



**GREEN
WELD**

**Materiales de preparación:
Medioambiental para una adaptación de soldadura ecológica**

[CU_GW_01]

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.





Revisión	Fecha	Autor/Organización	Descripción
1 st	-	EWf + CESOL	Versión borrador ante CB
2 nd	-	All	Revisión CB
3 rd	-	EWf + CESOL	Mejora y corrección de contenidos con aportaciones del EC
4 th		EWf	Recopilación de los recursos formativos en una versión final
5 th		All	Aprobación de la versión final/compilación



Índice

Introducción.....	3
Parte A.....	4
1. Glosario Verde.....	5
2. Factores de deterioro ambiental y sus consecuencias	8
3. Procedimientos y actividades para proteger el medio ambiente ¡Error! Marcador no definido.	
4. Uso y Manejo de Materiales de Soldadura	18
5. Reciclaje de acero al carbono, acero inoxidable y aluminio	¡Error! Marcador no definido.
Parte B.....	25
1. Maximizar la recuperación de materiales	26
2. Reducción de desperdicios en los procesos de soldadura	¡Error! Marcador no definido.
3. Técnicas de Soldadura y Reducción de Reparaciones.....	¡Error! Marcador no definido.
4. Optimización de la preparación conjunta	¡Error! Marcador no definido.
Maximizar la recuperación de material	¡Error! Marcador no definido.



Introducción

Este documento ha sido elaborado para unificar todos los contenidos que pertenecen a la primera **unidad competencial (CU_GW_01: Conciencia Ambiental para una Soldadura más Verde)** con el fin de facilitar el estudio de los contenidos al alumnado. Los contenidos didácticos se dividen en dos partes, Parte A y Parte B, de la siguiente manera:

Parte A:

- Glosario verde
- Factores de deterioro ambiental y sus consecuencias.
- Procedimientos y actividades para proteger el medio ambiente.
- Uso y Manejo de Materiales de Soldadura
- Reciclaje de acero al carbono, acero inoxidable y aluminio.

Parte B

- Maximizar la recuperación de materiales
- Reducción de desperdicios en procesos de soldadura
- Técnicas de Soldadura y Reducción de Reparaciones
- Optimización de la preparación conjunta
- Maximizar la recuperación de materiales



Parte A

Concienciación en temas verdes: Reducir, Reciclar, Reusar

OBJETIVOS

Glosario verde.

Factores de deterioro ambiental y sus consecuencias.

Procedimientos y actividades para proteger el medio ambiente.

Uso y Manejo de Materiales de Soldadura.

Reciclaje de acero al carbono, acero inoxidable y aluminio.



1. Glosario verde

A continuación se muestra un glosario de los términos más relevantes en el contexto de las CU desarrolladas en el proyecto GREENWELD:

Big data	Conjuntos de datos extremadamente grandes que pueden analizarse computacionalmente para revelar patrones, tendencias y asociaciones.
Carbono neutral	Estado alcanzado cuando un individuo, organización o actividad compensa o equilibra la cantidad total de emisiones de dióxido de carbono que produce invirtiendo en la reducción o captura de una cantidad equivalente de gases de efecto invernadero de la atmósfera.
Economía circular	Un sistema económico diseñado para minimizar los residuos y aprovechar al máximo los recursos enfatizando el uso, reciclaje y regeneración continuos de productos y materiales.
Cambios climáticos	Alteraciones en los patrones a largo plazo de temperatura, precipitación, viento y otras condiciones atmosféricas en la Tierra.
Sistemas en la nube	Entrega de servicios informáticos, incluido almacenamiento, potencia de procesamiento y aplicaciones de software, a través de Internet, en lugar de depender de servidores locales o dispositivos personales para el almacenamiento de datos y la informática.
Sistemas ciberfísicos	Sistemas integrados que combinan procesos computacionales y físicos, permitiendo interacciones entre los mundos digital y físico. Implica la estrecha integración de algoritmos informáticos, redes de comunicación y procesos físicos para monitorear, controlar y automatizar varios sistemas.
Fabricación digital	Un enfoque de fabricación que aprovecha las tecnologías digitales, los datos y las herramientas de comunicación durante todo el ciclo de vida del producto, desde el diseño y la producción hasta el mantenimiento y más.

**Ecodiseño**

Un enfoque del diseño que involucra principios como el pensamiento del ciclo de vida, la selección de materiales enfatizando los recursos renovables, la eficiencia energética, la minimización de desechos, la durabilidad y la reparabilidad.

Ecológico

Adjetivo utilizado para describir productos, prácticas o acciones diseñadas o realizadas para minimizar el daño al medio ambiente.

Productos relacionados con la energía

Artículos o sistemas diseñados, producidos y utilizados con el propósito principal de generar, transmitir, almacenar o conservar energía.

Huella ambiental

Medida del impacto de las actividades humanas en el medio ambiente, a menudo expresada en términos de la cantidad de recursos naturales utilizados, las emisiones producidas y los residuos generados. Abarca la huella de carbono, la huella hídrica y la huella ecológica.

Impacto ambiental

Efectos de actividades, procesos, productos o eventos humanos en el medio ambiente. Incluye una amplia gama de consecuencias que pueden afectar los ecosistemas, los recursos naturales, la biodiversidad y la calidad ambiental.

Emisiones de gases de efecto invernadero

Las emisiones de gases de efecto invernadero se refieren a la liberación de gas a la atmósfera, principalmente debido a actividades humanas como la quema de combustibles fósiles, la deforestación, los procesos industriales y la agricultura. Los gases de efecto invernadero comunes incluyen dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, gases fluorados y otros.

Infraestructura verde

Un enfoque estratégico y sostenible para la planificación urbana y regional que integra características naturales y seminaturales en el diseño y gestión de paisajes.

Greenwashing

Una práctica de marketing engañosa en la que una empresa u organización se presenta falsamente como respetuosa con el medio ambiente, sostenible o socialmente responsable para atraer consumidores conscientes del medio ambiente.

**Internet industrial de las cosas**

La integración de las tecnologías de Internet de las cosas (IoT) en procesos, instalaciones y equipos industriales implica la conexión de dispositivos, máquinas, sensores y sistemas para recopilar, intercambiar y analizar datos.

Industria 4.0

Se refiere a la transformación continua de los procesos industriales y de fabricación tradicionales mediante la integración de tecnologías digitales, la automatización y el intercambio de datos.

Reciclar

Proceso de conversión de materiales de desecho en nuevos productos o materiales para evitar la eliminación de artículos como desechos y reducir el consumo de materias primas frescas.

Reducir

Disminuir el consumo de recursos, minimizar la generación de residuos y reducir el impacto ambiental general.

Energía renovable

Energía que se obtiene de fuentes que se reponen naturalmente y que no se agotan cuando se utilizan. Estas fuentes incluyen la luz solar, el viento, la lluvia, las mareas, las olas, el calor geotérmico y la biomasa.

Recurso

Cualquier sustancia, activo o capacidad que se utiliza para satisfacer una necesidad o lograr un objetivo específico. Los recursos se pueden clasificar en recursos naturales, recursos humanos, recursos financieros y recursos tecnológicos.

Reusar

Práctica de utilizar productos, materiales o artículos más de una vez, ya sea para su propósito original o mediante reutilización.

Fábricas inteligentes

Instalaciones de fabricación que aprovechan las tecnologías digitales avanzadas y la conectividad para mejorar la eficiencia, la productividad y la flexibilidad en los procesos industriales.

Sostenibilidad

La capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades. Un enfoque equilibrado de los campos ambiental, social y económico para crear una relación armoniosa entre las actividades humanas y el mundo natural.

Reciclaje

Proceso creativo y ecológico de transformación de artículos desechados o sin uso en productos de mayor valor/calidad, con una función o estética diferente.



Gasto

Cualquier material o recurso que se genera en el proceso de producción pero que no contribuye al producto final.

Zero waste

Zero Waste es una filosofía y un enfoque de estilo de vida que tiene como objetivo minimizar la generación de residuos mediante la promoción del uso responsable de los recursos, la reutilización, el reciclaje y el compostaje.

2. E Factores de deterioro ambiental y sus consecuencias

Maximizar la producción de energía y optimizar el consumo de energía se han vuelto primordiales en las agendas políticas nacionales e internacionales a nivel mundial. Las industrias manufactureras están obligadas a adherirse a los mandatos gubernamentales relacionados con la conservación de energía y el desarrollo de productos ecológicamente sostenibles. Además, estas industrias están lidiando con los crecientes costos asociados con el uso de energía y materiales. En consecuencia, encontrar soluciones que no sólo promuevan la preservación del medio ambiente sino que también mantengan la competitividad en el mercado se ha convertido en un imperativo crucial para estas industrias.

La soldadura, un proceso de fabricación destacado, ejerce una influencia sustancial en la sostenibilidad en las dimensiones ambiental, económica y social. En el sector metalúrgico, la industria de la soldadura ha enfrentado críticas considerables debido a su amplio consumo de materias primas, lo que lleva a la degradación ambiental, la pérdida de biodiversidad y la contaminación del agua y el suelo. La transformación de materias primas en nuevos metales y aleaciones exige una cantidad significativa de energía, lo que genera emisiones de gases de efecto invernadero, generación de desechos y emisiones nocivas perjudiciales para la salud humana, lo que contribuye al desafío global del cambio climático.

Esto es sólo la punta del iceberg; Un examen exhaustivo de los procesos de soldadura revela una amplia gama de posibles contaminantes e impactos ambientales en toda la industria.

Dos hechos son indiscutibles:

- La soldadura puede causar daños significativos tanto en el medio ambiente local como global.



- La soldadura es indispensable para la vida contemporánea.

Dado su papel esencial en la producción de artículos de primera necesidad, abandonar la soldadura no es una opción viable. Por lo tanto, las personas que participan en actividades de soldadura deben tomar medidas de manera proactiva para reducir su huella ambiental. La pregunta es, ¿cómo? Con numerosas opciones disponibles, exploremoslas.

A pesar de las preocupaciones medioambientales, la industria de la soldadura tiene importancia económica y constituye una parte importante de la producción industrial en ciertos países. En respuesta a los objetivos globales de desarrollo sostenible establecidos por las Naciones Unidas, existe un llamado creciente para que la industria haga una transición hacia prácticas de producción sostenibles.

Sin embargo, la industria de la soldadura encuentra una deficiencia en la legislación que aborda cuestiones ambientales, de sostenibilidad y de producción. Para abordar esta brecha, la sociedad debe tomar la iniciativa de desarrollar nuevos conocimientos y técnicas destinados a lograr objetivos de desarrollo sostenible. Esto implica comprender los impactos ambientales asociados con diversas actividades industriales e implementar estrategias de mitigación. El enfoque debería ir más allá del uso eficiente de los recursos naturales y las materias primas para abarcar los recursos económicos.

Las prácticas de soldadura tradicionales, que dependen del calor y la energía, producen inadvertidamente emisiones tóxicas, lo que contribuye a desafíos como el alto consumo de energía, la liberación de gases tóxicos de efecto invernadero y la generación excesiva de desechos. Ante la creciente preocupación por el cambio climático, existe una necesidad urgente de que los procesos de soldadura evolucionen hacia la sostenibilidad. Afortunadamente, mediante pequeños ajustes en los procesos y equipos, se pueden lograr reducciones significativas en el impacto ambiental de las técnicas de soldadura, fomentando el desarrollo de prácticas de construcción más ecológicas en diversas industrias, desde la aeroespacial hasta la construcción.

La fabricación, parte integral del desarrollo de las naciones industrializadas, depende en gran medida de los procesos de soldadura y unión. Estas actividades desempeñan un papel fundamental en el crecimiento a largo plazo al buscar activamente enfoques innovadores. Ya sea imitando productos existentes o inspirándose en la naturaleza, la industria se centra en consideraciones de ahorro de costos y energía, minimización de desechos, parámetros óptimos y respeto al medio



ambiente. Además, los avances en las tecnologías informáticas, como las fábricas inteligentes, el Internet industrial de las cosas (IIoT), los sistemas ciberfísicos, los sistemas en la nube, los macrodatos, la fabricación digital y la Industria 4.0, están influyendo y dando forma cada vez más al panorama de la fabricación.

La soldadura es un proceso necesario en diversas industrias, pero su impacto ambiental requiere una reevaluación. En nuestra búsqueda de prácticas de soldadura respetuosas con el medio ambiente, apuntamos a cinco pilares clave: costo mínimo, mayor eficiencia del proceso, utilización óptima de los recursos, mínimo impacto ambiental y mínimo consumo de energía. Con estos principios, no solo abordamos la huella ecológica de la soldadura sino que también mejoramos la eficiencia operativa general. Adoptar medidas rentables y maximizar la eficiencia del proceso no solo reduce los gastos sino que también minimiza la generación de residuos y el consumo de energía. La utilización óptima de los recursos garantiza que los materiales se utilicen con cuidado, lo que reduce tanto el impacto ambiental como los costos de producción. Además, al priorizar técnicas y tecnologías que minimicen los impactos ambientales, como la reducción de emisiones y la generación de residuos, contribuimos a un planeta más saludable y entornos de trabajo más seguros. En esencia, al integrar estos pilares en las prácticas de soldadura, podemos mitigar el impacto ambiental de este proceso necesario y al mismo tiempo aumentar la eficiencia y la sostenibilidad.

En la Figura 1 se muestran los cinco pilares en los que se debe basar la sostenibilidad del proceso de soldadura.

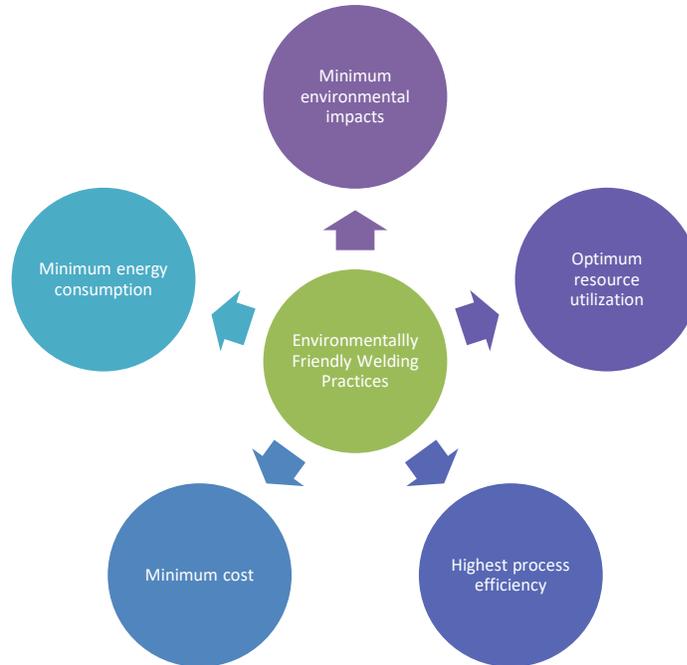


Figure 1 - Five pillars of environmentally friendly welding practices.

El impacto Ambiental de la soldadura

Comencemos examinando el impacto medioambiental de los procesos de soldadura en la construcción. Las técnicas de soldadura tradicionales emplean calor y energía para fusionar dos metales, generando emisiones tóxicas como subproducto. Estas emisiones consisten en contaminantes diminutos y nanocontaminantes, así como en gases peligrosos como el monóxido de carbono, el ozono y los óxidos de nitrógeno.

Las prácticas inadecuadas de soldadura contribuyen a un desperdicio sustancial de materiales valiosos y gases escasos. La eliminación inadecuada de estos residuos puede plantear importantes riesgos medioambientales. Al mismo tiempo, el proceso de soldadura requiere un consumo de energía considerable, que a menudo proviene de la quema de combustibles fósiles.

Diseño de soldadura ecológica



Si bien la soldadura cuenta con una variedad de estándares bien establecidos y efectivos, hay escasez de información pertinente sobre las consideraciones ambientales asociadas con la soldadura:

EN 14717: 2005: Soldadura y procesos afines. Lista de verificación ambiental: proporciona una guía vaga y simplemente enfatiza el funcionamiento correcto del equipo.

- IEC 60974-1 Ed. 4.0 b:2012 - Equipos de soldadura por arco - Parte 1: Fuentes de energía para soldadura: mención de la eficiencia de las fuentes de energía para soldadura.

Sin embargo, los esfuerzos por parte de los reguladores de seguridad y de los gobiernos han tenido un impacto positivo en la introducción de máquinas de soldar inteligentes en varias empresas del sector. La Comisión Europea (CE) ha desarrollado requisitos de diseño ecológico para una amplia gama de categorías de productos en el marco del diseño ecológico de productos relacionados con la energía.

Adopción de prácticas de soldadura sostenible

Abordar el impacto ambiental de la soldadura implica la adopción de técnicas ecológicas. Dependiendo del proyecto específico, los soldadores tienen varios procesos de soldadura para elegir, algunos de los cuales requieren menos energía y generan menos desperdicio. Los métodos de soldadura de estado sólido, como la soldadura por fricción y agitación o la soldadura por pulso magnético, por ejemplo, resultan más respetuosos con el medio ambiente al producir menos humos nocivos, eliminar la necesidad de gases de relleno y reducir el consumo de energía. Sin embargo, es esencial reconocer que estas técnicas pueden no ser universalmente adecuadas para todos los proyectos de construcción. Afortunadamente, alternativas como la soldadura híbrida por arco láser y la soldadura por arco metálico con gas también son reconocidas por ofrecer ventajas ecológicas específicas.

Uso de equipos ecológicos y materiales reciclables

Reducir la huella ambiental de la soldadura pasa por incorporar el reciclaje de diversas formas. Esto incluye reciclar restos de metal usados en lugar de deshacerse de ellos y optar por la reutilización de materiales recuperados y recuperados. Al mismo tiempo, el uso de equipos de soldadura de mayor calidad contribuye a la reducción de residuos a largo plazo y minimiza el consumo de energía.



Integrando la industria 4.0

Además, la reciente implementación de la Industria 4.0, que implica la digitalización de los procesos de producción, el análisis de datos y la integración de tecnologías, junto con la automatización de la fabricación, ha facilitado la adquisición de información en tiempo real para la toma de decisiones informadas. La continua evolución de la industria hacia la automatización también está impulsada por mayores expectativas de los clientes con respecto a la conciencia ambiental y la reducción de la huella de carbono. Sin embargo, la aplicación práctica de estas nuevas tecnologías en las pequeñas y medianas empresas requiere inversiones financieras y recursos que no todas las empresas poseen.

En el ámbito de la soldadura sostenible, es primordial lograr la máxima eficiencia del proceso, un impacto ambiental mínimo, una eficiencia energética óptima, una utilización eficiente de los recursos y un desperdicio mínimo de recursos. Una estrategia clave para lograr estos objetivos de sostenibilidad es adoptar la automatización en los procedimientos de soldadura. La automatización reduce significativamente el desperdicio al aprovechar la eficiencia de los robots para producir soldaduras consistentemente sin errores humanos, lo que lleva a una disminución sustancial de los subproductos no utilizados. Esta precisión también implica una menor demanda de energía y materiales en las obras.

Además, la automatización ofrece la ventaja de reducir la necesidad de intervención humana. Con una fuerza laboral más pequeña, hay una disminución correspondiente en los requisitos de energía, como la iluminación, y una reducción notable en la contaminación asociada con los desplazamientos hacia y desde el sitio. Las herramientas de automatización también desempeñan un papel crucial a la hora de agilizar el proceso de reciclaje.

Introducción al reciclaje

El reciclaje en los procesos de soldadura es un aspecto crítico tanto para la sostenibilidad ambiental como para la eficiencia operativa. Al reciclar materiales y minimizar los residuos, no sólo se conservan recursos valiosos, sino que también se reduce significativamente la huella medioambiental de la soldadura. Este enfoque responsable hacia el medio ambiente ayuda a mitigar la liberación de contaminantes, un asunto de gran importancia en la industria de la soldadura.



En el proceso de soldadura, la generación de contaminantes es una preocupación constante. Estos contaminantes, que incluyen humos, gases, radiaciones nocivas y proyecciones de partículas, plantean riesgos tanto para la salud de los trabajadores como para el medio ambiente. Identificar y comprender estos contaminantes es el primer paso hacia la implementación de prácticas de soldadura más seguras y sostenibles. En este contexto, exploraremos los principales contaminantes generados durante el proceso de soldadura, destacando la importancia de estrategias eficientes de reciclaje y gestión de residuos para minimizar su impacto.

Los principales agentes contaminantes a tener en cuenta en los procesos de soldadura son los siguientes:

Humos y gases

Durante la soldadura, se generan humos y gases a través de reacciones químicas de los componentes involucrados. Estos varían en características según su origen, en particular:

- Emitido por interacción con el aire circundante.
- Originados del material base.
- Que resulten del recubrimiento o tratamiento superficial del material base.
- Producido por el material de relleno, recubrimientos o fundentes utilizados.
- Emitidos por líquidos o gases presentes en los recipientes a soldar.
- Generados por desengrasantes o productos de limpieza utilizados en los materiales.



Figure 2 - Fumes and gases during welding.



Radiación

Los procesos de soldadura por arco emiten radiaciones visibles, ultravioleta e infrarroja, siendo la ultravioleta especialmente dañina para los ojos y la piel. Por otro lado, la soldadura por llama produce radiaciones similares pero de menor intensidad. En cuanto a la soldadura por resistencia, emite principalmente radiaciones infrarrojas y visibles, que son menos nocivas.



Figura 3 - Radiación durante soldadura TIG.

Proyección de ruido y partículas

El ruido en la soldadura proviene de tareas complementarias como esmerilar, picar y martillar. Algunos métodos, como la soldadura por plasma y ciertos tipos de soldadura por resistencia, pueden generar ruidos superiores a los 90 dB.



En cuanto a la proyección de partículas, estas pueden alcanzar distancias horizontales de hasta 10 metros. La combinación de estas partículas incandescentes con gases y materiales combustibles, junto con el calor generado, aumenta el riesgo de incendios. Por tanto, es fundamental trabajar en ambientes con suelos, paredes y mamparas resistentes al fuego.



Figura 4 - Proyección de partículas durante la soldadura GMAW

3. Procedimientos y actividades para proteger el medio ambiente

Para proteger el medio ambiente en el contexto de la soldadura, existen varios procedimientos y actividades que se pueden implementar. La soldadura, al ser un proceso que puede involucrar la emisión de humos, gases y otros subproductos, requiere prácticas cuidadosas para minimizar su impacto ambiental. Aquí hay algunas recomendaciones:

1. Uso de Equipos y Materiales Ecológicos:

- Prefiera equipos de soldadura que sean energéticamente eficientes.
- Utilizar materiales de soldadura con bajo contenido en metales pesados y otros elementos tóxicos.

2. Control de emisiones y ventilación:

- Implementar sistemas de extracción y filtración de humos para capturar partículas y gases nocivos.
- Asegúrese de que el área de trabajo esté bien ventilada.

3. Gestión de residuos:



- Disponer adecuadamente de los residuos generados por la soldadura, incluidos electrodos usados y restos de metal.
- Reciclar materiales siempre que sea posible.

4. Uso responsable de la energía:

- Apague el equipo de soldadura cuando no esté en uso.
- Mantener en buen estado los equipos de soldadura para garantizar la eficiencia energética.

5. Formación y sensibilización del personal:

- Capacitar a soldadores y personal relacionado en prácticas laborales seguras y respetuosas con el medio ambiente.
- Promover una cultura de responsabilidad ambiental en el lugar de trabajo.

6. Minimización de ruido:

- Utilizar técnicas y equipos de soldadura que generen menos ruido.
- Implementar barreras acústicas si fuera necesario, para minimizar el impacto del ruido en el medio ambiente.

7. Uso de técnicas de soldadura alternativas:

- Considerar el uso de técnicas de soldadura que generen menos humo y residuos, como la soldadura TIG o MIG, en lugar de métodos más contaminantes. Utilice tecnologías de soldadura que minimicen la generación de residuos, como la soldadura por fricción y agitación (FSW), que es particularmente eficaz para unir aluminio y produce menos residuos en comparación con los métodos tradicionales.

8. Inspecciones regulares y mantenimiento:

- Realizar inspecciones periódicas para garantizar que los equipos y procesos de soldadura no causen daños ambientales.
- Mantener adecuadamente el equipo para evitar fugas y otros problemas que puedan ser perjudiciales para el medio ambiente.

La implementación de estas prácticas no solo ayuda a proteger el medio ambiente sino que también puede mejorar la seguridad y la eficiencia en el lugar de trabajo.



4. Uso y manejo de materiales de soldadura

Uso y manejo de materiales de soldadura

Los procesos de soldadura, si bien son esenciales en muchas industrias, pueden tener importantes impactos ambientales y de salud debido a la naturaleza de los materiales utilizados y las emisiones generadas. A continuación se detallan puntos clave sobre el uso y manejo de materiales de soldadura:

1. Almacenamiento seguro de materiales: Los materiales de soldadura como electrodos, alambres y gases deben almacenarse de forma segura para evitar liberaciones o exposiciones accidentales. Una ventilación adecuada en las áreas de almacenamiento es crucial para evitar la acumulación de gases nocivos.
2. Eliminación adecuada de residuos: Los electrodos usados, la escoria y otros residuos de soldadura deben eliminarse de acuerdo con las normas medioambientales. Se debe considerar el reciclaje siempre que sea posible para minimizar el desperdicio.
3. Uso de equipo de protección: Los soldadores deben usar equipo de protección personal (PPE) apropiado, como respiradores y extractores de humos, para minimizar la exposición a humos y gases nocivos.
4. Capacitación y concientización: La capacitación periódica sobre manipulación, almacenamiento y eliminación segura de materiales de soldadura es esencial para garantizar la seguridad de los trabajadores y la protección del medio ambiente.

Nivel de contaminación de cada proceso de soldadura y recomendaciones.

Los diferentes procesos de soldadura emiten distintos niveles de contaminantes. A continuación se ofrece un breve resumen con recomendaciones para utilizar procesos menos contaminantes:

1. SMAW (Stick Welding): Alta emisión de humos y gases. Los electrodos de soldadura cubiertos están evolucionando para emitir menos humo y gases nocivos. Estos electrodos más limpios reducen la exposición a sustancias peligrosas y minimizan la contaminación del aire. Utilice alternativas siempre que sea posible, especialmente en espacios reducidos.



2. GMAW (Soldadura MIG): Emisiones moderadas, pero más controladas en comparación con SMAW. Considere su uso cuando se necesite precisión y control.
3. GTAW (Soldadura TIG): Baja emisión de humos. Preferido por su operación más limpia, especialmente en soldadura de acero inoxidable y aluminio.
4. FCAW (soldadura por arco con núcleo fundente): genera importantes humos, pero puede ser más eficiente que SMAW. Úselo con ventilación adecuada.
5. SAW (Soldadura por arco sumergido): Menor emisión de humos debido a la cubierta fundente, pero los residuos de escoria necesitan una eliminación adecuada.
6. Soldadura láser y ultrasónica: muy baja contaminación, ideal para requisitos de soldadura limpia y de alta precisión, aunque su aplicación está limitada debido al costo del equipo y las limitaciones de materiales.

Más información sobre este tema se puede encontrar en la Unidad de Competencia 2 (Parámetros para medir el impacto del trabajo).

A continuación te mostraremos una gráfica aproximada en la que podrás valorar la diferencia entre los distintos métodos de soldadura a la hora de generar residuos y contaminación.

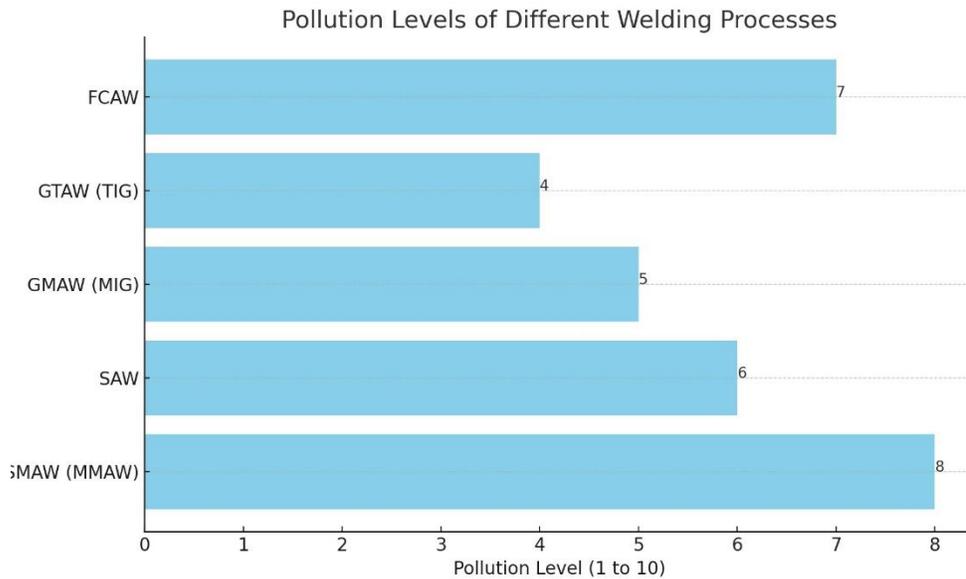


Figura 5 - Nivel de contaminación en los diferentes procesos de soldado

Conclusión y recomendación

La elección del proceso de soldadura debe considerar tanto los requisitos de la aplicación como el impacto ambiental. Siempre que sea posible, se debe dar preferencia a procesos con menores emisiones, como GTAW (TIG), láser o soldadura ultrasónica. Implementar sistemas de ventilación eficaces, utilizar materiales ecológicos y garantizar la eliminación adecuada de residuos son clave para reducir la huella ambiental de las actividades de soldadura. A medida que avanza la tecnología, buscar y adoptar técnicas de soldadura más nuevas y limpias puede contribuir significativamente a la sostenibilidad en la industria de la soldadura.

5. Reciclaje de acero al carbono, acero inoxidable y aluminio.

Acero carbono:

En los procesos de soldadura de acero al carbono, el reciclaje juega un papel clave en la gestión eficiente de los recursos. Durante la soldadura se generan desechos y recortes de acero al carbono, que pueden recolectarse para su reutilización. Estos restos, a menudo resultantes de cortes y ajustes en la fabricación de estructuras o componentes, representan una valiosa fuente de material reciclable.



El reciclaje de estos desechos de acero al carbono no solo reduce la cantidad de desechos destinados a los vertederos sino que también disminuye la necesidad de extraer nuevos recursos minerales. El acero al carbono mantiene sus propiedades estructurales después del reciclaje, lo que permite fundirlo y transformarlo en una amplia gama de nuevos productos. Este proceso de reciclaje contribuye significativamente a la sostenibilidad ambiental al reducir la huella de carbono asociada con la nueva producción de acero.

Para maximizar la eficiencia del reciclaje en la soldadura de acero al carbono, es fundamental implementar sistemas de recogida y clasificación en talleres y sitios de soldadura. Esto facilita la separación de los restos de acero al carbono de otros materiales y garantiza que se recoja la máxima cantidad posible para su reciclaje.

Acero inoxidable:

El reciclaje en la soldadura de acero inoxidable presenta sus propios desafíos y oportunidades. Dado que el acero inoxidable se utiliza en aplicaciones que van desde la construcción hasta la fabricación de utensilios de cocina y equipos médicos, los desechos y recortes generados durante la soldadura son igualmente valiosos para el reciclaje.

Una consideración importante en el reciclaje de acero inoxidable es la necesidad de clasificar adecuadamente los diferentes tipos de aleaciones. El acero inoxidable se presenta en varias composiciones, cada una con propiedades y usos específicos. Esta clasificación es crucial para mantener la calidad y las características deseadas del acero inoxidable reciclado.

Una vez recogido y clasificado, el acero inoxidable se somete a un proceso de trituración y limpieza para prepararlo para la fusión. Durante el proceso de fusión, la composición del acero inoxidable se puede ajustar agregando o quitando elementos para lograr la calidad deseada. Al igual que el acero al carbono, el reciclaje del acero inoxidable ayuda a conservar los recursos naturales y reduce la huella de carbono asociada con la producción de nuevos materiales.

La implementación eficaz de prácticas de reciclaje en la soldadura de acero inoxidable no sólo es beneficiosa desde el punto de vista medioambiental, sino que también puede ofrecer ventajas económicas al reducir la necesidad de materiales nuevos y costosos.

En resumen, tanto en la soldadura de acero al carbono como en la de acero inoxidable, el reciclaje es un elemento clave para promover la sostenibilidad y la eficiencia en la industria. Al adoptar



prácticas de reciclaje, las operaciones de soldadura pueden minimizar su impacto ambiental y contribuir a una economía más circular y sostenible.

Aluminio:

Reciclar aluminio en la soldadura es crucial tanto para la sostenibilidad ambiental como para la eficiencia operativa. El aluminio es conocido por su alta reciclabilidad porque puede reciclarse repetidamente sin perder sus propiedades físicas. Esta sección ampliada se centra en prácticas, tecnologías y estrategias específicas para mejorar la gestión del reciclaje de aluminio en los procesos de soldadura.

Prácticas específicas para el reciclaje de aluminio en soldadura:

1. Separación eficaz de residuos: como el aluminio puede contaminarse fácilmente con otros metales durante la soldadura, los sistemas eficientes de separación de residuos son esenciales. Esto incluye el uso de contenedores exclusivos para recoger restos de aluminio únicamente.
2. Recogida de Retales y Virutas: Durante la soldadura y mecanizado del aluminio se generan virutas y retales que pueden ser recogidos para su reciclaje. La implantación de sistemas de recogida en el lugar de trabajo facilita esta tarea.
3. Fusión y refinación de desechos de aluminio: los desechos de aluminio recolectados se pueden fundir y refinar para producir lingotes de aluminio. Estos lingotes se pueden utilizar para crear nuevos productos de aluminio, manteniendo la calidad y propiedades del material.

Beneficios del reciclaje de aluminio en soldadura:

1. Reducción de la huella de carbono: Reciclar aluminio requiere significativamente menos energía que producir aluminio primario, lo que contribuye a una reducción notable de las emisiones de CO₂.
2. Conservación de recursos: El reciclaje de aluminio conserva los recursos naturales y reduce la necesidad de minería y extracción.
3. Reducción de costos: el uso de aluminio reciclado puede reducir los costos de materiales para los fabricantes y talleres de soldadura.

En resumen, implementar prácticas sostenibles en el reciclaje de aluminio en los procesos de soldadura es esencial para una industria más respetuosa con el medio ambiente, eficiente en el uso de recursos y económicamente viable.



Prácticas generales de sostenibilidad en soldadura:

- Auditorías de materiales: realizar auditorías periódicas para identificar oportunidades para reducir, reutilizar y reciclar materiales.
- Capacitación Continua: Brindar educación continua al personal sobre prácticas sustentables y cómo implementarlas de manera eficiente.
- Uso de Tecnología Avanzada: Adoptar tecnologías de soldadura que minimicen la generación de residuos y mejoren la eficiencia del material.

Conclusiones

1. Equipos y materiales ecológicos: la adopción de equipos y materiales de soldadura energéticamente eficientes y con bajo contenido tóxico es crucial para la sostenibilidad ambiental.
2. Control de emisiones y ventilación adecuada: Implementar sistemas de extracción y filtración de humos para minimizar la exposición a gases y humos nocivos.
3. Reciclado de Materiales de Soldadura: Imprescindible para la reducción de residuos, mediante la recogida y reciclaje de chatarra y consumibles metálicos.
4. Prácticas de Trabajo Seguras y Responsables: Incluir capacitación y sensibilización del personal sobre prácticas de soldadura amigables con el medio ambiente.
5. Eficiencia Energética: Reducir el consumo de energía apagando el equipo cuando no esté en uso y manteniéndolo en buen estado.
6. Reciclaje de metales específicos: El acero al carbono, el acero inoxidable y el aluminio deben reciclarse adecuadamente, respetando sus propiedades y composiciones específicas para maximizar la conservación de recursos y la eficiencia energética.



References

DIRECTIVE 2009/125/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:285:0010:0035 :en:PDF> (accessed in 24/01/2024)

Gadakh, Vijay S., and Vishvesh J. Badheka. "Sustainability of fusion and solid-state welding process in the era of Industry 4.0." *Handbook of Smart Materials, Technologies, and Devices: Applications of Industry 4.0*. Cham: Springer International Publishing, 2022. 1637-1654.

González-González, Carlos, et al. "Environmental and Economic Analyses of TIG, MIG, MAG and SMAW Welding Processes." *Metals* 13.6 (2023): 1094.

Rajan, Richard. "Green welding in practice." (2015).

Rajput, Shubhangini, and Surya Prakash Singh. "Current trends in Industry 4.0 and implications in container supply chain management: a key toward make in India." *Digital India: Reflections and Practice* (2018): 209-224.

Saad, Mohammed H., Basil M. Darras, and Mohammad A. Nazzal. "Evaluation of welding processes based on multi-dimensional sustainability assessment model." *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology* 8 (2021): 57-75.

Schröder, Christian. "The challenges of industry 4.0 for small and medium-sized enterprises." *Friedrich-Ebert-Stiftung; Bonn, Germany* 7 (2016): 1-28.

The Environmental Impact: Sustainable Welding Practices in Industry. Red-D-Arc. <https://blog.red-d-arc.com/welding/environmental-sustainable-welding-practices/>

Sustainable Construction: The Environmental Impact of Welding Techniques. NexAir. <https://www.nexair.com/learning-center/environmental-impact-of-welding-techniques/>

Parte B

Reducción de residuos y materiales

OBJETIVOS

Maximizar la recuperación de materiales

Reducir los procesos de soldadura

Diferentes técnicas de soldadura y reducción de postprocesos adicionales.

Optimización de la preparación de la junta al espesor a soldar



1. Maximizar la recuperación de materiales

Eficiencia en el uso de materiales:

La importancia de utilizar técnicas adecuadas de corte y soldadura es muy importante para maximizar la utilización del material.

Esto incluye métodos para optimizar la preparación de los bordes para minimizar el desperdicio, siguiendo las indicaciones de los planos y seleccionando procesos de soldadura que maximicen el uso de material y el consumo de energía, de acuerdo con los rangos de especificaciones de los procedimientos de soldadura.

Reciclaje de residuos metálicos:

Seguir un sistema de reciclaje eficaz en el taller es obligatorio para optimizar los materiales. Esto puede incluir separar diferentes tipos de metales, optimizar los materiales y colaborar con instalaciones de reciclaje locales.



Figura 1 – A definir por Talleres Corral

2. Reducción de desperdicios en procesos de soldadura

Reutilización de materiales:

Comprender cómo identificar oportunidades para reutilizar materiales en el taller. Incluya ejemplos prácticos, como el uso de sobras para crear herramientas o artefactos útiles, o para prácticas de soldadura experimentales.

Advertencia ambiental:

Comprenda el impacto de los desechos de soldadura en el medio ambiente y cómo las prácticas sostenibles pueden hacer una contribución positiva. Seguir políticas de 'residuo cero' y promover un enfoque de responsabilidad ambiental entre pares.



Figura 2 – A definir por Talleres Corral

3. Técnicas de Soldadura y Reducción de Reparaciones

Selección de técnicas de soldadura:

Amplíe cómo las diferentes técnicas de soldadura (como MIG, TIG y arco sumergido) se adaptan a diferentes tipos de materiales y proyectos. Analice cómo la elección correcta de la técnica puede influir en la calidad de la soldadura y reducir la necesidad de retoques o reparaciones, lo que a su vez reduce el desperdicio.

Calidad sobre cantidad:

Aprender técnicas para mejorar la precisión y calidad de la soldadura. Esto incluye capacitación en control de temperatura, velocidad de soldadura y manipulación de electrodos y técnicas de manejo de gases para minimizar los defectos y la necesidad de retrabajo.



Figura 1 – A definir por Talleres Corral

4. Optimización de la preparación conjunta

Preparación conjunta eficiente:

Explore técnicas de preparación de juntas que no solo mejoran la calidad de la soldadura sino que también minimizan el consumo de energía.

Relación entre preparación conjunta y energía:

Comprender el concepto de interconexión entre las opciones de preparación de juntas y la conservación de energía en las operaciones de soldadura. Conozca los diseños de juntas que optimizan el uso del material y minimizan la necesidad de pasadas de soldadura excesivas. Enfaticé la relación entre la preparación de la unión y el aporte de calor durante la soldadura.



Figura 4- A definir por Talleres Corral

Maximizar la recuperación de materiales

Importancia de los preparativos para soldar.

Respetar la geometría de las preparaciones de las uniones soldadas es muy importante, ya que ahora se necesitan tiempos y aportes de material en la ejecución de la soldadura.

Una preparación X necesita menos metal de aportación que una preparación V.

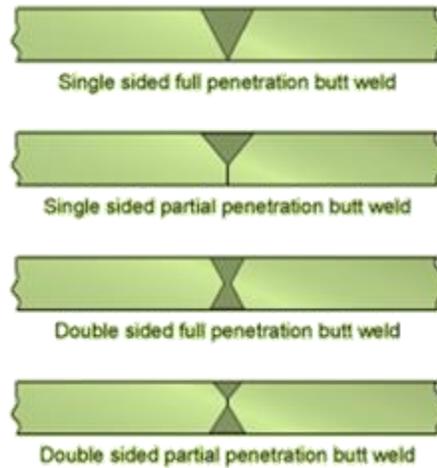


Figura 2 – A definir por Talleres Corral

Un ángulo más abierto o cerrado puede suponer falta de penetración o mayores deformaciones, lo que requeriría trabajos de reparación extra.

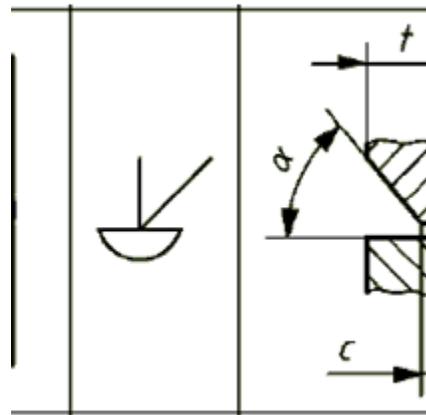


Figura 3 – A definir por Talleres Corral



Los **parámetros** de corte contribuyen a la eficiencia general del proceso de soldadura.

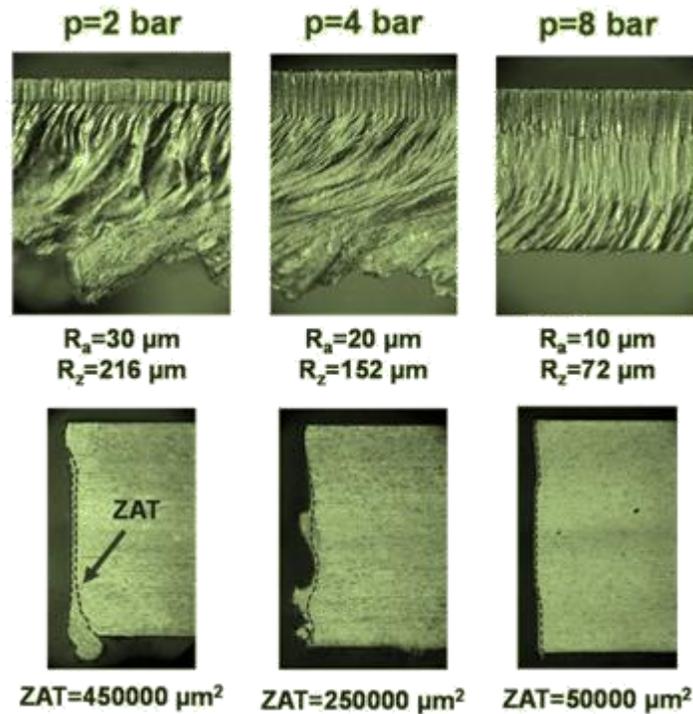


Figure 4 – A definir por Talleres Corral

Unos parámetros incorrectos de corte, pueden implicar un trabajo extra de preparación, debido a la necesidad de un rectificado adicional, lo que requiere un mayor consumo de energía y material.

Comprensión de los símbolos y dibujos de soldadura

Permite realizar uniones "a la primera", y gestionar los materiales de forma más eficiente, reduciendo el porcentaje de scrap.



Welding Symbols

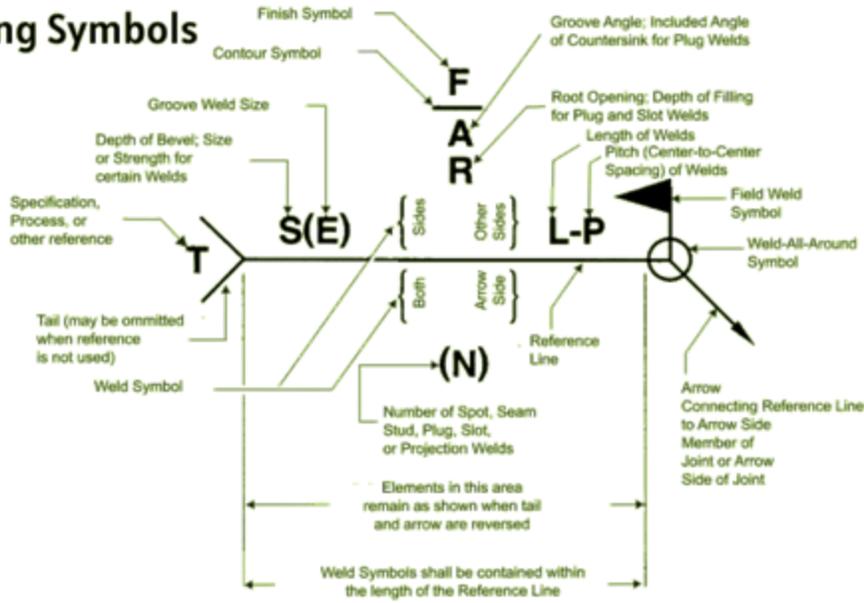


Figura 5 – Símbolos de soldadura – A definir por Talleres Corral

Es importante entender las especificaciones del proyecto, porque pueden aparecer detalles muy importantes de la ejecución de las juntas, así como tolerancias admisibles y otros detalles constructivos.

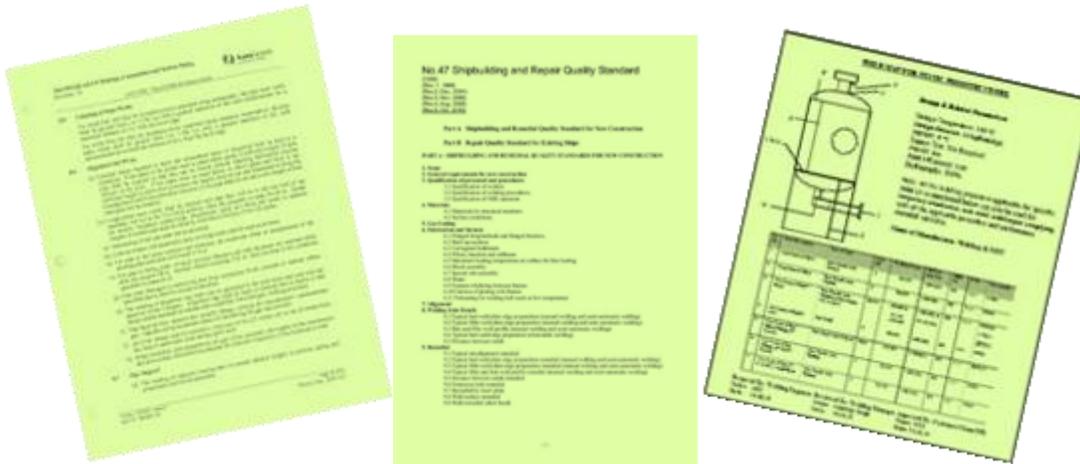


Figura 6 – A definir por Talleres Corral



Seguir una secuencia de montaje diferente o una geometría de unión incorrecta, puede provocar un mal uso del material base o reparaciones.

Reducción de desperdicios en el proceso de soldadura

Reutilización de materiales

Los cupones de soldadura para calificar procedimientos pueden extraerse de restos de material, y si no son aceptables, reutilizarse nuevamente para ensayos anteriores.



Figura 7 – A definir por Talleres Corral

Antes de comenzar la producción es importante comprobar los parámetros de soldadura de las especificaciones del procedimiento. Una buena práctica es disponer de modelos o secciones de partes sobre las que ensayar.



Figura 8 – A definir por Talleres Corral

Advertencia ambiental

El proceso de soldadura genera humos metálicos, tanto de los metales que se sueldan, de las cargas que se utilizan y de los fundentes o gases protectores que se utilizan. Estos humos, liberados al medio ambiente, pueden provocar envenenamiento del aire, la tierra y el agua, así como a las personas o animales de la zona.

La electricidad utilizada en la soldadura tiene que venir de alguna parte. Como proceso que consume mucha energía, cualquier medida que se tome para reducir el consumo de energía o hacer que la soldadura sea más eficiente desde el punto de vista energético puede ser beneficiosa para el medio ambiente, incluso si están a muchos pasos de la generación de esa energía.

La soldadura tiene muchos consumibles, muchos de los cuales tienen restos o restos que simplemente se desechan como residuos. Esto sólo roza la superficie; Un análisis exhaustivo de los procesos de soldadura muestra una amplia gama de posibles contaminantes e impactos ambientales en toda la industria.



Figura 9 – A definir por Talleres Corral

Conciencia Ambiental buenas prácticas

- *Olvídese de los trucos que le hacen sentirse bien y no generan impacto*
- *Examinar los residuos y reciclar todo lo que se pueda reciclar*
- *Elija un proceso de soldadura menos impactante*
- *Utilice la automatización para aumentar la velocidad y reducir el desperdicio*
- *Utilice un sistema de extracción de humos para evitar la liberación de contaminantes*
- *Cambiar a consumibles ecológicos*
- *Elija sistemas de soldadura energéticamente eficientes*
- *Utilice la realidad virtual para la formación de operadores*



Figura 10 – A definir por Talleres Corral

Técnicas de soldadura y reducción de Reparaciones

Selección de técnicas de soldadura

La soldadura por arco metálico protegido (SMAW) se conoce comúnmente como soldadura “STICK” y utiliza un aguijón, el mango que sostiene la varilla de soldadura.

Ventajas

1. Menor costo de equipo que GTAW, FCAW y GMAW. (No se necesita botella, manguera de gas, caudalímetro ni equipo TIG/alimentador de alambre).
2. Cambio rápido de un material a otro.



3. El proceso se presta para soldar en espacios reducidos y en diversas posiciones con pocos problemas.
4. Tasas de deposición más rápidas que el Manual GTAW
5. Fácil de trasladar de un lugar a otro. Sin alimentador de alambre ni botella.
6. No requiere gas de protección exterior y se puede utilizar al aire libre con viento ligero a medio.
7. La capacidad de doblar el electrodo y el pequeño espacio que ocupa permite que el proceso se utilice en espacios comparativamente reducidos.

Desventajas

1. Baja tasa de deposición en comparación con GMAW/FCAW.
2. El costo del metal de aportación por soldadura puede ser mayor debido a una baja eficiencia de deposición que puede variar mucho con la longitud del trozo.
3. El factor de producción suele ser menor debido a los cambios de varilla y al desprendimiento de escoria (a menos que se suelde sobre diversos materiales).
4. Necesita más coordinación ojo-mano que GMAW/FCAW.
5. Se debe eliminar la escoria en comparación con GTAW/GMAW.

La soldadura por arco metálico con gas (GMAW) se conoce comúnmente como soldadura "MIG" y utiliza una "pistola MIG" con un alimentador de alambre.

Ventajas

1. Alta eficiencia de deposición cuando se usa en ciertos modos de transferencia.
2. Sin escoria para astillar en comparación con SMAW y FCAW



3. El proceso se puede utilizar en materiales delgados con relativa facilidad, si se configura correctamente.
4. Baje el depósito de soldadura de hidrógeno con todos los electrodos.
5. Alto factor de producción ya que no es necesario eliminar escoria y utiliza un electrodo continuo.
6. Con los parámetros configurados correctamente para la aplicación, la mayoría de las personas pueden soldar después de muy poca práctica.
7. Un tamaño de electrodo determinado se puede utilizar en varios espesores de materiales de manera productiva, en comparación con SMAW y GTAW.

Desventajas

1. Requiere un alimentador de alambre, que es difícil de mover y, en ocasiones, puede representar una carga de mantenimiento o reparación.
2. Necesita gas protector, lo que dificulta la soldadura en condiciones de viento. Generalmente no es adecuado para condiciones de viento.
3. Las soldaduras fuera de posición a veces son más difíciles.
4. Mayor probabilidad de falta de fusión si no se controlan los parámetros y la técnica de soldadura.
5. Es difícil acceder al arma en lugares estrechos.

G La soldadura por arco de tungsteno con gas (GTAW) se conoce comúnmente como soldadura TIG.

Ventajas

1. La soldadura GTAW ofrece más precisión y mayor calidad en comparación con otras técnicas de soldadura.



2. Es una habilidad difícil de aprender para muchas personas porque hay que sostener el soplete en una mano y el material de relleno en la otra para obtener un resultado exitoso.
3. La soldadura GTAW utiliza un proceso más limpio y puede operar un soldador GTAW en casi cualquier posición.
4. La soldadura GTAW le permite elegir el amperaje preciso para su trabajo.
5. Puede soldar más tipos de metales y aleaciones con los procesos de soldadura GTAW.
6. Los procesos de soldadura GTAW son útiles para soldar aleaciones de cromo, aluminio, acero, aleaciones de níquel, acero inoxidable, cobre, latón y magnesio.
7. Hay menos vapores y menos humo cuando se suelda con GTAW.
8. No es necesario comprar varios gases protectores para trabajar de manera eficiente, ya que el gas argón generalmente se usa para la mayoría de las aplicaciones de soldadura GTAW.
9. El costo de un soldador GTAW es comparable al de otros métodos.

Desventajas

1. La soldadura GTAW es más cara que los otros procesos disponibles.
2. Una mala cobertura de gas puede provocar problemas de contaminación.
3. Debe comprender la polaridad correcta para sus soldaduras.
4. El sobrecalentamiento puede ser un problema importante cuando se realiza soldadura GTAW.
5. La soldadura GTAW requiere mayores habilidades y, comparativamente, es un proceso mucho más lento.



2. Calidad sobre cantidad

1. Incluye pestañas, ranuras y agujeros para cleco.

Las pestañas y ranuras reducen la necesidad de accesorios complicados al entrelazar piezas metálicas con pestañas en una pieza de metal y ranuras o agujeros en la otra. Diseñar sus piezas con pestañas y ranuras permite a los soldadores ensamblar sus piezas de manera más rápida y eficiente. También puede utilizar lengüetas y ranuras para asegurarse de que las piezas estén orientadas correctamente antes de soldarlas. Esencialmente, estos pueden servir como prueba de errores en el proceso y, al mismo tiempo, mejorar en gran medida la eficiencia de soldarlos entre sí. De manera similar, los orificios cleco también ayudan a los soldadores a ubicar la ubicación exacta para soldar las piezas, y estos orificios se pueden rellenar si es necesario.

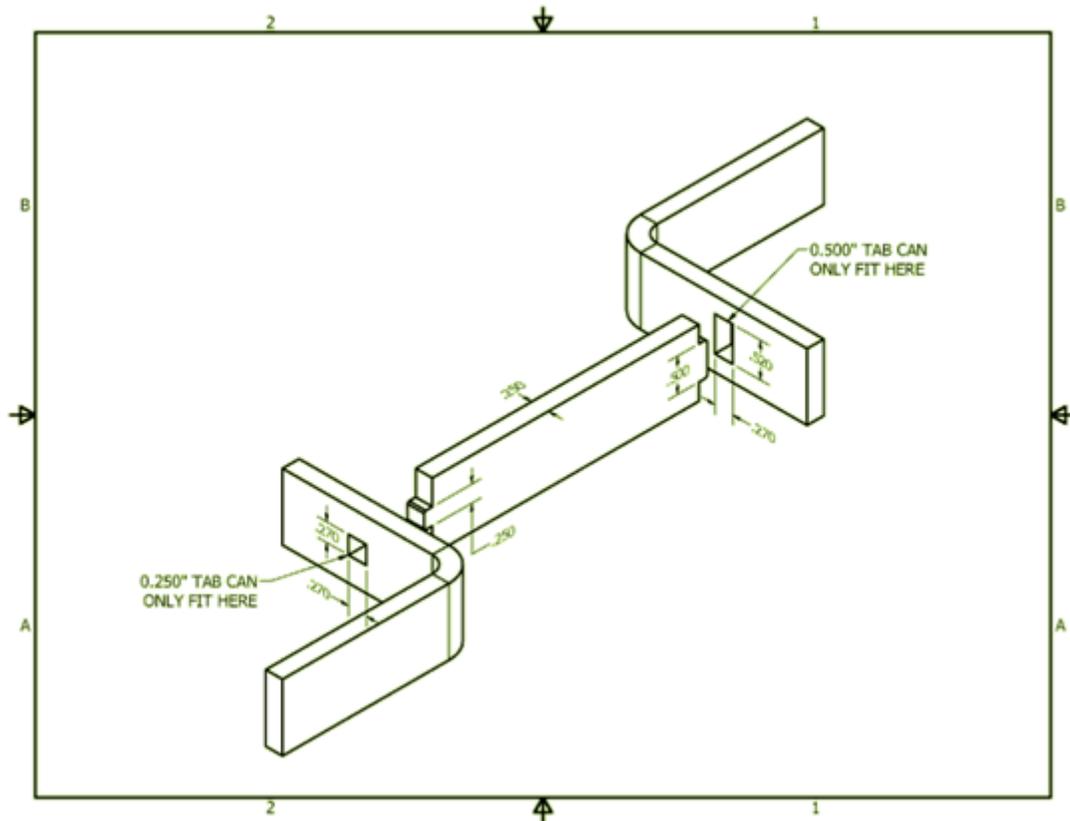


Figura 11 - To be Defined by Talleres Corral

1. *Selecciona el material adecuado para tu proyecto*

Es muy importante elegir sabiamente el material de tu proyecto.

Si cambias alguna calidad o espesor del material, es muy probable que tengas que desechar cualquier cosa que haya sido fabricada en estas condiciones.



Figura 12 – A definir por Talleres Corral

2. Reducir el tamaño de los espacios o eliminarlos por completo

Si bien existen técnicas que podemos utilizar para llenar los espacios, es mejor comenzar con los espacios más pequeños posibles para permitir una soldadura más rápida.

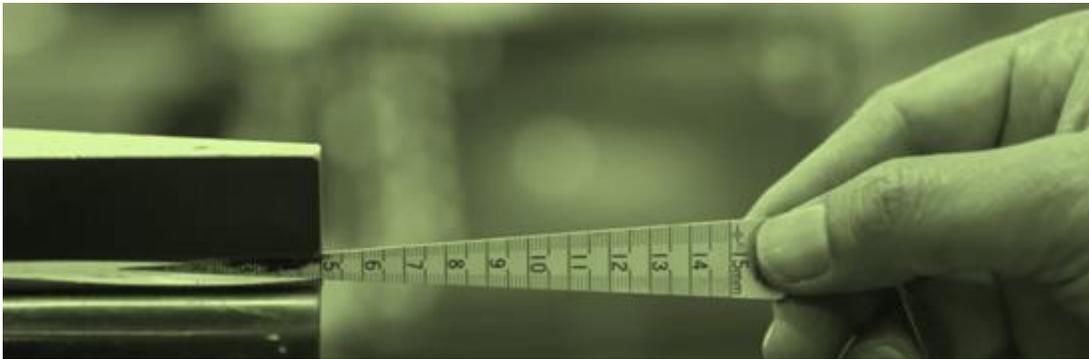


Figura 13 – A definir por Talleres Corral

4. Elija las tolerancias y la calidad adecuadas de las soldaduras

Evitar reparaciones o desguaces por no alcanzar tolerancias o criterios de calidad de aceptación.

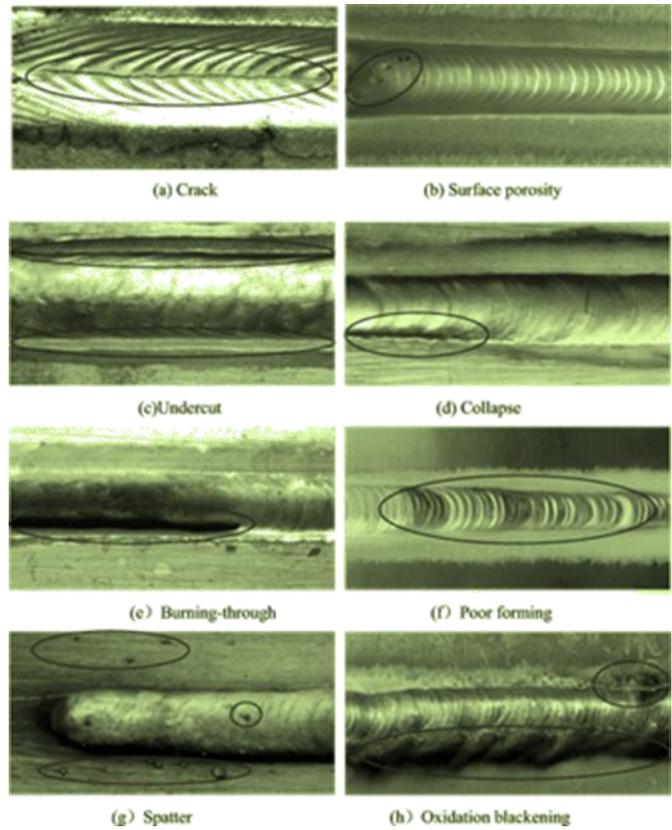


Figura 14 – A definir por Talleres Corral

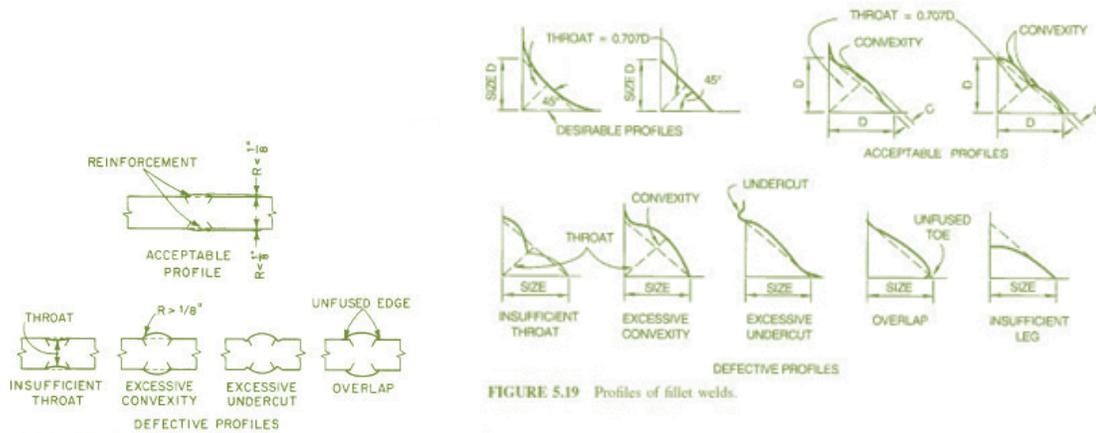


FIGURE 5.19 Profiles of fillet welds.

Figura 15 – A definir por Talleres Corral

Preparación conjunta eficiente

Reducir el volumen de metal de soldadura.



Para minimizar la distorsión, así como por razones económicas, el volumen de metal de soldadura debe limitarse a los requisitos de diseño.

Para una unión de un solo lado, la sección transversal de la soldadura debe mantenerse lo más pequeña posible para reducir el nivel de distorsión angular.

Reduciendo el volumen de metal, reduciremos el consumo de material, energía y gas.

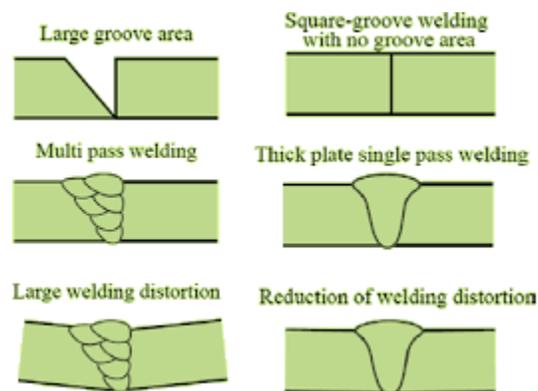


Figura 16 – A definir por Talleres Corral

Reducir el número de carreras

El grado de distorsión angular es aproximadamente proporcional al número de pasadas. Reduciendo la distorsión, reduciremos la energía para eliminar este efecto, y evitaremos la posibilidad de chatarra.

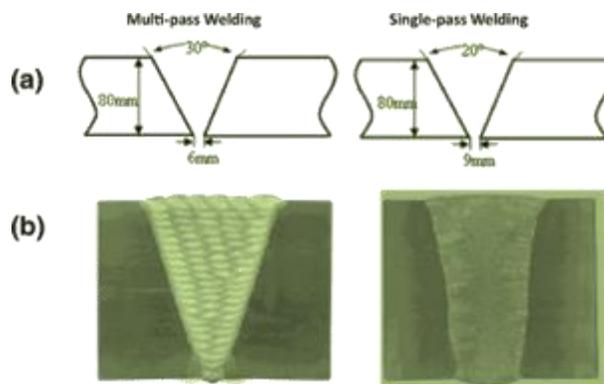


Figura 17 – A definir Talleres Corral



Relation entre preparación conjunta y energía

Los diseños de juntas eficientes juegan un papel crucial a la hora de minimizar el gasto de energía durante la soldadura. Al seleccionar configuraciones de juntas adecuadas, los soldadores pueden reducir la cantidad de material de relleno y las pasadas de soldadura necesarias. Esto no sólo ahorra energía sino que también contribuye al ahorro de costes y a un proceso de soldadura más sostenible.

La cantidad de calor necesaria durante la soldadura depende de la preparación de la junta. Soldar materiales más gruesos o utilizar diseños de juntas inadecuados puede exigir un mayor aporte de calor, lo que genera un mayor consumo de energía. Por otro lado, una preparación precisa de las juntas que coincida con el espesor del material y los requisitos de soldadura puede optimizar el aporte de calor, promoviendo la eficiencia energética.

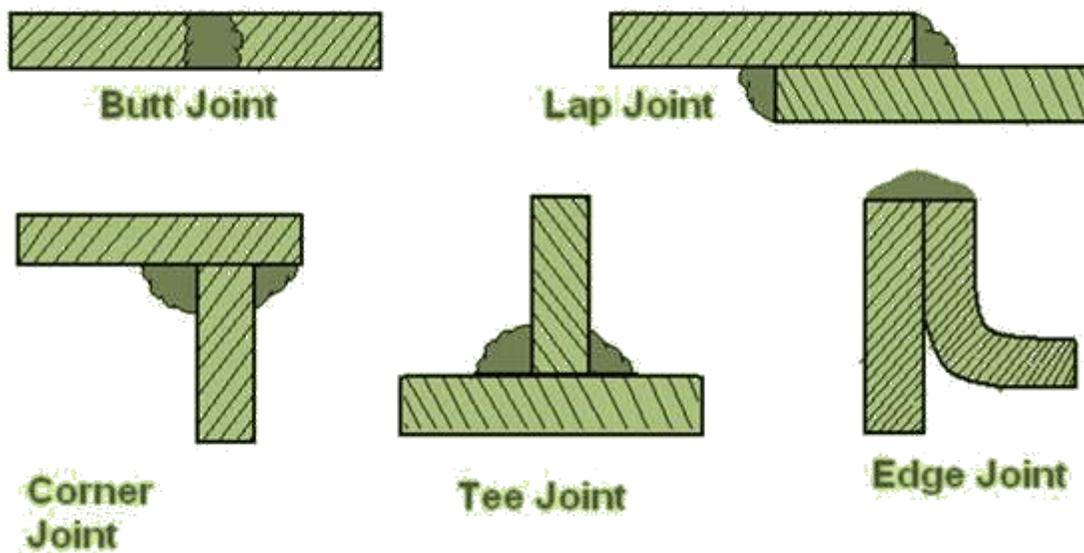


Figura18 – A definir por Talleres Corral



Referencias