNIMO PARA SOLDADURA MANUAL - 75% DE W DONDE W = ANCHO MÁXIMO DE CARA	
Consistencia	Comienzo, final y ancho consistente con las muestras de soldadura	
Decoloración de soldadura/oxidación	Especificado por el comprador	Inaceptable del nivel 4 al 10 de la Figura 3 de la AWS D18.1/D18M (AWS D18.1/D18.1M, 2020) Ver nota 2.
Impurezas superficiales (similares a escoria)	Removable por acabado post soldadura para satisfacer la Sección 10.5.1	Son aceptables algunas impurezas aisladas y firmemente adheridas a menos que sean mayores a Ø 1.6 mm a lo largo de la línea de fusión o estén agrupadas. Ver nota 3.
	No Especificado	 TERMINACIÓN DE SOLDADURA CON ISLA DE ÓXIDO EN EL INTERIOR DEL TUBO SECCIÓN A-A DIÁMETRO MÁXIMO ACEPTABLE DE UNA ISLA DE ÓXIDO Ø 1,6 mm

Tabla VI. Criterios de aceptación de la soldadura de tuberías de proceso y CIP antes del acabado posterior. Criterios extraídos de AWS D18.1/D18.1M:2020

Notas:

1. T es el espesor de pared del tubo.
2. Color especificado en la Sección 7.4 de esta guía.
3. Las impurezas superficiales (similares a escoria) son principalmente óxidos de Al, Ca y Si. El principal riesgo es la contaminación del producto por posible desprendimiento de impurezas.



10.5 • Terminación superficial del tubo

10.5.1 Terminación superficial externa del tubo

El acabado externo del tubo debe ser equivalente con otras superficies visibles en la planta. Los cordones de soldadura externos (incluidas las soldaduras en los accesorios de los extremos), se pueden rectificar y/o pulir si así lo especifica el comprador.

La superficie de soldadura externa debe ser decapada usando una formulación efectiva de decapado para acero inoxidable utilizada estrictamente de acuerdo con los requisitos de Seguridad e Higiene y las instrucciones del fabricante. El agente de decapado se eliminará mediante un lavado a fondo. La neutralización puede ser necesaria para lograr una eliminación completa y para cumplir con las regulaciones ambientales. La eliminación más eficiente de residuos que no fueron removidos por el decapado puede ser posible con una ligera abrasión mecánica (manual), con paños abrasivos de vellón..

Si la superficie externa de la soldadura ha sido limpiada por abrasión, puede pasivarse con una formulación de ácido nítrico como se indica en ASTM A967/A967M (ASTM A967/A967M, 2017).

10.5.2 Terminación superficial interna del tubo

Las superficies internas de los tubos deben tratarse mediante un proceso de pasivación que implica los siguientes pasos:

- Eliminación de suciedad de rutina mediante limpieza manual (siempre que sea posible durante la fabricación), seguida de eliminación de suciedad suelta mediante enjuague turbulento con agua limpia de red.
- Limpieza por circulación de soluciones de detergente cáustico y luego enjuague con agua tibia limpia de red.
- La circulación de una solución de pasivación efectiva puede basarse en formulaciones de ácido nítrico o ácido cítrico, como se indica en ASTM A967/A967M (ASTM A967/A967M, 2017), o puede utilizar soluciones patentadas probadas durante un período predeterminado. Luego del tratamiento de pasivación con ácido, el tubo se debe exponer al aire limpio (preferiblemente durante al menos 24 horas).

Tenga en cuenta que este proceso de pasivación no eliminará la decoloración si el respaldo gaseoso fue inadecuado.



11

Fabricación de cañerías de procesos (y CIP) a presión

11.1 • General

Esta sección cubre la fabricación de sistemas de cañerías presurizadas que tienen contacto con el producto. Incluye la selección y preparación de cañerías, así como la metodología de soldadura, acabado superficial, inspección y criterios de aceptación. (ASME B31.3-2020, 2020)

11.2 • Procedimientos de preparación

La selección de la cañería, los métodos de preparación de los extremos de los caños y los métodos de preparación de la superficie antes del punteado y de la soldadura deben ser como se describe para las tuberías en la Sección 10.2, excepto por:

- La cañería se suministrará según la Especificación ASTM A312/A312M (ASTM A312/A312M-21, 2021) o equivalente;
- Los accesorios de cañería de soldadura a tope deben suministrarse según la Especificación ASTM A403/A403M o equivalente (ASTM A403/A403M-20, 2020);
- El diseño de la junta (ángulo del bisel, abertura de raíz, cara de la raíz, etc.) debe ser según el espesor a soldar y para cumplir con los requisitos de examen visual como se describen para la tubería en la Sección 10.4;
- Después de la preparación final, la circularidad del extremo del caño debe estar dentro de la tolerancia de diámetro exterior de la Especificación ASTM A312/A312M (ASTM A312/A312M-21, 2021) o equivalente seleccionado.

11.3 • Soldadura

El ambiente de soldadura, la calificación de soldadores, el punteado, los consumibles de soldadura y los procedimientos de soldadura deben ser como se describen para la tubería en la Sección 10.3 excepto por:

- Se aplicarán los requisitos generales de la Sección 7.4;
- No se debe realizar soldadura autógena manual ni orbital;
- Todas las pasadas de soldadura se deben realizar con respaldo gaseoso de acuerdo con la Sección 7.4.



- Antes de cada pasada de soldadura subsiguiente, los defectos deben eliminarse con abrasivos sin hierro.

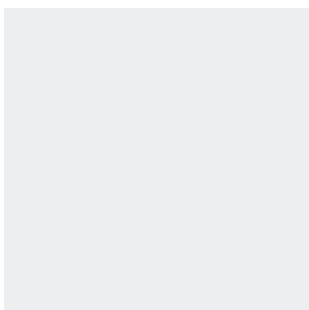
11.4 • Supervisión e inspección

Las muestras de soldadura, la inspección de soldaduras no visibles, las metodologías de inspección y los requisitos de examen visual deben ser como se describen para la tubería en la Sección 10.4, excepto por:

- En caso de requerir verificar la integridad interna de la soldadura, el ensayo no destructivo y el criterio de aceptación a aplicar serán acordados entre el usuario y el fabricante (ASME B31.3-2020, 2020).

11.5 • Terminación superficial del caño

El acabado externo e interno del sistema de cañerías debe ser como se describe para el tubo en la Sección 10.5.



12

Codificación e identificación de los equipos

Para una correcta y unívoca identificación de los equipos fabricados se debe establecer un sistema de codificación de equipos.

La codificación establecida para cada equipo debe ser simple, irrepetible, preferentemente alfanumérico (por ejemplo, AAA-XX000), los diferentes caracteres pueden representar la empresa, la serie, la familia a la que pertenece el equipo u otros criterios determinados por el fabricante.

Al tener los equipos identificados de esta manera, se facilita su inclusión y correcta individualización en documentos relativos a los manuales de proceso, procedimientos de limpieza, tareas de mantenimiento y toda otra actividad de tipo industrial que se realice en la planta. Así también en documentos asociados como planos y especificaciones técnicas, entre otros. El fabricante debe llevar registro de todos los códigos utilizados hasta el momento, asignará códigos nuevos a los equipos que ocasionalmente se agreguen asegurando que no se utilice un mismo código para dos equipos diferentes. También podrá establecer un sistema de archivo de la documentación asociada a cada equipo utilizando el código definido.

Todos los equipos deben identificarse gráficamente en una zona con accesibilidad visual. La identificación debe indicar el proveedor, código de equipo, número de serie y, cuando corresponda, características técnicas generales (potencia, capacidad, volumen, etc.). El proveedor debe llevar el registro de las series o lotes del equipo.

Si es posible, se debe aplicar el gráfico identificador directamente al equipo, evitando una placa separada. Si la aplicación directa no es posible, se debería pegar la placa o unir con soldadura continua, evitando la unión metal-metal con sujeciones mecánicas con remaches o tornillos.

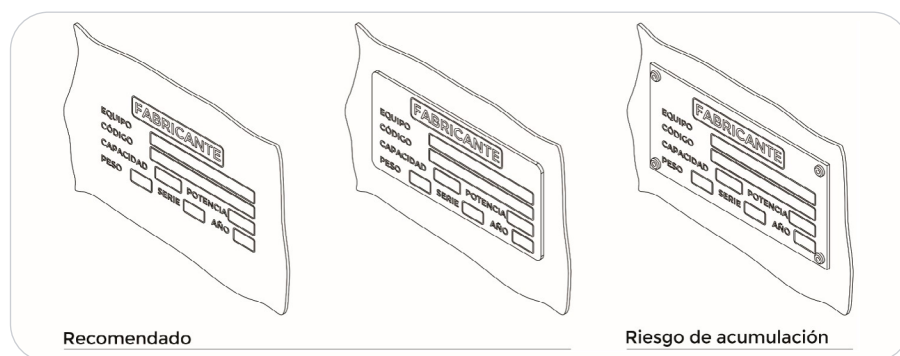


Figura 12.1 Ejemplos de aplicación de placas de identificación



13

Transporte, instalación y seguro

Se debe acordar entre las partes la responsabilidad relativa al transporte e instalación del equipamiento.

Antes del arribo al lugar de instalación, el proveedor debe asegurar que el equipo se haya limpiado interna y externamente para eliminar las virutas, la suciedad y otros tipos de contaminación.

El proveedor debe garantizar que el equipo esté claramente identificado y protegido contra daños y contaminación durante la carga, el transporte y la descarga. Cuando su instalación forme parte del contrato, el proveedor debe asegurarse de que el equipo esté protegido contra daños y contaminación durante la instalación. Los equipos de acero inoxidable no deben entrar en contacto con las horquillas de elevación, grilletes, ganchos, cadenas y cables de acero.

El proveedor deberá proporcionar ojales de izaje soldados dispuestos adecuadamente en el equipo, cáncamos o accesorios de elevación adecuados para su manipulación durante la carga, descarga e instalación. Incluso cuando tales terminales o accesorios sean temporales, se aplicarán los requisitos de construcción y soldadura que se describen en la Sección 9.

Los embalajes, jaulas o cunas de transporte deberán estar adecuadamente diseñadas. Se deben proporcionar refuerzos, cuando sea necesario, para evitar deformaciones durante el transporte.

La responsabilidad del seguro durante el transporte y el almacenamiento se especificará en los documentos de compra. El punto de entrega debe ser preciso, por ejemplo, cuando el artículo ya no está sobre el camión.



14

Puesta en servicios de la planta y equipos

14.1 • Plan de puesta en servicio

El proveedor debe proporcionar un plan de puesta en servicio basado en las condiciones de operación suministradas por el comprador. El plan debe incluir la recopilación de datos suficientes para confirmar un funcionamiento satisfactorio.

14.2 • Consideraciones sobre ensayos de prueba hidráulica

La realización de una prueba hidráulica para verificar aspectos de la construcción del equipo es una opción por definir en el acuerdo entre el comprador y el proveedor. Se llevará a cabo con agua potable, pero preferiblemente con menos de 50 ppm de cloruro. Sin embargo, si hay dudas sobre el drenaje, si el material es austenítico o si la operación de servicio debe ser superior a 55 °C, los niveles de cloruro deben ser inferiores a 1 ppm para evitar el riesgo de agrietamiento por corrosión bajo tensión. No se debe usar agua de pozo no tratada, agua de río no tratada, agua de mar o agua reciclada contaminada.

El agua se debe drenar desde el interior de la planta y del equipo de procesamiento inmediatamente después de la prueba hidráulica. Si se va a reutilizar el agua de la prueba hidráulica en otra planta, se debe revisar la contaminación y hacerla circular lo suficiente para mantener los niveles de oxígeno disuelto. Después de drenar el agua utilizada en la prueba hidráulica, verifique que no haya zonas con agua estancada. El responsable del ensayo debe secar el equipo de acero inoxidable con paños limpios.



15

Documentación

El proveedor proporcionará la documentación completa de los productos entregados, incluidos:

- los planos,
- certificación de materiales,
- instrucciones para su puesta en servicio,
- instrucciones de operación y mantenimiento,
- certificados de ensayo y calibración,
- certificaciones acordadas entre las partes.

El documento puede proporcionarse en formato electrónico, pero al menos un juego debe estar impreso. Si no se indica lo contrario, la documentación se entregará en idioma español. El proveedor debe resguardar una copia de la documentación presentada.

En caso de corresponder, el proveedor debe resguardar una copia de los softwares utilizados en los controles lógicos programables (PLC) y/o aplicaciones de PCs para controlar los procesos.

La documentación entregada debe identificarse de forma unívoca con el equipo y/o instalación entregada.

Es responsabilidad del comprador mantener actualizada la documentación ante modificaciones realizadas en el equipo/instalación.

16

Servicio de post venta

Alcance: desde la puesta en servicio hasta la finalización del período de garantía, o el que se acuerde entre las partes.

El proveedor del equipo podrá realizar inspecciones periódicas durante el tiempo de vigencia de la garantía o el que se acuerde entre las partes. El propietario permitirá al proveedor el acceso a las instalaciones, según sus requisitos de seguridad y otros, para realizar inspecciones periódicas.

Con posterioridad a cada inspección, el proveedor emitirá un informe/documento de las verificaciones, ensayos e inspecciones realizadas, en formato electrónico y físico, preferentemente en idioma español.

Las modificaciones sobre el equipo deben ser aprobadas previamente por el fabricante para que la garantía siga teniendo validez. La ejecución de los cambios aprobados por el fabricante podrán ser ejecutados y documentados por personal propio o contratado por el propietario.



APÉNDICE A.

Referencias

ANMAT. (14 de 12 de 2021). Código Alimentario Argentino. Recuperado el 15 de 02 de 2022, de <https://www.argentina.gob.ar/anmat/codigoalimentario>

API STD 620. (Twelfth Edition). Design and Construction of Large, Welded, Low-Pressure Storage Tanks.

API STD 650. (Thirteenth Edition). Welded Tanks for Oil Storage.

ASME B16.5-2020. (2020). Pipe Flanges And Flanged Fittings: NPS 1/2 Through NPS 24, Metric/Inch Standard.

ASME B31.3-2020. (2020). Process Piping.

ASSDA. (15/02/2022). Australian Stainless Steel Development Association (ASSDA). Obtenido de https://www.assda.asn.au/images/2017/2017_ASSDA_FoodCodeofPractice.pdf

ASTM A182/A182M-21. (2021). Standard Specification For Forged Or Rolled Alloy And Stainless Steel Pipe Flanges, Forged Fittings, And Valves And Parts For High-Temperature Service.

ASTM A240/A240M-20a. (2020). Standard Specification For Chromium And Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, And Strip For Pressure Vessels And For General Applications.

ASTM A270/A270M-15(2019). (2015). Standard Specification For Seamless And Welded Austenitic And Ferritic/Austenitic Stainless Steel Sanitary Tubing.

ASTM A276/A276M. (2017). Standard Specification For Stainless Steel Bars And Shapes.

ASTM A312/A312M-21. (2021). Standard Specification For Seamless, Welded, And Heavily Cold Worked Austenitic Stainless Steel Pipes.

ASTM A380/A380M. (2017). Standard Practice For Cleaning, Descaling, And Passivation Of Stainless Steel Parts, Equipment, And Systems.

ASTM A403/A403M-20. (2020). Standard Specification For Wrought Austenitic Stainless Steel Piping Fittings.

ASTM A480/A480M. (2019). Standard Specification For General Requirements For Flat-Rolled Stainless And Heat-Resisting Steel Plate, Sheet, And Strip.



ASTM A554/A554M. (2021). Standard Specification For Welded Stainless Steel Mechanical

ASTM A778/A778M. (2016). Standard Specification For Welded, Unannealed Austenitic Stainless Steel Tubular Products.

ASTM A967/A967M. (2017). Standard Specification For Chemical Passivation Treatments For Stainless Steel Parts.

AWS A5.22/A5.22M. (2012). Specification For Stainless Steel Flux Cored and Metal Cored Welding Electrodes and Rods.

AWS A5.9/A5.9M. (2017). Specification for Bare Stainless Steel Welding Electrodes and Rods.

AWS A5.9M/A5.9. (2020). Specification for Tungsten and Oxide Dispersed Tungsten Electrodes for Arc Welding and Cutting (ISO 6848:2004 MOD).

AWS D1.6/D1.6M. (2017). Structural Welding Code - Stainless Steel.

AWS D18.1/D18.1M. (2020). Specification For Welding Of Austenitic Stainless Steel Tube And Pipe Systems In Sanitary (Hygienic) Applications.

AWS D18.3/D18.3M:2015. (2015). Specification for Welding of Tanks, Vessels, and Other Equipment in Sanitary (Hygienic) Applications. AWS D18.3/D18.3M:2015.

EHEDG Doc 8. (2018). Hygienic design principles. Principios de diseño higiénico. Obtenido de <https://www.ehedg.org/guidelines/>

EHEDG Doc. 18. (2014). Chemical Treatment of Stainless Steel Surfaces.

EHEDG Doc. 32. (2005). Materials of construction for equipment in contact with food.

EHEDG Doc. 35. (2006). Soldadura higiénica de tubería de acero inoxidable en la industria alimentaria.

EHEDG Doc. 43. (2016). Hygienic Design of Belt Conveyors for the Food Industry.

EHEDG Doc. 44. (2014). Hygienic Design Principles for Food Factories.

EHEDG Position Paper. (2019). Easy cleanable Pipe couplings and Process connections. Recuperado el 15 de 02 de 2022, de <https://www.ehedg.org/guidelines-working-groups/guidelines/guidelines/>



IRAM 186-1. (2008). Pulido sanitario. Parte 1 - Elementos metálicos utilizados en la industria de alimentos y bebidas.

IRAM 2507. (1965). Sistema de seguridad para la identificación de cañerías.

IRAM 5065. (1964). Rugosidad de superficies.

ISO 4144:2003. (2003). Pipework — Stainless steel fittings threaded in accordance with ISO 7-1.

James D. Fritz, D. (15 de 02 de 2022). www.3A.org. Obtenido de https://www.3-a.org/Portals/93/Documents/Annual%20Meetings%20Presentations/6-Fritz_Corrosion%20and%20Corrosion%20Resistance_.pdf

Jensen, P. M.-L.-R.-C.-E.-O. (2016). Surface Treatment of Stainless Steel. Denmark: Damstahl.

NACE SP0198. (2017). Control of Corrosion under Thermal Insulation and Fireproofing Materials—A Systems Approach.

Nickel, Institute. (2020). Design guidelines for the selection and use of stainless steel - A designers handbook series N° 9014. Recuperado el 15 de 02 de 2022, de https://nickelinstitute.org/media/4664/ni_aisi_9014_selectionuse.pdf

UNE-EN 1672-2. (2020). Maquinaria para procesados de alimentos. Conceptos basicos Parte 2. Requisitos de higiene y limpieza

UNE-EN ISO 12100. (2012). Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo.

UNE-EN ISO 12241:2010. (2010). Aislamiento térmico para equipos de edificación e instalaciones industriales. Método de cálculo. (ISO 12241:2008).

UNE-EN ISO 14122. (2016). Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanentes a máquinas. UNE-EN ISO 14122.



APÉNDICE B.

Respaldo gaseoso de la soldadura de tubos o caños de acero inoxidable (informativo)

Antecedentes

Este procedimiento es para asegurar que la raíz de las soldaduras GTAW (TIG) en tubos o caños tenga una decoloración como se especifica en AWS D18.1/D18.1M (AWS D18.1/D18.1M, 2020) (Condición 3 - **Figura 7.3**), como el máximo permitido, para que se usen en la condición “como soldado”. Se logra manteniendo los niveles de oxígeno <50 ppm (0,005 %) mientras el metal está a más de 250 °C. Se supone que la preparación de la soldadura, la entrada de calor y la técnica de soldadura se controlan para proporcionar una soldadura de penetración completa con un perfil liso y de limpieza adecuado para el CIP. El equipo de soldadura GTAW (TIG) orbital debe dar el mismo resultado si se siguen las instrucciones del fabricante.

Materiales

Si se usa un consumible, debe ser al menos tan resistente a la corrosión como el material del tubo o caño. El gas de respaldo normalmente es argón, pero el nitrógeno con bajo contenido de oxígeno también es aceptable incluso para tuberías dúplex, siempre que no haya fugas incontroladas en el arco. Para la cobertura suficiente de gas, se recomienda el uso de tapones de silicona o de goma en tubos o caños cortos, mientras que, para tramos largos es común usar cámaras removibles para contener el gas de respaldo (ver Figuras a continuación). Los tapones son de bajo costo y fáciles de manejar, las cámaras de gas son económicas, ya que sólo una pequeña fracción del volumen interno del tubo o caño tiene que ser llenado de gas.



Tapones de Silicona



Cámara de Gas

Aparte de los sistemas mencionados, están disponibles en el mercado otras herramientas. Barreras solubles, por ejemplo, se pueden lavar con facilidad sin riesgo de daños. El soldador debe garantizar un cierre hermético de todo el equipo de purga para evitar la penetración de oxígeno en el sistema de tuberías o cañerías. Los daños en la superficie interna del tubo o caño debido a un uso inadecuado o una mala elección del material de los equipos de purga deben evitarse durante el proceso de instalación y desinstalación.



Una cobertura insuficiente de gas o ninguna purga interna resultarán en la decoloración o la carbonización en la zona afectada por el calor y en una reducción de la resistencia a la corrosión de la soldadura, por lo que es inaceptable esta práctica para las instalaciones de las tuberías o cañerías higiénicas.

Procedimiento

Asegúrese de que el soldador esté calificado y sea competente para soldar en el día. Lleve a cabo la preparación de la soldadura, incluida la verificación de que el perfil de soldadura longitudinal permitirá un sellado hermético al gas de respaldo.

Inserte las tapas de la cámara en cada sección del tubo o caño asegurándose de que la manguera de alimentación y el cable de extracción no estén enredados. Limpie el área de soldadura con un paño limpio y un solvente volátil, deje que se seque y verifique que el área esté limpia. No toque el área de soldadura.

Alinear las caras y comenzar la alimentación del gas de respaldo. El flujo debe ser levemente turbulento. Controle el gas de respaldo de salida con un medidor, hasta que el nivel de oxígeno sea aceptable o hasta que fluyan al menos 10 volúmenes. Reduzca el flujo de gas para evitar soplar la soldadura y comenzar la soldadura.

Planifique la soldadura para minimizar la soldadura posicional. Si los extremos no están bien sujetos por una plantilla, puntearlos mientras se asegura que el punteado esté también protegido contra los gases. Los materiales de pared más gruesos pueden requerir una protección de arrastre para garantizar que el aire no entre en contacto con el metal lo suficientemente caliente como para oxidarse. Si la limpieza mecánica externa es aceptable, entonces no se requiere una protección de arrastre.



APÉNDICE C.

Fabricación de tuberías/cañerías de servicios (informativo)

General

Este apéndice cubre sistemas de tuberías/cañerías de servicios de conducción que transportan fluidos que incluyen, entre otros, agua helada, agua fría, agua caliente, vapor, aire comprimido, conductos de ventilación, desechos, etc.

El propietario/comprador deberá realizar un análisis de riesgo para determinar si estos fluidos pueden llegar a entrar en contacto con el producto y en función de ello seleccionar el código, norma, especificación a adoptar para la fabricación de los sistemas de tuberías/cañerías.

Se puede adoptar el Código ASME B31.3 que proporciona lineamientos en cuanto a diseño, materiales, componentes estándar de cañerías, fabricación, montaje, soldadura, inspección, examinación y pruebas, o la que se adopte de común acuerdo entre el propietario/comprador y el proveedor, en función de las características del medio transportado y el análisis de riesgo realizado.

Acabado

El acabado de la superficie externa del tubo debe ser equivalente con otros sistemas de tuberías de la planta. Los tubos que conducen fluidos deben estar marcados con "identificadores" según IRAM 2507 (IRAM 2507, 1965), para indicar la función y la dirección del flujo.

La terminación superficial interna de los tubos que conducen fluidos debe ser lisa y estar pasivada. Las superficies internas de los tubos que no transportan fluidos no necesitan ser pasivadas, pero el perfil de soldadura debe ser liso y debe cumplir con la especificación de superficie que no está en contacto con producto de la Sección 10.4.5.





APÉNDICE D.

Juntas elastoméricas (informativo)

General

A la hora de elegir juntas elastoméricas tenemos que evaluar el comportamiento del material respecto a nuestro proceso (productos grasos, ácidos, etc.). También hay que tener en cuenta los productos de limpieza, los tratamientos de superficies, etc. Para el desarrollo de éste apéndice, nos basamos en el Documento 32 de EHEDG “Materials of construction for equipment in contact with food” (EHEDG Doc. 32, 2005).

Elastómeros

Materiales ampliamente utilizados en los equipos para la industria alimentaria. Las propiedades características de estos materiales, por ejemplo, la gran elasticidad, hacen que sean ideales para sellos, juntas, tapas, mangueras, etc.

Un elastómero está compuesto de: polímero, cargas, antioxidantes, vulcanizantes, etc. Hay que tener en cuenta que, si buscamos una propiedad en particular, el elastómero se puede formular. También puede pasar que dos elastómeros de la misma familia tengan diferentes comportamientos en aplicación debido a diferentes “recetas” del mismo.

Selección de material

Existen 4 métodos de selección de un material para juntas:

1 • Experiencia previa

Se puede basar en el comportamiento de un material en un producto similar o el comportamiento de este en un ambiente similar.

2 • Ensayos acelerados

Se pueden realizar pruebas aceleradas que permitirán realizar la selección de elastómeros de una manera más informada. Sin embargo, es esencial asegurarse de que las condiciones (temperatura, química, presiones, tiempos de contacto, etc.), estén controladas de manera que los resultados de las pruebas puedan extrapolarse válidamente a los entornos operativos previstos, incluida la producción de alimentos y el régimen de limpieza.

Los compuestos elastoméricos específicos deben calificarse para condiciones de servicio específicas y vida útil esperada. Este proceso suele implicar pruebas de la vida real del equipo, a menudo en combinación con vigilancia en servicio para establecer regímenes de mantenimiento óptimos.

3 • Compatibilidad química

Los elastómeros pueden experimentar cambios físicos o químicos que van desde prácticamente imperceptibles hasta muy graves cuando se exponen a la luz ultravioleta o al ozono, o cuando entran en contacto con ciertos productos químicos. Estos productos químicos pue-

den ser ingredientes alimentarios, fluidos de proceso o agentes de limpieza (líquidos, en polvo o gas).

Los cambios físicos pueden ser causados por el elastómero que absorbe el fluido del proceso y se hincha, aumenta de tamaño y peso, o se encoge a medida que los ingredientes del compuesto se degradan o disuelven y se filtran del compuesto.

Las reacciones químicas entre el elastómero y el fluido del proceso también pueden dar como resultado un entrecruzamiento adicional o una "escisión" de las cadenas o entrecruzamientos del polímero. La severidad de la reacción química puede resultar en que el elastómero pierda su elasticidad, volviéndose duro y quebradizo o blando y pegajoso. Las temperaturas elevadas también pueden aumentar estos efectos. Esto puede resultar en el agrietamiento, desprendimiento o rugosidad de la superficie, con los consiguientes problemas de limpieza y contaminación.

Las pruebas de laboratorio para evaluar la compatibilidad química comprenden la inmersión de muestras de prueba de elastómero en el fluido (a temperatura ambiente o elevada) durante un tiempo específico. Luego se toman medidas para determinar el cambio de volumen (hinchazón o contracción), el cambio de peso y el cambio de dureza. También es posible medir los cambios en la resistencia a la tracción o el alargamiento a la rotura, pero los diseñadores de equipos normalmente no especifican esto.

4 • Aprobación para contacto con alimentos: prueba de extracción

Es importante asegurarse de que un elastómero no contamine los alimentos debido a la extracción de sus constituyentes ya sea por el propio alimento o por los productos químicos utilizados para limpiar la planta, que pueden ser vapor, soda cáustica, ácido nítrico o hipoclorito a baja concentración.

Se recomienda consultar los materiales aptos para estar en contacto con alimentos en el artículo 219 tris "Lista positiva para envases y equipamientos elastoméricos en contacto con alimentos" del Capítulo IV del CAA (ANMAT, 2021).

Cabe señalar que, si bien un componente puede fabricarse con un material apto para el contacto con alimentos, esto no significa que el componente terminado sea técnicamente adecuado para la aplicación prevista.

Principales elastómeros utilizados en los procesos de fabricación de alimentos

Existe una gama muy amplia de tipos de elastómeros disponibles comercialmente, y dentro de cada tipo hay una cantidad aún mayor de compuestos de elastómeros disponibles de cada proveedor de compuestos. Cada uno de estos puede tener diferentes propiedades mecánicas





y químicas. Se puede hacer referencia a ellos por nombres comerciales del fabricante del polímero o compuesto respectivo o por designaciones estándar enumeradas en ASTM D1418 o ISO 1629. Como las propiedades del material son específicas del fabricante, las fuentes aprobadas y sus designaciones de materiales deben especificarse en planos o especificaciones.

A continuación, se muestran los tipos de elastómeros comúnmente utilizados en áreas de contacto con alimentos. Se pueden usar otros tipos de materiales en otras áreas sin contacto con alimentos (por ejemplo, caucho natural usado en amortiguadores, etc.). Esta es solo una guía muy general y siempre se debe buscar información detallada del fabricante del sello de elastómero.

Tipo de Elastómetro	ASTM	ISO
Nitrilo	NBR	NBR
Elastómero de Nitrilo hidrogenado	HNBR	HNBR
Etileno Propileno	EPDM	EPDM
Silicona	VMQ	VMQ
Elastómero de Fluoro Carbono	FKM	FPM
Perfluoroelastómero	FFKM	FFPM
Cl o Br Butilo	CIIR or BrIIR	CIIR or BrIIR

Tabla VII. Elastómeros comunes

Comportamiento de elastómeros a diferentes condiciones de operación y tratamientos químicos superficiales de acero inoxidable

La siguiente tabla resume las propiedades genéricas, para los medios que se encuentran comúnmente. Esta es solo una guía muy general y siempre se debe buscar información detallada del fabricante del sello de elastómero.



Elastómetro	Rango de operación, °C	Medios del proceso			
		Agua caliente	Vapor(150°C)	Ozono	UV
NBR	-40 a 120	1	4	2/3	2
HNBR	-30 a 180	1	1	2	2
EPDM	-50 a 150	1	1	1	1
Silicona	-60 a 200	1	3	1	1
Elastómero de Fluoro Carbono	-20 a 200	1/2	2	1	1
Perfluoroelastómero	-15 a 260	1	1	1	1
Cl o Br Butilo	-40 a 150	1	1	1	1

Referencia: 1 = excelente; 2= bueno; 3=pobre; 4 = no usar

Tabla VIII. Comportamiento de elastómeros a diferentes temperaturas

Elastómetro	Medios del proceso			
	Grasas vegetales	Grasas animales	Ácidos	Bases (Alcalino)
NBR	1	1	2/3	1
HNBR	1	1	2	1
EPDM	3	3	2	1
Silicona	2	2	2	2
Elastómero de Fluoro Carbono	1	1	2	3
Perfluoroelastómero	1	1	1	1
Cl o Br Butilo	2	2	1	1

Referencia: 1 = excelente; 2= bueno; 3=pobre

Tabla IX. Comportamiento de elastómeros en diferentes medios

Antes de realizar un proceso de decapado o pasivación hay que considerar la compatibilidad química y las propiedades físicas del elastómero.

Especialmente en alojamientos diseñados higiénicamente, el aumento de volumen de las juntas causado por una solución química, así como la expansión térmica a temperaturas altas pueden causar problemas que provoquen deterioro.



Las guías de compatibilidad químicas existentes son resultados de pruebas puntuales de laboratorio y pueden no representar adecuadamente la situación en condiciones de uso ni contemplar los aditivos e impurezas que pueden aparecer en las aplicaciones reales a largo plazo. Se recomienda que los usuarios realicen sus propias pruebas para confirmar la idoneidad del material seleccionado.

La Tabla X muestra una estimación general sobre la resistencia química y física (hinchazón) de un grupo de materiales a los procedimientos descritos. La evaluación de la resistencia se basa en el uso individual previsto después del montaje del equipo y puede ser de una o dos repeticiones después del mantenimiento y la reparación. Esta estimación no puede dar garantías, porque dentro del mismo grupo de materiales, existen diferencias en su calidad, dependiendo de la formulación y la fabricación (doc. 18 EHEDG guidelines).

Procedimiento de decapado		Procedimiento de Pasivación			
Medio Químico	HNO ₃ /HFF	Medio Químico	HNO ₃	HNO ₃	Ácido cítrico
Temperatura [°C]	50	Temperatura [°C]	60	30	70
Max. concentración [%]	10/2	Max. concentración [%]	25	45	10
Tiempo de exposición [min]	30	Tiempo de exposición [min]	30	30	5
Elastómeros ISO 1629/ASTM 1418		Elastómeros ISO 1629/ASTM 1418			
EPDM	Am	EPDM	Am	Am	Ver
FKM	Ver	FKM	Am	Am	Ver
FKM fluorado alto	Ver	FKM fluorado alto	Ver	Ver	Ver
FVMQ	Am	FVMQ	Am	Am	Ver
HNBR	Am	HNBR	Am	Am	Ver
HR	Am	HR	Am	Am	Ver
NBR	Am	NBR	Am	Am	Ver
VMQ	Am	VMQ	Ro	Ro	Ver
PU/EU (TPU)	Ro	PU/EU (TPU)	Ro	Ro	Ver

Referencia: rojo = no recomendado, amarillo = resistencia limitada, verde = generalmente adecuado

Tabla X. Resistencia estimada aproximada de algunos elastómeros a procedimientos de decapado y pasivado. No se puede hacer una evaluación certera sobre el deterioro de la superficie del caucho. Es necesario establecer más pruebas o ensayos. (Fuente: Schwabe, Cutler, Trelleborg)

Esta es solo una guía muy general y siempre se debe buscar información detallada del fabricante del sello de elastómero.





www.inti.gob.ar
consultas@inti.gob.ar
0800 444 4004

ISBN 978-950-532-495-8



Instituto Nacional
de Tecnología Industrial



Ministerio de Economía
Argentina

Secretaría de Industria
y Desarrollo Productivo