


# WELDING JOURNAL

EN ESPAÑOL



ABRIL 2024



**Cómo optimizar la  
configuración de  
robots colaborativos**

**ADEMÁS:** Soldadura láser híbrida ■ Auditorías de soldadura ■ Mejore su soldadura de aluminio



***VEA LA TECNOLOGÍA QUE  
REVOLUCIONÓ EL PLASMA.***



La tecnología de plasma X-Definition® de Hypertherm representa el avance más significativo en la tecnología de corte mecanizado que haya habido jamás. Con sus capacidades ampliadas y calidad de corte mejorada, XPR® le mostrará el plasma como jamás lo ha visto antes. **Más información en [Hypertherm.com/X-Definition](http://Hypertherm.com/X-Definition).**

 **HYPERTHERM®**  
A Hypertherm Associates Brand

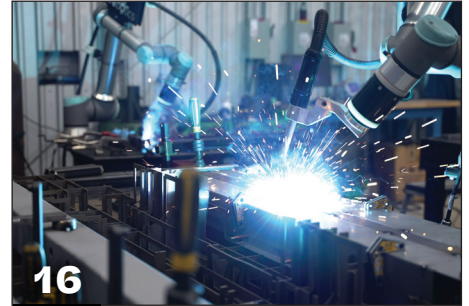


## ARTÍCULOS

### **16** Optimización del ajuste de soldadura para robots colaborativos

Descubra cómo las variables esenciales de configuración de soldadura, como los ángulos transversales y la distancia entre la punta de contacto y la pieza de trabajo afectan el rendimiento

K. Peek



### **20** Soldadura láser híbrida: El verdadero híbrido en la mente de los fabricantes

Dos expertos de la industria analizan el proceso de soldadura híbrida por láser

K. Wanamaker



### **23** ¿Qué hay en el horizonte para los estándares de la AWS?

Nuevas tecnologías y procesos renovados están mejorando estas publicaciones

A. Quiñones

### **26** ¿La ética se basa en la moral?

Una discusión sobre cómo estos principios relacionados afectan a los CWI

E. Lichtfusz



### **30** Cómo las auditorías de soldadura son una parte esencial del negocio

Se discuten los aspectos críticos de la auditoría de soldadura que involucran inspecciones, observaciones y preguntas decisivas

W. C. LaPlante

### **36** Lo que hay que saber sobre la configuración de aluminio

Para soldar aluminio con éxito, una configuración y práctica cuidadosas pueden producir resultados positivos

S. Walkowski





## SECCIONES

- 5 Editorial
- 6 Punto de vista
- 8 Norma de la AWS
- 10 Preguntas y respuestas — Soldador
- 12 Nuevos productos
- 37 Índice de anunciantes



*En portada: los robots colaborativos han ayudado a Spectrum Metalcraft, una empresa de Vortex, a aumentar las ganancias de la empresa. (Derechos de autor: Hirebotics LLC.)*

### OFFICERS

**President** Michael A. Krupnicki  
Rochester Arc + Flame Center

**Vice President** Richard L. Holdren  
Welding Consultants LLC/ARC Specialties

**Vice President** D. Joshua Burgess  
Tennessee Valley Authority

**Vice President** K. Shatell  
Pacific Gas & Electric Co.

**Treasurer** Mary Bihrlé  
Consultant

**Interim Executive Director & CEO** Robert "Bob" W. Roth  
American Welding Society

### DIRECTORS

R. Ashelford (Dist. 13), Rock Valley College  
D. E. Clark (Dist. 20), DEClark Welding Engineering PLLC  
A. Classens (Dist. 4), A. E. Classens & Associates  
J. Davis (Dist. 21), Consultant  
R. Emery (Dist. 22), College of the Sequoias  
M. Hanson (Dist. 15), Compass Electronics Solutions  
R. E. Hilty (Dist. 7), Hilty Sign & Fabrication Co.  
T. S. Holt (Dist. 18)  
V. Kuruvilla (Dist. 17) Lexicon Inc.  
J. Jones (Dist. 16), Evergy Inc.  
T. Jumper (Dist. 14), Lewis and Clark Community College  
T. Kinnaman (Dist. 1), T. C. Kinnaman Welding Solutions  
T. Kostreba (Dist. 10), Erie High School

D. H. Lange (Dist. 12), Northeast Wisconsin Tech. College  
S. Moran (Dist. 3), General Dynamics Electric Boat  
W. F. Newell (At Large), Euroweld Ltd.  
C. E. Pepper (Dist. 9), C. E. Pepper & Associates  
D. Peterson (Dist. 5), Central Maintenance and Welding  
N. Peterson (At Large), Miller Electric Mfg. LLC  
W. R. Polanin (Past President), WRP Associates  
S. Raghunathan (At Large), Saudi Aramco  
M. Rotary (Dist. 11), ZF Motorsport  
L. E. Showalter (At Large), Newport News Shipbuilding  
M. M. Skiles (At Large), Consultant  
R. H. Stahura (Dist. 6), ESAB Welding & Cutting Products  
K. Temme (Dist. 2)  
J. Thompson (Dist. 8), Consultant  
B. Towell (Dist. 19), Industrial Inspection & Services LLC  
H. J. Wolf (At Large), Madison Area Technical College

### WELDING JOURNAL en Español

**Editor** Carlos Guzman

### WELDING JOURNAL

**Publisher/Editor** Annette Alonso

### Editorial

**Managing Editor** Kristin Campbell

**Sr. Editor** Cindy Weihl

**Education Editor** Roline Pascal

**Associate Editor** Alexandra Quiñones

**Associate Editor** Brent Wiggins

**Peer Review Coord.** Brenda Flores

**Peer Review Editor** Thomas J. Lienert

**Publisher Emeritus** Jeff Weber

### Design and Production

**Managing Editor, Digital and Design** Carlos Guzman

**Production Manager** Zaida Chavez

**Assistant Production Manager** Brenda Flores

### Advertising

**Senior Sales Executive** Scott Beller

**Manager, Sales Operations** Lea Owen

### Subscriptions

**Subscriptions Representative** Giovanni Valdes

[gvaldes@aws.org](mailto:gvaldes@aws.org)

### aws.org

8669 NW 36 St., # 130, Miami, FL 33166-6672

(305) 443-9353 or (800) 443-9353

La AWS valora la diversidad, defiende prácticas equitativas e invita a sus miembros a establecer una cultura en la comunidad de soldadura para aprender y celebrar las diferencias entre las personas. La AWS reconoce que un compromiso de diversidad, igualdad e inclusión es esencial para alcanzar la excelencia en la Asociación, sus miembros y empleados.

*Welding Journal en español* (ISSN 2155-5559 impresa/print) (ISSN 2689-064X en línea/online). Lectores del *Welding Journal en español* pueden hacer copias de artículos para uso personal, educacional, e investigación, pero este contenido no se puede vender. Favor indicar crédito apropiado a los autores de los artículos. No obstante, los artículos marcados con asterisco (\*) tienen derechos reservados y no se pueden copiar. Para más información, favor contactar a nuestro departamento editorial



## Fortalecimiento de la experiencia del voluntariado y la gobernanza de la junta directiva

Asumir el rol de presidente de la AWS me entusiasma y me causa un profundo sentimiento de responsabilidad. Es un privilegio dirigir un comité ejecutivo talentoso y una junta directiva diversa de profesionales dedicados de la industria quienes, junto con el equipo, trabajarán para mejorar el valor de la AWS para sus miembros y constituyentes industriales. Desde que mi padre me trajo por primera vez a una reunión de Sección en 1985, ser voluntario activo de la AWS ha sido algo básico de mi carrera.

Hay dos temas muy importantes para mí que serán el centro de mis esfuerzos: fortalecer la experiencia del voluntariado y brindar una sólida gobernanza de la junta. Creo firmemente que integrar estos dos principios a nuestra cultura organizacional asegurará una fuente continua de voluntarios talentosos en todos los niveles y liderazgo efectivo a nivel de la junta.

### Mejorando la experiencia del voluntariado

Los voluntarios son el alma de la AWS. Nuestros voluntarios escriben nuestros códigos y dirigen nuestras Secciones. Ellos aportan pasión, diferentes destrezas, y un comité inquebrantable. Asegurar una experiencia positiva y enriquecedora del voluntariado es crucial para atraer y conservar a personas dedicadas. Junto con la mesa directiva y el equipo, encabezaré iniciativas para mejorar esta experiencia.

Nuestros comités técnicos escriben los códigos y los estándares que mantienen seguro al público, y brindan un importante flujo de ingresos. Seguiré trabajando con nuestro equipo para hacer que el voluntariado en estos comités sea fácil, cómodo y personalmente gratificante. Reconocemos que hay competencia por el talento del voluntariado y que facilitar la mejor experiencia posible es esencial para nuestro éxito. Es vital brindar las mejores herramientas para reuniones híbridas efectivas y eficientes, y utilizar la tecnología de comunicación más moderna.

Las secciones les brindan a nuestros miembros la oportunidad de reunirse localmente para aprender, hacer contactos y compartir experiencias agradables. Nuestra junta y equipo seguirán desarrollando programas que ayuden a nuestros voluntarios locales a dirigir sus Secciones exitosamente, y que les brinden ideas y herramientas para crear eventos de Sección atractivos. Me considero una “persona de Sección” y me comprometo a ayudar al desarrollo de nuestras Secciones.

### Brindar una sólida gobernanza de la junta directiva

Una gobernanza efectiva de la junta implica brindarle al equipo dirección estratégica, recursos y una buena supervisión. El éxito a largo plazo de la Sociedad requiere que nuestra junta de voluntarios destaque en estas actividades. Para asegurar que nuestra junta funcione a todo su potencial, me concentraré en fortalecer la gobernanza de nuestra junta con transparencia, capacitación y enfoque estratégico.

Una comunicación transparente genera confianza entre el personal de la AWS y la Junta de Gobierno. En conjunto con el equipo, trabajaré para fortalecer la transparencia al interior de nuestra junta asegurando que la información fluya abiertamente, que las decisiones se comuniquen adecuadamente, y que a los miembros se les informe sobre la dirección estratégica de nuestra organización.

Todas las personas que forman parte de la Junta de la AWS son extraordinariamente exitosas en sus profesiones. Sin embargo, formar parte de una junta nacional grande como la nuestra requiere conjuntos de destrezas únicos. Mi plan es iniciar capacitación formal dada por profesionales que se especializan en formar mejores juntas. Al integrar la capacitación de gobernanza de la junta a nuestras prácticas regulares, podemos lograr nuestro máximo potencial.

Para sortear los retos y oportunidades que se nos presentan, es imperativo que las Juntas actual y futuras de la AWS se enfoquen en cuestiones estratégicas. Imagino una junta que pueda explorar las oportunidades de la industria, debatir de manera eficiente las mejores opciones, y luego tomar con determinación las decisiones estratégicas necesarias para mantener vigente a la AWS.

Espero con ansias ser su presidente 2024. Pondré toda mi experiencia junto con la sabiduría del comité ejecutivo, la junta y nuestro equipo dedicado para hacer de 2024 un año de progreso. [WJ](#)



**Michael Krupnicki**  
Presidente de la AWS

**“Hay dos temas muy importantes para mí que serán el centro de mis esfuerzos: fortalecer la experiencia del voluntariado y brindar una sólida gobernanza de la junta. Creo firmemente que integrar estos dos principios a nuestra cultura organizacional asegurará una fuente continua de voluntarios talentosos en todos los niveles y liderazgo efectivo a nivel de la junta”.**



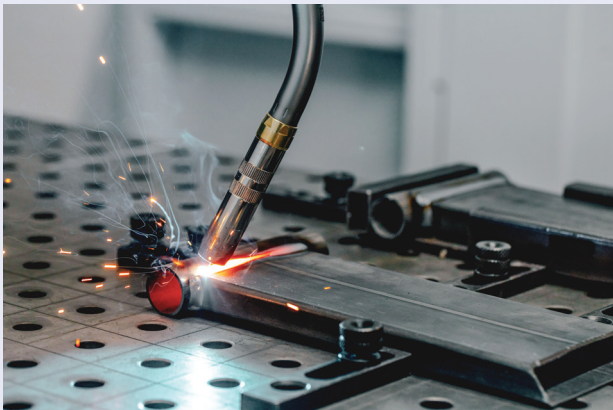
# Por qué los fabricantes siguen optando por la soldadura por arco automatizada

Una buena parte de mi trabajo consiste en visitar compañías de fabricación y manufactura por todo Estados Unidos, Canadá y México. En los últimos tres años he visitado más de 40 instalaciones diferentes, y un denominador común que he observado es que las compañías están optando por la automatización de la soldadura o, al menos, están considerando invertir en soldadura automatizada. Compañías de todos tamaños, desde talleres pequeños con 30 empleados hasta grandes fabricantes de equipo original (OEM, por sus siglas en inglés) se están subiendo al tren de la soldadura por arco automatizada. ¿Pero por qué

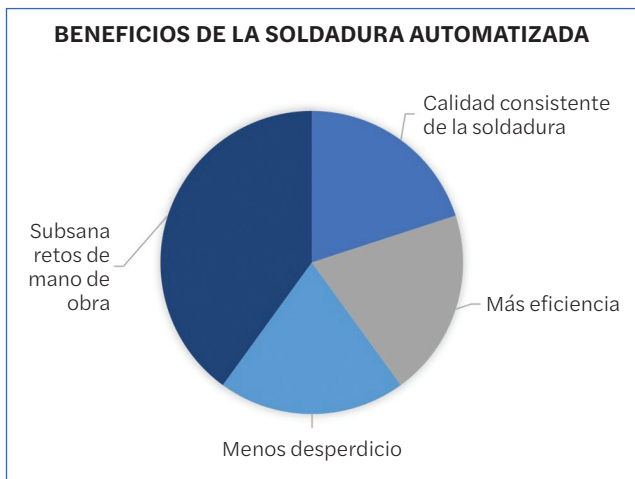
hay tantos fabricantes norteamericanos automatizando su soldadura por arco? El proceso de soldadura automatizada tiene sus beneficios: calidad consistente de la soldadura, más eficiencia, menos desperdicio, y un menor costo por parte. Sin embargo, la razón más importante de que los fabricantes estén automatizando su soldadura es la mano de obra.

## Demanda de profesionales de soldadura

De acuerdo con la AWS, la demanda de profesionales de soldadura en los próximos años es así: se espera que se



*En las fotos se muestra la soldadura por arco automatizada y una pieza terminada.*



*Los beneficios de la soldadura automatizada se describen en esta imagen.*

necesitarán 360,000 nuevos profesionales de soldadura para 2027; 90,000 es el número promedio de trabajos de soldadura que necesitan llenarse anualmente entre 2023-2027; y más de 155,000 soldadores se están acercando al retiro (Ref. 1).

Entonces, ¿cómo resolvemos la demanda de profesionales de soldadura? Es aquí donde la automatización del proceso de soldadura por arco tiene su ventaja. A veces a esta solución le surgen las siguientes objeciones: “no se pueden poner robots en una tubería. Mis partes son demasiado complejas para un robot. No puedo pagar equipo de soldadura robótica. ¿Dónde voy a encontrar a alguien que opere estos robots?”.

Entiendo el origen de estas preocupaciones. Siempre va a haber necesidad de personas en la industria de la soldadura. No todas las partes son viables para soldadura robótica. Una gran ventaja de hacer soldadura manual es que los humanos son flexibles, y pueden usar su ingenio y experiencia para soldar trabajos muy complejos.

La soldadura manual además tiene la ventaja de que se puede soldar casi cualquier cosa que llegue a su taller, así que, ¿por qué debería optar por un proceso de soldadura automatizada? Aparte de las preocupaciones por escasez de mano de obra, la soldadura automatizada reditúa. Sí, la inversión inicial es alta, pero ese costo se compensa con la velocidad, la eficiencia y la calidad consistente que aporta un sistema automatizado.

Considere el salario promedio de un soldador en Illinois, donde resido. De acuerdo con el Economic Research Institute (Instituto de Investigación Económica), los soldadores aquí ganan alrededor de \$60,000 al año (Ref. 2). Los fabricantes pagan atención médica, dental, visual y muchos otros

beneficios también, todos los cuales pueden costarle a una compañía, en promedio, unos \$13/hora por trabajador, de acuerdo con la Bureau of Labor Statistics (Oficina de Estadística Laboral) (Ref. 3). No estoy diciendo que esto sea algo negativo; el valor del trabajo que brindan los soldadores a sus compañías vale el costo. Mi argumento es que un sistema automatizado, a pesar de ser caro en un principio, resulta en una mejor inversión.

## Considere los cobots

A diferencia de un robot industrial tradicional, el cual, como escribí en este artículo, puede costar abajo de \$100,000, la siguiente generación de equipo de soldadura robótica que utiliza robots colaborativos (cobots) tiene un precio más razonable. Estos sistemas de cobot son de fácil aprendizaje, entre otros beneficios. Diría que la inversión vale la pena.

Además, hay muchas opciones de sistemas de soldadura con cobot disponibles en el mercado. Muchas compañías de máquinas herramienta han empezado a hacer sus propias versiones de una unidad de soldadura con cobot, e incluso compañías de soldadura tradicional han empezado a hacer sistemas de soldadura con cobot.

## Una última reflexión

El finado industrial Henry Ford dijo, “si usted necesita una máquina y no la compra, al final de cuentas descubrirá que la pagó y no la tiene”. Siempre habrá necesidad de que algunos procesos de soldadura se hagan manualmente, y con todo el trabajo disponible, ahora es un excelente momento para ser soldador. Sin embargo, automatizar su proceso de soldadura es el cambio correcto si la tecnología es adecuada para sus necesidades. Los beneficios superan en mucho el costo inicial de un sistema de soldadura automatizada gracias al desempeño probado de estos sistemas. WJ

## Referencias

1. AWS, Electronic References. Consultado el 18 de diciembre de 2023, en [weldingworkforcedata.com](http://weldingworkforcedata.com).
2. Economic Research Institute, salario de un soldador en Illinois, Estados Unidos. Consultado el 18 de diciembre de 2023, en [erieri.com/salary/job/welder/united-states/illinois](http://erieri.com/salary/job/welder/united-states/illinois).
3. U.S. Bureau of Labor Statistics, Costo del empleador por compensación del empleado – Septiembre 2023. [bls.gov/news.release/pdf/ecec.pdf](https://www.bls.gov/news.release/pdf/ecec.pdf).

**PAX ALVAREZ** ([pax.alvarez@trumpf.com](mailto:pax.alvarez@trumpf.com)) es ingeniero de aplicaciones de TRUMPF Inc. Smart Factory, Hoffman Estates, Ill.



# ¿Qué impulsa a los comités automotrices de la AWS?

*Conozca todo acerca de los grupos D8 y de cómo puede usted contribuir*



Este artículo sobre la Acción de los Estándares se concentra en el Comité D8 de la AWS sobre Soldadura Automotriz y sus subcomités. Continúe leyendo y conozca más sobre su importancia en la industria automotriz y sobre las oportunidades de voluntariado.

## **En el asiento del pasajero con el comité D8 de la AWS**

El Comité D8 de la AWS sobre Soldadura Automotriz es una fuerza impulsora en la industria automotriz, que da forma al panorama de la soldadura y promueve la eficiencia y la

innovación. Con varios subcomités concentrándose en procesos específicos, como la soldadura por arco, la soldadura de puntos por resistencia, la soldadura láser, y la soldadura por fricción-agitación, el comité cubre todos los aspectos de la soldadura en el sector automotriz.

Nuestros estándares de la AWS publicados, que incluyen la siguiente lista, demuestran un compromiso para asegurar soldaduras de la más alta calidad en la industria automotriz:

- *AWS D8.1M:2021, Specification for Automotive Weld Quality – Resistance Spot Welding of Steel* (Especificación para la calidad de soldadura automotriz – Soldadura de puntos por resistencia de acero)
- *AWS D8.2M:2017, Specification for Automotive Weld Quality – Resistance Spot Welding of Aluminum Materials* (Especificación para la calidad de la soldadura automotriz – Soldadura de puntos por resistencia de materiales de aluminio)
- *AWS D8.8M:2021, Specification for Automotive Weld Quality – Arc Welding of Steel* (Especificación para la calidad de la soldadura automotriz – Soldadura por arco de acero)
- *AWS D8.9M:2022, Test Methods for Evaluating the Resistance Spot Welding Behavior of Automotive Sheet Steel Materials* (Métodos de prueba para evaluar el comportamiento de la soldadura de puntos por resistencia de materiales automotrices de chapa metálica)
- *AWS D8.10M:2021, Specification for Automotive Weld Quality – Laser Beam Welding of Steel* (Especificación para la calidad de la soldadura automotriz – Soldadura láser para acero)
- *AWS D8.14M:2017, Specification for Automotive Weld Quality – Arc Welding of Aluminum* (Especificación para la calidad de la soldadura automotriz – Soldadura por arco de aluminio)

## Importancia de los subcomités

Descubra en qué están concentrados nuestros subcomités, operando bajo la guía del Comité D8 de la AWS.

**D8C.** El subcomité D8C de la AWS sobre Soldadura Automotriz por Arco se concentra en desarrollar estándares para la soldadura por arco de partes de acero y aluminio en la industria automotriz. Sus estándares, que incluyen AWS D8.8M y AWS D8.14M, son utilizados y citados ampliamente en la comunidad automotriz, formando la base para programas de calidad con fabricantes de equipo original y proveedores Tier.

**D8D.** El Subcomité D8D de la AWS sobre Soldadura Automotriz de Puntos por Resistencia desarrolla estándares para la soldadura por resistencia de la industria automotriz. Sus estándares, que incluyen AWS D8.1M:2021, AWS D8.2M:2017,

y AWS D8.9M:2022, son referencias esenciales en la comunidad automotriz, y son esenciales para muchos programas de calidad.

**D8E.** El Subcomité D8E de la AWS sobre Soldadura Automotriz Láser se destaca como un importante contribuyente al progreso de la industria de la soldadura automotriz. Responsable de bosquejar AWS D8.10M:2021, este subcomité ha mostrado un compromiso con las soldaduras de alta calidad. Partiendo de esta base, actualmente se está emprendiendo una nueva labor con la creación de AWS D8.11M, *Specification for Automotive Weld Quality – Laser Beam Welding of Aluminum* (Especificación para la calidad de la soldadura automotriz – Soldadura Láser de Aluminio). El trabajo del subcomité tiene un papel fundamental para asegurar la integridad de las prácticas de soldadura láser en el sector automotriz, dándole forma a sus futuros estándares.

**D8H.** El Subcomité D8H de la AWS sobre Soldadura Automotriz por Fricción-Agitación está trabajando activamente con miras en la publicación de AWS D8.17M, *Specification for Automotive Weld Quality – Friction Stir Welding* (Especificación para la calidad de la soldadura automotriz – Soldadura por fricción-agitación). La dedicación de este subcomité al avance de la tecnología de la soldadura por fricción-agitación en el campo automotriz es evidente. Con el desarrollo de estándares integrales, su objetivo es mejorar la calidad y la confiabilidad de las aplicaciones de soldadura por fricción-agitación en la industria.

El unirse a cualquiera de estos subcomités les brinda a los profesionales y adeptos de la soldadura una oportunidad de contribuir activamente a la evolución de la tecnología de la soldadura en el sector automotriz.

Nuestro comité invita a los profesionales automotrices y a los adeptos de la soldadura a unirse a sus filas. Al volverse miembros, las personas tienen la oportunidad de aprender de los expertos industriales, contribuir al desarrollo de estándares de soldadura, y dar forma al futuro de la soldadura automotriz. El Comité Principal D8 está buscando voluntarios con intereses específicos, en particular educadores, personas con interés general, y usuarios.

Si usted está interesado en unirse, por favor contacte a Mario Diaz, gerente de programa, Desarrollo de Estándares de la AWS, [mdiaz@aws.org](mailto:mdiaz@aws.org). También puede visitar [aws.org/standards/committees](http://aws.org/standards/committees).

Juntos, promoveremos una comunidad dedicada a la excelencia y al progreso en la industria automotriz. [WJ](#)

### HASSAN GHASSEMI-ARMAKI

([hassan.ghassemi-armaki@gm.com](mailto:hassan.ghassemi-armaki@gm.com)) es presidente del Comité D8 de la AWS e investigador titular en General Motors Research & Development, Northville, Michigan.



POR JASON BECKER

## P: ¿Qué proceso de soldadura debo usar para aplicaciones de acero suave?

**R:** Seleccionar el proceso apropiado de soldadura es un dilema común, especialmente para nuevos soldadores y compañías que manejan diversas opciones de soldadura. A continuación se presenta una guía para el proceso de toma de decisiones para elegir el mejor método de soldadura.

## Considere el ambiente de la soldadura

El primer factor crucial para identificar cuándo seleccionar un proceso de soldadura es el ambiente en el cual se hará la soldadura. Pregúntese, “¿la soldadura ocurrirá dentro de un taller o afuera?” La ubicación del trabajo de soldadura es una consideración fundamental. En la mayoría de los casos, los proyectos de soldadura en exterior, donde factores ambientales como el viento tienen un papel significativo, elija soldadura por arco con electrodo metálico revestido (SMAW) o soldadura por arco con electrodo con núcleo de fundente auto protegida (FCAW-S), debido a su adaptabilidad a condiciones externas. En situaciones específicas donde el viento puede mitigarse, la soldadura por arco con electrodo de tungsteno

protegida con gas (GTAW) también puede ser una opción, especialmente cuando no se requieren altos volúmenes de soldadura.

## Evalúe el espesor del material

El segundo factor es el espesor del material. Al soldar en exterior, la soldadura SMAW o la FCAW-S son opciones

viabiles. Sin embargo, para aplicaciones de soldadura en interior, el espesor del material se vuelve un factor crítico en el proceso de toma de decisiones. Para espesores de material mayores a  $\frac{5}{16}$  pulgadas, no se recomienda la soldadura por arco con electrodo metálico protegida con gas (GMAW) usando el modo de corto circuito, debido a que es propensa a fusión incompleta y debe



Jason Becker inspecciona la pasada de cubierta en un tubo de 24 pulgadas para una competencia de soldadura en Weld Tube en Houston, Texas.



Jason Becker hace una soldadura FCAW-G para desarrollar un registro de calificación de procedimiento.

eliminarse como opción. Si el material es menor a  $\frac{5}{16}$  pulgadas de espesor, puede recomendarse la GMAW de corto circuito. Para materiales más gruesos, es aconsejable cambiar a una aplicación de rocío o rocío pulsado.

### Determine la posición de la soldadura

La tercera consideración es la posición de la soldadura. Recomiendo soldar en la posición plana u horizontal siempre que sea posible, debido a su facilidad de control. Sin embargo, a veces puede requerirse soldar en posiciones vertical o sobre la cabeza. En estas situaciones, la GMAW de transferencia por rociado no es la opción ideal, debido a que es difícil controlar el charco de soldadura fuera de posición. Además, muchos talleres carecen del equipo necesario para el modo de rociado pulsado de transferencia de metal. En tales casos, la soldadura

por arco con electrodo con núcleo de fundente protegida con gas (FCAW-G) surge como una alternativa práctica.

### Ventajas de la FCAW-G

La soldadura FCAW-G ofrece varias ventajas para soldar acero suave:

1. Adecuada para materiales de chapa metálica de  $\frac{1}{8}$  de pulgada de espesor en adelante.
2. Requiere equipo básico capaz de un voltaje constante y argón al 75-85% con balance de  $\text{CO}_2$ .
3. Es apta para soldar en todas las posiciones con facilidad.
4. Exhibe velocidades de deposición impresionantes.
5. Amigable con el operador, lo que la hace accesible para soldadores con diferentes niveles de destreza.
6. Produce una excelente apariencia del cordón, lo que mejora la estética general de la soldadura.

### Conclusión

Seleccionar el proceso de soldadura adecuado para aplicaciones de acero suave implica considerar factores como el ambiente de la soldadura, el espesor del material y la posición de la soldadura. Mediante una evaluación minuciosa de estos elementos, usted puede tomar decisiones informadas que darán como resultado proyectos de soldadura exitosos y eficientes, al mismo tiempo que asegura la integridad y la apariencia de sus soldaduras. [WJ](#)

**JASON BECKER** es CWI y CWE de la AWS, consultor, y propietario y operador de Weldworks Training Center and Underground Metal Works en Orlando, Florida. Becker también es el presentador de *Arc Junkies Podcast*. Ha estado soldando y fabricando por más de 26 años. Puede mandar sus preguntas a Becker a nombre de *Welding Journal*, 8669 NW 36 St., #130, Miami, FL 33166-6672, o al correo electrónico [show@arcjunkies.com](mailto:show@arcjunkies.com).

**COR-MET**®

## Varilla COR-MET QWP recubierta con fundente para TIG

Elimine la necesidad de purga y respaldo de gas para la soldadura de tuberías TIG. La varilla QWP recubierta con fundente para TIG forma una escoria en la parte posterior de la tubería que protege la soldadura de la oxidación.

Llámenos con sus requerimientos especiales de química y diámetro.

Grados disponibles  
308H, 308L, 309L, 316L,  
347, 16-8-2, 2209, 625, 82,  
B2, B3, B6, B8, B91

Hecho por COR-MET INC., Brighton, Michigan, USA 1800-848-2719  
[www.cor-met.com](http://www.cor-met.com) | [sales@cor-met.com](mailto:sales@cor-met.com)



## NUEVOS PRODUCTOS

### Pistola de GMAW disponible en modelo de 500 - A



La línea de productos de antorcha de alto desempeño PowerBall® se expandió con la pistola para soldadura por arco con electrodo metálico protegida por gas (GMAW) de 500 A. Esta pistola enfriada por aire se destaca en aplicaciones de uso rudo al mismo tiempo que el diseño del producto con conductividad optimizada ofrece una vida más larga de los consumibles y enfriamiento para confort del operador.

Una trayectoria de corriente totalmente de cobre brinda una buena transferencia de corriente. Es ideal para fabricación de equipo pesado, construcción naval y otras aplicaciones de fabricación pesada. Además, se ofrece un ciclo de trabajo del 100% con gas mezclado (Ar/CO<sub>2</sub> 99/10) a 500 A con la opción de cable de puenteo del producto en su lugar. Las guías de antorcha tienen un diseño patentado con una guía de alambre elíptica para una alimentación fácil del alambre, junto con un recubrimiento de patente propia que resiste la corrosión en ambientes exteriores.

ELCo Enterprises Inc.  
wire-wizard.com

### Guantes para soldadura que vienen en dos líneas de productos

Estos guantes para soldadura mantienen las manos seguras durante la soldadura. Éstos fueron desarrollados con los estándares de integridad y seguridad de diseño de la compañía así como con materiales de



alta calidad para una funcionalidad mejorada. Los guantes vienen en dos líneas de precio: una línea Pro hecha con materiales de alto grado con características de productos con punto protección y funcionalidad, y una línea Craft de guantes de protección para soldadura. Ambas líneas están hechas para soldadores de ambos géneros y vienen en una amplia gama de tamaños.

Kemppi  
kemppi.com

# Proveedor de Soluciones

Para sus soluciones en soldadura, corte y control de gas



Te esperamos en nuestro próximo show

FABTECH Booth No. W3314



Genstar Technologies 909.606.2726 | gentec.com |

f i in X @genstartech

## Máquinas para soldar motorizadas que ayudan a reducir costos de combustible

Las máquinas 330 Trailblazer® son 86 libras (39 kg) más ligeras y 13% más pequeñas que los modelos anteriores. Además, conllevan menores costos de combustible y menos ruido. Los operadores pueden ajustar los parámetros de soldadura para resultados ideales debido a una nueva interfaz digital de usuario y controles fáciles de usar. Las máquinas ofrecen hasta 330 A a 31 V y un ciclo de trabajo del 100%, por lo que las operaciones pueden alcanzar velocidades de deposición altas usando alambre con núcleo fundente de un diámetro mayor y ranurar materiales más gruesos. Los usuarios además obtienen más control con la soldadura pulsada por arco con electrodo de tungsteno protegida con gas. Los ajustes de inducción brindan un control preciso para aplicaciones de alambre con núcleo fundente. La tecnología actualizada Auto-Speed™ ajusta automáticamente la velocidad del motor para



adaptarse a cualquier carga. La potencia Excel™ alimenta potencia de corriente alterna auxiliar a velocidades en vacío más silenciosas, con ahorro de combustible, mientras que un control de interfaz inalámbrico permite la operación completa del panel frontal desde cualquier lugar en el sitio de trabajo. Los beneficios adicionales incluyen tecnología ArcReach®, tecnología de compensación de longitud de cable (CLC™) y calibración de cable de soldadura, tecnología Auto-Set™, auxiliar de arranque/carga de batería, e inversión de polaridad.

Miller Electric Mfg.  
millerwelds.com

## PIEZAS ORIGINALES DENGENSHA



Mantenga su equipo funcionando de manera fluida, con más eficiencia y con mayor duración.

### Consumibles & Partes de Refaccionamiento

- Partes para pedestales/Soldadura por resistencia
- Partes para alimentadores de tuerca
- Partes para alimentadores de tornillo
- Partes para pistolas de soldadura



dengensha.com  
477-226-9327  
ventas@dengensha.com

DESDE 1935



**LA MARCA PARA LA INDUSTRIA**

**NUEVA TECNOLOGÍA  
NUEVA IMAGEN  
MAYOR PODER**



Sé parte de la  
**EVOLUCIÓN**  
**WESTON**  
TOOLS

y conoce la nueva imagen de nuestros equipos en el stand #2030/2034 en **FABTECH**

52 1 33 2390 5638 info@westontools.com.mx  
www.westontools.com.mx  
f/WestonToolsMX i/westontools  
WESTON TOOLS @westontoolsocial



## Hojas bimetalicas para sierra de cinta, adecuadas para corte estructural



Las hojas bimetalicas para sierra de cinta TENNAX™-PRO, diseñadas para cortar tubos estructurales, conductos, perfiles y formas industriales complicadas en piezas individuales y en grupos, ofrecen menos ruido y vibración así como un mejor desempeño del corte. Tienen dientes de acero M-42 de alta velocidad con una geometría/perfil de diente que optimiza el perfil de la punta para cortes de tubo estructural, conducto y otros cortes estructurales. Además, las hojas para sierra de cinta están diseñadas con un proceso exclusivo de ajuste de diente que

minimiza el pinchado al cortar materiales estructurales y en grupo. Son ideales para cortar una amplia gama de materiales, que incluyen acero al carbón y sus aleaciones, acero inoxidable y materiales no ferrosos. Están diseñadas para muchas aplicaciones, que incluyen sólidos pequeños. Las hojas están disponibles en anchos de 3/4, 1, 1 1/4, 1 1/2, 2, y 2 5/8 de pulgada, y pueden usarse con maquinaria gravitacional e hidráulica, operada manualmente.

The L.S. Starrett Co.  
starrett.com

## Brocas de velocidad de tamaños estándar para aplicaciones de propósitos generales

Las series S2 y S4 Speed Drill de MK Tools de brocas de carburo sólido vienen en tamaños estándar de 3 a 20 mm (0.039 a 0.787 pulgadas). Todos los modelos tienen una geometría de dos estrías, con un ángulo de espiral de 30 grados para evacuación de virutas y una geometría de punta de 140 grados para producción de agujeros de precisión en materiales como acero al carbón, hierro fundido, hierro de fundición gris, aleaciones y otros materiales ferrosos y no ferrosos. La S2 es ideal para aplicaciones



de propósitos generales. Con cuatro áreas de guía, la S4 conserva mejor las dimensiones para un mejor desempeño y una producción de agujeros de mejor calidad. Ambas series están hechas con carburo de calidad superior con la última generación de rectificadoras CNC. Ideales para operaciones desde producciones en alto volumen hasta proyectos de taller de máquinas únicas, las brocas de velocidad son ideales para aplicaciones donde se requiere precisión y repetibilidad, como bielas, bombas de inyección, porta-ruedas, ejes guía de ruedas, y más.

Monaghan Tooling Group  
monaghantooling.com

## AWS publica enmienda a D17.3/D17.3M:2021

D17.3/D17.3M:2021-AMD1, Specification for Friction Stir Welding of Aluminum Alloys for Aerospace Applications (Especificación para soldadura por fricción-agitación de aleaciones de aluminio para aplicaciones aeroespaciales), representa una enmienda a la especificación actualmente publicada D17.3/D17.3M:2021, la cual corrige una importante discrepancia en la Cláusula 7.1.2. Esta especificación describe los requerimientos generales para la soldadura por fricción-agitación de aleaciones de aluminio usadas en aplicaciones aeroespaciales. Abarca criterios para el diseño del trabajo soldado, calificación de personal y procedimiento, fabricación e inspección.

American Welding Society  
aws.org



American Welding Society®



Para más información



# Agentes de la AWS en México para Seminarios y Exámenes

## Capacitación y Pruebas

**No Destructivas de México, CDMX**

Teléfono: (55)5537-3306

claudia.alanis@capacitacionypnd.com

www.capacitacionypnd.com

## Corporación Mexicana de Investigación

Salltillo, Coahuila

Teléfono: 844-4113200 EXT. 1212

Email: gibarra@comimsa.com

www.comimsa.com.mx

## DALUS

Monterrey/Apodaca, NL

Teléfono: 81-8386-1717

Email: info@dalus.com

www.dalus.com

## Instituto de Soldadura y Tecnologías de Unión (ISTUC)

El Marqués, Querétaro

Teléfono: 442-2201486

Email: daniel.rojas@istuc.com

www.istuc.com

## Twilight S.A. de C.V.

Monterrey, NL

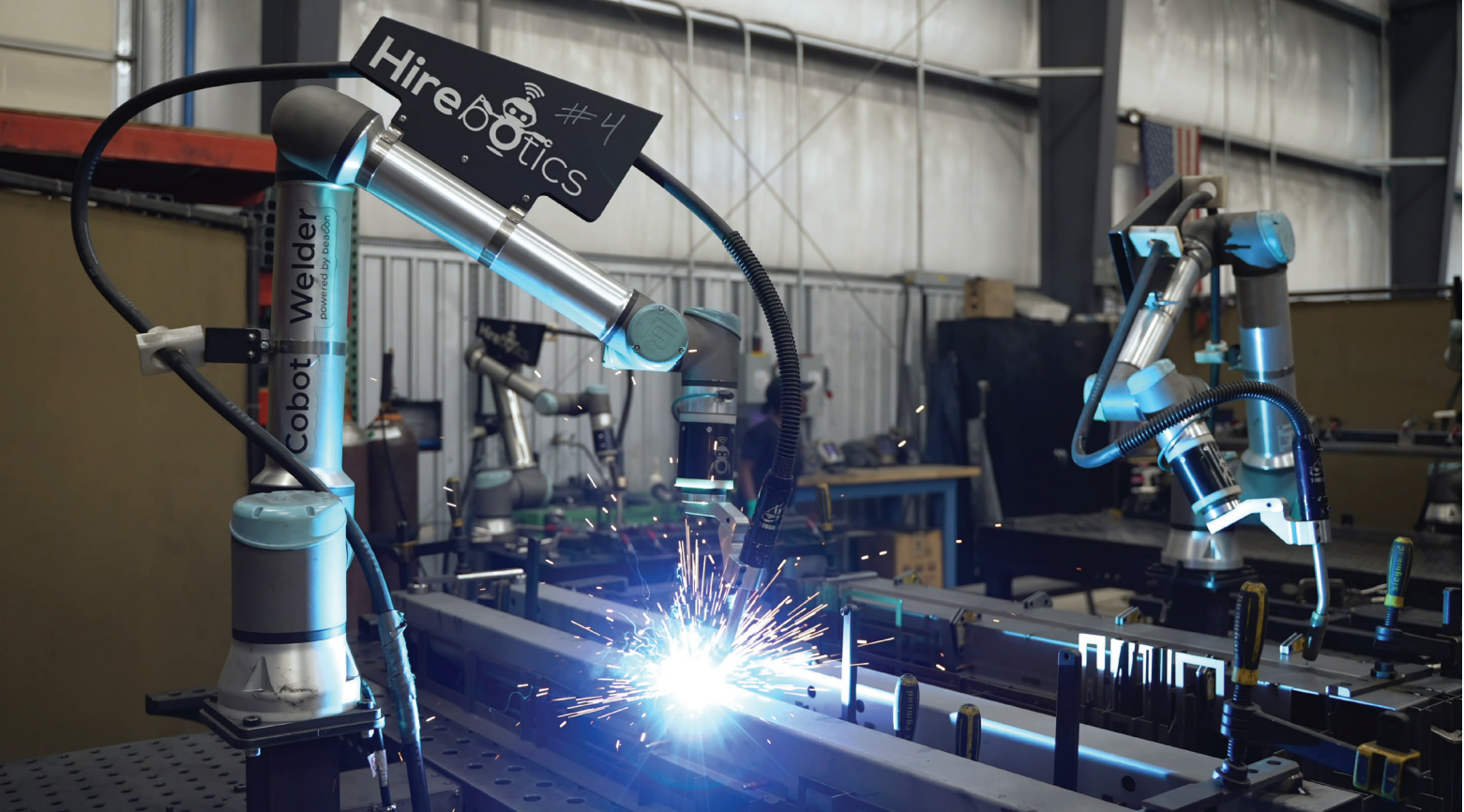
Teléfono: 81 81 15 1400

Email: cursos@twilight.mx

www.twilight.mx

[aws.org/certification](http://aws.org/certification)





# Optimización del ajuste de soldadura para ROBOTS COLABORATIVOS

POR KYANNE PEEK

Hay muchos vídeos que muestran cómo los robots colaborativos o cobots, como se les conoce comúnmente, pueden soldar. Lo que no siempre se muestra y se comprende menos es cómo maximizar la eficiencia de la soldadura con cobots. Optimizar la configuración de soldadura cuando se utiliza un cobot puede aumentar la productividad y la calidad y reducir los costos.

## ¿Por qué soldar con un robot colaborativo?

A medida que las industrias enfrentan una escasez de mano de obra calificada, los cobots ofrecen una solución. Los cobots pueden mejorar significativamente la productividad de la fuerza laboral existente.

“El cobot le permite establecer un procedimiento que se sigue con precisión una y otra vez, similar a seguir una receta”, explicó Andy Harris, supervisor de tecnología de soldadura en Wenger Mfg., Sabetha, Kansas.

Harris también señaló el costo que se pasa por alto en el retrabajo cuando se suelda manualmente en comparación con la soldadura con cobot, afirmando: “Se gastan millones en la limpieza posterior a la soldadura (con soldadura manual). Los cobots pueden reducir esto significativamente al garantizar que las soldaduras se realicen correctamente la primera vez”.

No es de extrañar que los cobots se hayan convertido rápidamente en algo imprescindible para muchas plantas de fabricación y talleres de soldadura.

## Diferencias entre soldadura manual y cobot

La soldadura manual es una habilidad que se ha perfeccionado a lo largo de siglos y requiere un alto nivel de destreza y experiencia. Un soldador debe tener mano firme y ojo experimentado para producir soldaduras consistentes. Sin embargo, la soldadura manual puede provocar fatiga y distracción, e incluso el más sutil temblor de las manos puede introducir variabilidad en la calidad de la soldadura. En el transcurso de un día, la precisión y consistencia del trabajo de un soldador pueden fluctuar debido a estas fluctuaciones naturales. La consistencia y repetibilidad del cobot ayudan a controlar las variables esenciales para obtener soldaduras ideales en todo momento.

## Cómo afectan los cobots a las variables esenciales de configuración de soldadura

Los soldadores experimentados saben que muchas variables influyen en la calidad de una soldadura. La receta perfecta no sólo mantiene la calidad de las soldaduras, sino que también optimiza el uso de materiales como alambre y gas de protección para reducir el retrabajo y los costos.

“Cuando se mejora la calidad, hay que mejorar el proceso, y el robot proporciona control absoluto sobre las variables esenciales requeridas en un proceso de soldadura”, dijo Harris.

Las principales variables a las que afectará el uso de un cobot son las siguientes:

**ÁNGULOS TRANSVERSALES** — la precisión del ángulo transversal es crucial para garantizar que el cordón de soldadura se deposite correctamente para lograr una penetración óptima en la junta y minimizar defectos como socavados o refuerzo excesivo.

En un escenario de producción, los soldadores pueden variar el ángulo sin darse cuenta debido a los movimientos de las manos o al reposicionamiento. Por otro lado, los cobots están programados para sostener la antorcha en un ángulo determinado, asegurando una soldadura uniforme en todo momento (Fig. 1).

**DISTANCIA ENTRE LA PUNTA DE CONTACTO Y LA PIEZA DE TRABAJO** — la distancia entre la punta de contacto y la pieza de trabajo es crucial. Una variación de  $\frac{1}{4}$  de pulgada puede reducir el amperaje y afectar significativamente la integridad de la articulación.

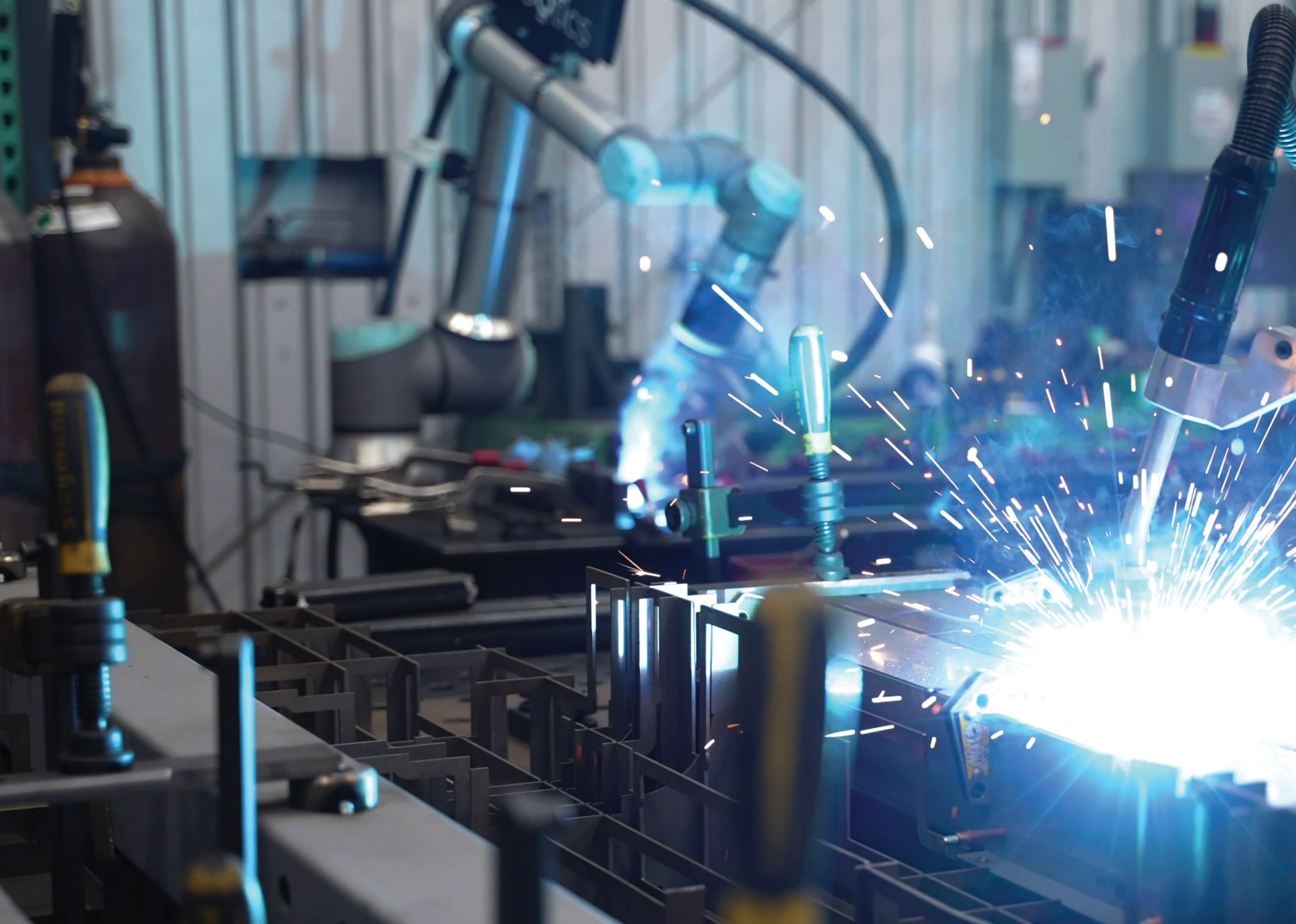
Debido a que los cobots están programados y pueden realizar un trabajo altamente repetible, garantizan que la distancia entre la punta de contacto y el trabajo permanezca constante durante todo el proceso de soldadura y a lo largo de la soldadura para componentes soldados con tolerancias estrictas.

**AMPERAJE Y VOLTAJE** — la relación de amperaje y voltaje es crucial para la calidad y uniformidad de una soldadura. Una variación en esta relación puede resultar en salpicaduras excesivas y soldaduras débiles. La distancia entre la punta de contacto y la pieza de trabajo es un factor clave que influye en esta relación. Entonces, nuevamente, el control brindado por el cobot garantizará una proporción consistente, evitando salpicaduras excesivas y mitigando otros

*Fig. 1 — Los cobots están programados para sostener la antorcha en un ángulo determinado, lo que garantiza una soldadura uniforme en todo momento.*







*Fig. 2 — El control preciso que proporcionan los cobots hace que el proceso sea más estable y predecible y conduce a soldaduras consistentes y de alta calidad.*

problemas de calidad como porosidad, fusión incompleta y soldaduras débiles.

Mantener todos los parámetros mencionados anteriormente mejora constantemente la confiabilidad y eficiencia generales del proceso de soldadura y garantiza que cada soldadura cumpla con los mismos altos estándares.

**VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO** — la velocidad de desplazamiento influye directamente en el rendimiento de la producción, la calidad de la soldadura y la gestión del calor. Cuando las variables mencionadas anteriormente son constantes, los cobots tienen ventajas significativas para mantener altas velocidades de desplazamiento.

“Mientras que un humano podría alcanzar entre 12 y 20 pulgadas por minuto en el mejor de los casos, un cobot puede operar constantemente a tres o cuatro veces esa velocidad”, afirmó Harris.

Las velocidades de desplazamiento más rápidas pueden prevenir defectos comunes de soldadura, como fusión y penetración excesiva en las juntas (Fig. 2).

**TASA DE DEPOSICIÓN** — la tasa de deposición de metal dicta la velocidad de soldadura y crea el paso limitante para condiciones de arco encendido. Los cobots facilitan el logro de una tasa de deposición constante al proporcionar una velocidad de desplazamiento del robot y una velocidad de alimentación de alambre constantes. Una tasa de deposición más consistente permite una deposición de metal más rápida, lo que aumenta las velocidades de soldadura y al mismo tiempo protege la calidad de la unión.

**GAS DE PROTECCIÓN** — el uso adecuado del gas de protección es esencial en la soldadura tanto por su calidad como por su costo. La soldadura excesiva, que es común en la industria, conduce a un uso excesivo de gas, desperdiciando casi un 500% más de gas del necesario en un año determinado. La incorporación de un cobot al proceso de soldadura puede mitigar significativamente este problema. Su control constante optimiza el uso del gas de protección y garantiza que solo se utilice la cantidad necesaria para cada soldadura.



## Rendimiento en configuraciones optimizadas: Manual contra cobot

Los cobots permiten a las empresas configurar y optimizar su proceso de soldadura trabajando con parámetros más constantes. La velocidad de soldadura se puede aumentar mientras se logran las especificaciones y la calidad de soldadura requeridas. Además, todo el proceso de soldadura es más rentable y productivo, con menos errores, menos desperdicio y menos retrabajo.

### Productividad

En la soldadura manual, el factor operador o el tiempo real de encendido del arco, que impacta directamente en la rentabilidad, puede ser sorprendentemente bajo. El factor de funcionamiento promedio estándar de la industria es aproximadamente del 10 al 12%, siendo el más alto del 20%. Para un día de 10 horas, esto se traduce en 60 minutos de arco encendido.

Los cobots cambian drásticamente la dinámica de este factor de funcionamiento. “Con un robot, lo entrenas y nunca se detiene. No necesita detenerse para pasar de un punto a otro. Simplemente se mueve automáticamente porque así es como se le enseñó”, dijo Harris.

Los cobots pueden aumentar significativamente el factor de funcionamiento al mantener una operación continua, lo que potencialmente triplica el tiempo de encendido del arco en comparación con la soldadura manual.

### Ahorro de costos

Ser capaz de configurar y optimizar su proceso de soldadura generará grandes ganancias financieras en múltiples frentes.

“Si mis amperios son demasiado altos o mis voltios son demasiado altos para mi amperaje, recibiré muchas salpicaduras. Muchas salpicaduras cuestan millones de dólares cada día en nuestras compañías”, explicó Harris.

La limpieza de salpicaduras y la reparación de soldaduras añaden un tiempo de mano de obra sustancial, lo que aumenta los costos. El control que ofrece el cobot evita salpicaduras excesivas y mitiga otros problemas de calidad como porosidad, fusión incompleta y soldaduras débiles.

Los cobots optimizan la receta del metal de aportación, la velocidad, los ángulos y el gas de protección para maximizar la eficiencia de la soldadura. Este beneficio también evita gastos innecesarios que se producen por el exceso de soldadura.

## Conclusión

El uso de cobots en la soldadura marca una era apasionante en la que la tecnología se une a la habilidad. Estos robots, programados por operadores cualificados, están cambiando la industria. Aportan un nivel de consistencia y eficiencia que es difícil de lograr mediante la soldadura manual.

Los cobots liberan a los soldadores expertos de tareas repetitivas y físicamente exigentes y les permiten centrarse en aspectos más complejos de la soldadura que requieren conocimientos y habilidades para tomar decisiones.

Más importante aún, la rentabilidad que generan los cobots a través de la reducción del desperdicio de material y las menores tasas de retrabajo agrega un aspecto financiero significativo a su valor. Estos beneficios los convierten en un activo indispensable en las operaciones de soldadura modernas.

Al adoptar los cobots, no sólo nos mantenemos al día con las tendencias tecnológicas, estamos dando forma activamente a un futuro en el que la eficiencia y la experiencia van de la mano. [WJ](#)

**KYANNE PEEK** ([kpeek@hirebotics.com](mailto:kpeek@hirebotics.com)) es gerente de aplicaciones, Hirebotics, Nashville, Tennessee.



# SOLDADURA LÁSER HÍBRIDA:

*El verdadero híbrido en la mente de los fabricantes*

Lu<sup>L</sup>gares de trabajo híbridos, vehículos híbridos e incluso animales híbridos. La palabra híbrido se usa a menudo para describir algo que es “dos cosas diferentes que se mezclan en una”. Los mundos de la tecnología y la fabricación láser también se unen en un modelo híbrido: la soldadura láser híbrida. La soldadura láser híbrida es la combinación de

soldadura láser y otro proceso o método de soldadura. Los procesos compatibles con la soldadura láser incluyen la soldadura por arco metálico con gas (GMAW), la soldadura por arco con núcleo fundente (FCAW), la soldadura por arco de tungsteno con gas (GTAW) y la soldadura por plasma (Ref. 1).



*Fig. 1 – La soldadura láser combinada con GMAW es un proceso de soldadura híbrido que se utiliza a menudo en la construcción naval. (Foto cortesía de TRUMPF.)*

Una industria que ha visto el éxito que puede lograr la soldadura híbrida es la construcción naval (Fig. 1). Los constructores navales deben soldar grandes placas de acero, a menudo de hasta 30 m (1181.1 pulgadas) de largo y 15 mm (0.59 pulgadas) de espesor. Estas piezas grandes pueden crear espacios de unión más grandes entre las placas, haciéndolas demasiado grandes para que un rayo láser pueda atravesarlas por sí solo. Entonces, ¿cómo se hace? Una solución prometedora combina la soldadura láser con GMAW. A altas velocidades de soldadura, el láser proporciona las densidades de alta potencia necesarias para soldaduras tan profundas al tiempo que reduce la distorsión y la entrada de calor. Mientras tanto, la pistola GMAW salva el gran espacio libre para las juntas entre las placas, utilizando un alambre de relleno para cerrar las juntas. En esta aplicación, la combinación de la soldadura láser tradicional con GMAW ofrece una técnica mucho más rápida que solo GMAW y tiene el beneficio adicional de piezas menos distorsionadas (Ref. 1).

## Los expertos analizan las tendencias en la soldadura híbrida

Dos expertos de la industria que poseen experiencia de primera mano con la soldadura híbrida en el mundo de la fabricación se sentaron recientemente para discutir las tendencias que están observando.

**Travis Stempky** es jefe de aplicaciones de tecnología láser en el Centro de Tecnología Láser de TRUMPF Inc. en Plymouth, Michigan, y Santa Clara, California, donde ayuda a desarrollar diversas aplicaciones multiteje de corte, soldadura, marcado, limpieza y micromaquinado.

**Yama Fedai** es gerente industrial y de cuentas clave en TRUMPF Inc., Milton, Ontario, Canadá. Tiene más de 15 años de experiencia relacionada con la soldadura y otras tecnologías de fabricación.

### ¿Qué tipo de empresas o industrias ve usted que utilizan la soldadura híbrida en la actualidad y por qué?

La soldadura híbrida está siendo utilizada principalmente por empresas de la industria automotriz, por ejemplo (fabricantes de equipos originales) OEM y proveedores de Nivel 1 (módulos y sistemas) y Nivel 2 (fabricantes de componentes). La razón por la que veo principalmente empresas relacionadas con la automoción que utilizan soldadura híbrida es porque el aporte de calor reducido minimiza el impacto en la deformidad dimensional que normalmente se observa con GMAW. Las estructuras de baterías en vehículos eléctricos requieren soldaduras herméticamente selladas, lo que convierte a la soldadura híbrida en una de las principales candidatas a utilizar allí. Los astilleros también podrían seguir beneficiándose de la soldadura híbrida, ya que este proceso puede ayudar con la profundidad de fusión en materiales más gruesos manteniendo una velocidad más rápida que GMAW. Los espacios libres más grandes para las juntas en el montaje son comunes con metales de mayor calibre, y la soldadura híbrida puede ayudar a cerrar estos espacios. — **Yama Fedai**

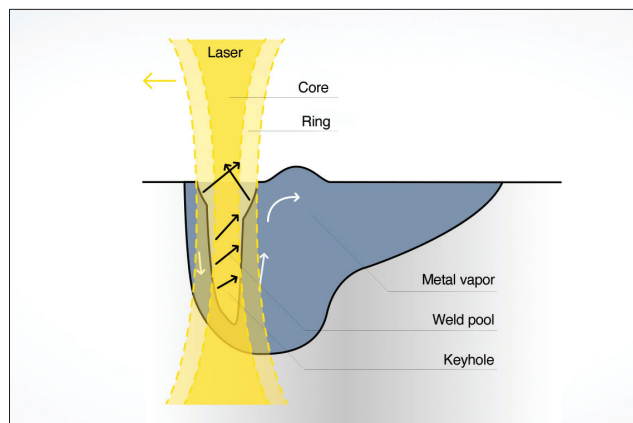


Fig. 2 — Gracias a una viga anular adicional, la abertura en forma de ojo de cerradura se amplía y el vapor metálico puede escapar más fácilmente. La masa fundida acelerada en dirección a la superficie es luego desviada por el haz anular en dirección al baño de soldadura y en este proceso de soldadura híbrido no se producen salpicaduras (Ref. 2). (Foto cortesía de TRUMPF.)

### ¿Cómo utilizan actualmente las industrias la soldadura híbrida? ¿Hay ciertos métodos o procesos que usted ve comúnmente utilizados?

A menudo veo que se utiliza la soldadura por arco láser híbrido (HLAW) para ayudar a salvar los espacios de las juntas, aumentar las velocidades del proceso en comparación con GMAW y suministrar adición de metal de aportación para materiales sensibles a las grietas. La soldadura híbrida proporciona mayor estabilidad al proceso cuando se requiere material de relleno y permite una mayor mezcla del material de relleno y base en soldaduras de mayor profundidad de fusión. En el puenteo de juntas, la soldadura por rayo láser utiliza la luz para interactuar con el material base. Cuando hay un espacio libre en la junta, la luz viaja a través del espacio libre en la junta y esta energía se pierde durante el proceso de fusión. Con la soldadura híbrida, el proceso de soldadura por arco crea un baño de soldadura y une el espacio libre de la junta permitiendo que la luz láser interactúe con el baño de soldadura ya establecido. El proceso láser ayuda a profundizar el baño de soldadura y permite velocidades de desplazamiento más altas. — **Travis Stempky**

### ¿Puede ver usted alguna tendencia actual o futura en la soldadura híbrida?

La soldadura híbrida es un tema popular para la soldadura estructural de aluminio de 6061. Con 6061, el aluminio requiere material de relleno en casi todos los casos, y este método de soldadura proporciona velocidades de procesamiento más altas que GMAW o la soldadura por rayo láser (LBW) con adición de alambre frío. Otra aplicación es en defensa o construcción naval con soldadura de placas más gruesas (placas de 1/4 a 1 pulgada de espesor). Estas apli-



caciones requieren profundidad de fusión, pero el ajuste de piezas que cumpla con los requisitos de LBW es difícil con estas placas más gruesas. El proceso GMAW ayuda a salvar los espacios de las juntas que son difíciles de cerrar debido a las placas más gruesas. La soldadura híbrida también tiene mucho menos aporte de calor que la soldadura por arco tradicional porque se puede soldar con una sola pasada sin crear una ranura en V. Puedo ver un aumento en industrias con necesidades de fabricación similares que buscan utilizar más la soldadura híbrida en el futuro. — **Stempky**

### ¿Algún consejo o sugerencia para alguien interesado en iniciar un proceso de soldadura híbrida, tal vez desde el punto de vista de las aplicaciones o de la industria?

Pruebas recientes han demostrado que los láseres que generan menos salpicaduras al soldar han mejorado el rendimiento de los sistemas de soldadura híbridos. Se pueden observar mejoras al soldar con éxito separaciones de juntas más grandes, velocidades más altas y control de salpicaduras. — **Fedai**

La soldadura híbrida es un proceso más complejo que GMAW o LBW, por lo que es muy importante no complicar

el proceso si no es necesario. La soldadura híbrida añade la complejidad de comprender los parámetros GMAW y LBW y cómo estos procesos interactúan entre sí. El espacio entre los sistemas es fundamental para conseguir un verdadero proceso híbrido en el que ambos procesos interactúen con el mismo baño de soldadura. Si las zonas de proceso están demasiado separadas, se producirán dos procesos separados. Si los procesos están demasiado juntos, el rayo láser puede afectar el proceso GMAW al profundir el cable antes de que se pueda establecer el arco. Una ventaja de utilizar soldadura híbrida versus soldadura con alimentación de alambre en frío para materiales sensibles a grietas es que puede obtener una mezcla más eficiente. En el LBW tradicional, la dinámica de mezcla en ojo de cerradura tiende a separarse en tres zonas de mezcla a profundidades de fusión más profundas (> 6mm [0.236 pulgadas]) - Fig. 2. Hay una zona de alta velocidad en la parte superior, una zona de movimiento lento en el medio y una zona de mezcla de alta velocidad en la parte inferior. Esto dificulta conseguir una dilución adecuada del material base añadiendo únicamente alambre frío. Al agregar GMAW, el proceso de soldadura por arco ayuda a impulsar el material de relleno hacia la zona de soldadura para ayudar a que la mezcla se produzca más profundamente en la junta. Otro beneficio de la soldadura híbrida versus el alambre frío LBW es la capacidad de puenteo de la separación de juntas. Con LBW, la luz láser debe interactuar con el material de relleno y el material base. Normalmente, soldamos con un tamaño de punto de 300 a 1000 m. Por lo tanto, las holguras de las juntas normalmente deben ser inferiores al 50% del tamaño del punto. Con HLAW, el proceso GMAW permite mayores capacidades de puente. GMAW hace un buen trabajo al reducir el espacio de la junta y permite que la luz láser interactúe con el baño de soldadura del proceso de soldadura por arco. Aun así, no queremos que la separación de las articulaciones sea demasiado grande porque la luz láser solo interactuará con el tamaño del punto. Por lo general, esto se limita a holgura conjunta de máximo ~0.035 a 0.040 pulgadas. — **Stempky**

## Conclusión

Hay muchos beneficios que se derivan de un proceso de soldadura láser híbrida. Como ilustran los expertos de la industria, la soldadura híbrida es un método de soldadura eficiente y eficaz y puede resultar útil para aplicaciones en muchas industrias. **WJ**

## Referencias

1. TRUMPF. 2023. Soldadura híbrida. Obtenido el 27 de octubre de 2023 de [trumpf.com](http://trumpf.com).
2. TRUMPF. 2023. Soldadura con baja proyección con tecnología de formación de haz. Obtenido el 27 de octubre de 2023 de [trumpf.com](http://trumpf.com).

**KELLY WANAMAKER** ([kelly.wanamaker@trumpf.com](mailto:kelly.wanamaker@trumpf.com)) es jefa de desarrollo de ventas, TRUMPF Inc. Laser Technology Center, Plymouth, Michigan.

## WONDER GEL

Gel limpiador y anticorrosivo  
para acero inoxidable

Buscamos  
distribuidores  
¡contáctenos!



Soldadura tratada
Soldadura original

Obtenga máxima protección contra la corrosión en acero inoxidable. La contaminación en la superficie puede reducir drásticamente la vida del acero inoxidable. Wonder Gel elimina impurezas difíciles, limpia las escorias más fuerte, elimina la descoloración causada por el calor, y le devuelve la capa protectora de óxido al acero inoxidable.



**BRADFORD DERUSTIT CORP.**  
 21660 Waterford Dr. | Yorba Linda, CA 92887  
 ph 714.695.0899 | fax 714.695.0840  
[sales@derustit.com](mailto:sales@derustit.com) | [www.derustit.com](http://www.derustit.com)

# ¿Qué hay en el horizonte para los estándares de la AWS?

## *Nuevas tecnologías y procesos renovados están mejorando estas publicaciones*

Las normas son los pilares invisibles de la sociedad. Guían el diseño, los procedimientos y los protocolos de seguridad detrás de muchos aspectos importantes de la civilización, desde los puentes y caminos que atravesamos hasta los automóviles que conducimos, los edificios que habitamos y mucho más.

Según la Organización Internacional de Normalización (ISO), “una norma es un documento establecido por un consenso de expertos en la materia y aprobado por un organismo reconocido que proporciona orientación sobre el diseño, uso o desempeño de materiales, productos, procesos, servicios, sistemas o personas” (Ref. 1).

Los estándares de la AWS son códigos y especificaciones que se pueden aplicar a diferentes procesos y procedimientos de soldadura. La AWS cuenta actualmente con más de 200 normas activas que abarcan siete enfoques diferentes: fundamentos, calificación e inspección, procesos, aplicaciones industriales, seguridad y salud, materiales y equipos de soldadura. Las normas de la AWS aportan uniformidad en todas las plataformas, proporcionando a los ingenieros, fabricantes, soldadores y otros las especificaciones necesarias para desarrollar procedimientos de soldadura, calificar a los soldadores e inspeccionar las soldaduras producidas. Estas publicaciones son respaldadas por comités y sus miembros voluntarios, que trabajan según las reglas del Instituto Nacional Estadounidense de Normas (ANSI) para desarrollar y revisar estándares.

“Las normas de la AWS son documentos basados en el consenso que siguen un proceso abierto para garantizar que todas las personas que participan hagan escuchar su voz y la de su empresa. Nuestros estándares se utilizan ampliamente y son fundamentales tanto para la certificación AWS como para las ofertas educativas de la AWS”, afirmó Peter Portela, director de desarrollo de productos de normas de AWS.

Debido a que las normas están tan estrechamente entrelazadas con la sociedad, cuando la sociedad evoluciona, las normas también deben evolucionar. Los avances tecnoló-

gicos y la inteligencia artificial (IA) se han convertido en los espíritus de la época, y el futuro de los estándares lo refleja. Esto es lo que puede esperar ver en el futuro cercano y lejano.

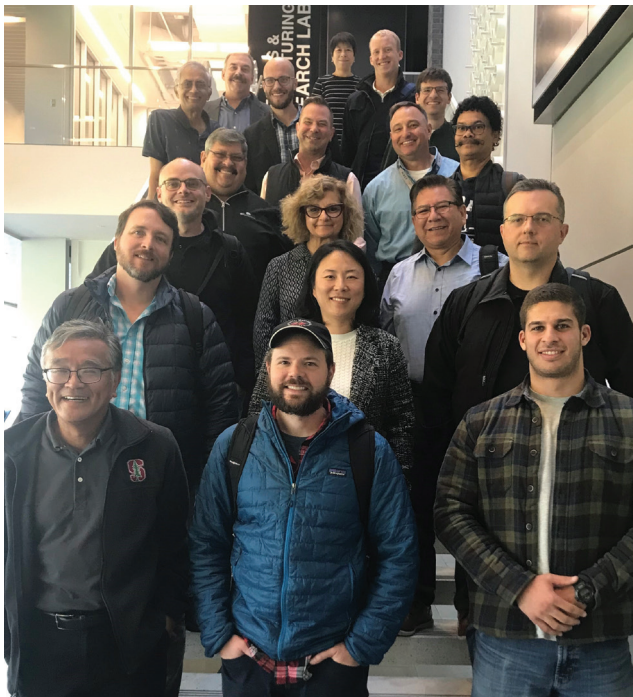
### Entonces y ahora

Las primeras encarnaciones de las normas AWS fueron el Boletín No. 1, *Standards for Testing Welds* (Normas para probar soldaduras), y el Boletín No. 2, *Welding Wire Specifications and Folios* (Especificaciones y folletos de alambres de soldadura), ambos mencionados en la edición de enero de 1922 de *Proceedings of the American Welding Society* (Procedimientos de la Sociedad Americana de Soldadura), la primera edición de lo que eventualmente se convertiría en el *Welding Journal*. En 1928 se publicó el *Code for Fusion Welding and Gas Cutting in Building Construction* (Código para la soldadura por fusión y el corte con gas en la construcción de edificios). Fue el predecesor de AWS D1.1, *Structural Welding Code — Steel* (Código de soldadura estructural: Acero). Desde entonces, la AWS ha producido más de 400 normas, uno de los más recientes es el D20.1, *Specification for Fabrication of Metal Components using Additive Manufacturing* (Especificación para la fabricación de componentes metálicos mediante fabricación aditiva).

En 2010 se produjo un cambio significativo en el desarrollo de normas de la AWS, cuando la organización pasó a un ciclo de revisión de cinco años. Esto estaba destinado a sincronizarse con las especificaciones de construcción de acero del Instituto Americano de Construcción en Acero (AISC) y las publicaciones del Código Internacional de Construcción, así como dar a los comités más tiempo para realizar revisiones.

ANSI dicta que las normas de la AWS deben revisarse, reafirmarse o retirarse cada diez años. Durante el proceso de revisión, los miembros del comité pueden enviar sus sugerencias mediante boletas, que son revisiones oficiales de una norma por parte del comité. Luego, el comité revisa los comentarios y se toma la decisión de incorporar el cambio o





*El Comité C3 de AWS sobre soldadura y soldadura fuerte posó para una fotografía en una reunión reciente en Golden, Colorado. Los comités técnicos de la AWS son responsables de desarrollar y revisar las normas.*

no. En 2020, el desarrollo de estándares volvió a evolucionar cuando la AWS lanzó SpecBuilder, el software de votación del comité y un sistema para compartir archivos, como parte de una transformación digital. Este software reemplazó el sistema de comités en línea y el proceso de votación manual anterior y ayudó a agilizar el proceso.

## El futuro de las normas de la AWS

### TECNOLOGÍA

Dado que los comités son la columna vertebral de las normas, la AWS se centra en mejorar la experiencia del voluntariado mediante la mejora de los procesos. La implementación de nuevas tecnologías ha sido un factor crítico para aumentar el compromiso. Por ejemplo, las reuniones del comité ahora son híbridas, lo que mejora la asistencia y la divulgación. Las reuniones siempre han estado abiertas al público, pero ahora son más fáciles de encontrar con el calendario en línea de la AWS en [aws.org/Community-and-Events/Calendar](https://aws.org/Community-and-Events/Calendar).

En lo que respecta al desarrollo de normas, la AWS lanzó recientemente un sistema de gestión de contenido empre-

“ Los avances tecnológicos y la inteligencia artificial (IA) se han convertido en los espíritus de la época, y el futuro de las normas lo refleja. ”

serial para gestionar documentos internamente y brindarles una ubicación unificada a la que se pueda acceder desde cualquier lugar. Para los miembros del comité, se está trabajando en la adopción de Fonto XML, un software de creación de contenidos basado en la web. Facilitará la creación, edición y revisión colaborativa de contenido estructurado.

### ESCRITURA

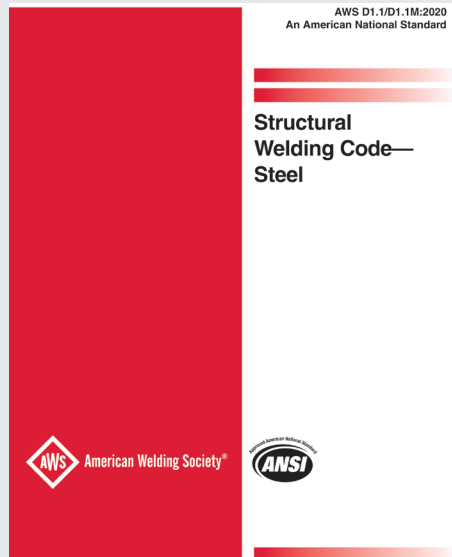
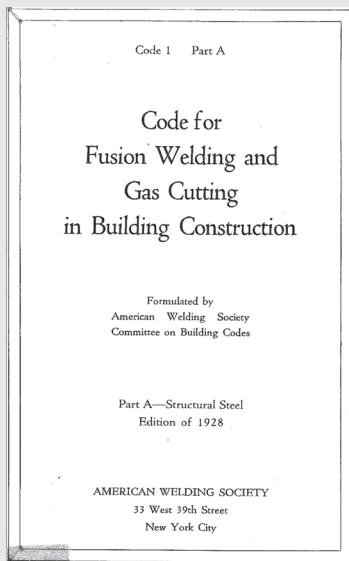
Las normas se encaminan hacia una mejor redacción. Estructuralmente serán más claros y concisos. Fonto XML ofrece un módulo de calidad de contenido que puede ayudar con la edición de borradores. Más adelante, existe la posibilidad de producir estándares que sean legibles por máquinas. En lugar de que un ingeniero interprete los datos, la máquina extraería información del estándar y la usaría para realizar soldaduras. Pero llegar a este punto requeriría cambiar la forma en que se escriben las normas.

“No es sólo una mejora del proceso. No es sólo una mejora del software. Está revolucionando la forma en que escribimos estándares”, dijo Portela. “Así que es un proceso a muy largo plazo, pero ahora hay esperanzas de que la gente esté utilizando la IA para hacer parte del trabajo preliminar”.

### IA

La IA tiene el potencial de generar normas y convertir la información para que sea interpretable por máquinas. Sin embargo, la IA está en constante evolución y la mayoría de la gente no la comprende completamente. Encontrar un experto tanto en soldadura como en IA es una tarea difícil.

Otra preocupación es la infracción de derechos de autor. Durante el Foro de Cuestiones Legales de ANSI, parte de la Semana Mundial de Estándares de la Organización se abordaron las siguientes preguntas: ¿Constituye una infracción la incorporación de datos para formar la IA? ¿La producción de IA infringe los derechos de autor? ¿La producción de IA en sí está sujeta a derechos de autor? Muchos países han determinado que la incorporación de datos para la formación en IA no infringe los derechos de autor, mientras que



**El Código para soldadura por fusión y corte con gas en la construcción de edificios (extremo izquierdo), publicado en 1928, fue el predecesor del AWS D1.1, Structural Welding Code — Steel (CÓDIGO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL: ACERO). El primero tenía originalmente sólo ocho páginas, mientras que el segundo tiene ahora más de 600 páginas.**

la infracción de la producción depende de la similitud con la expresión protegida. La producción de IA no se puede proteger, ya que sólo las obras que reflejan la originalidad humana pueden recibir protección de derechos de autor en los Estados Unidos (Ref. 2).

Debido a estos factores, Portela predice que las normas de la AWS actuarán con cautela en este ámbito por el momento.

“Ya estamos tratando de hacer tantas cosas que muy fácilmente puede convertirse en intentar beber de una manguera contra incendios, donde hay demasiada información y no se puede hacer tan rápido”, explicó.

## Centrándose en los cimientos

Por ahora, la AWS se está centrando en las piezas fundamentales para el progreso, como consolidar el acceso al contenido y hacer que los procesos sean más eficientes.

“Tenemos que asegurarnos de que el tiempo que la gente dedica a nuestros estándares se aproveche mejor porque si tienes dos horas para dedicar al trabajo de normas y pasas una hora ocupándote de problemas de software, eso no es bueno”, dijo Portela. “(Idealmente), si las personas dedican dos horas a las normas, dedican el 95% del tiempo a las propias normas”.

La pieza más fundamental de todo son las propias normas. Las nuevas publicaciones en las que se está trabajando incluyen AWS D20.2, *Specification for Additive Manufacturing of Metal Components Using Wire Directed Energy Deposition* (Especificación para la fabricación aditiva de componentes metálicos mediante deposición de energía dirigida por alambre), y AWS D18.4, *Specification for Welding of Orthopedic Surgical Instruments* (Especificación para la soldadura de instrumentos quirúrgicos ortopédicos). Muchos otros también están en revisión.

## Cómo puedes darle forma al mundo

Participar en un comité de normas puede ser una actividad gratificante porque sus conocimientos y contribuciones pueden ayudar a hacer del mundo un lugar mejor. Y con las mejoras antes mencionadas, unirse y trabajar en un comité de AWS nunca ha sido tan fácil. Establezca contactos, aprenda cómo gestionar el riesgo para su empleador, descubra nuevas oportunidades de negocio, fortalezca sus conocimientos técnicos y desarrolle una comprensión de las relaciones internacionales (Ref. 3).

Para obtener más información sobre las normas y comités de la AWS, visite [aws.org/Standards-and-Publications/Codes-and-Standards](https://aws.org/Standards-and-Publications/Codes-and-Standards). [WJ](#)

### Referencias

1. ISO, Consumidores y Normas: Asociación para un mundo mejor. Obtenido el 30 de octubre de 2023 de [iso.org/sites/Consumers-Standards/1\\_Standards.html](https://iso.org/sites/Consumers-Standards/1_Standards.html).
2. Band, J. 2023. La intersección del derecho de autor y la inteligencia artificial generativa. Obtenido el 26 de octubre de 2023 de [share.ansi.org/Shared%20Documents/Meetings%20and%20Events/2023-WSW/Legal%20Issues%20Forum/2.%20Band\\_Jonathan\\_Panel\\_2\\_Slides.pdf](https://share.ansi.org/Shared%20Documents/Meetings%20and%20Events/2023-WSW/Legal%20Issues%20Forum/2.%20Band_Jonathan_Panel_2_Slides.pdf).
3. AWS, Estándares de AWS: descifrando los códigos que protegen a nuestra comunidad. Recuperado el 25 de octubre de 2023 de [youtu.be/qwmXpAuaE3A?si=TsQZuRvqvQLERaX](https://youtu.be/qwmXpAuaE3A?si=TsQZuRvqvQLERaX).

**ALEXANDRA QUIÑONES** ([aquinones@aws.org](mailto:aquinones@aws.org)) es editora asociada del *Welding Journal*.



# ¿La ética se basa en la moral?

*Una discusión sobre cómo estos principios relacionados afectan a los CWI*



Cuando busque en el diccionario *Merriam-Webster* la definición de ética, descubrirá que la ética “es un conjunto de principios morales; una teoría o sistema de valores morales”. Eso ayuda si usted sabe qué es la moral. En caso de que no sea así, el Merriam-Webster explica, “la moral a menudo describe los valores particulares de uno con respecto a lo bueno y lo malo”. Según el diccionario, la ética “tiende a sugerir aspectos de la justicia universal y la cuestión de si una acción es responsable o no”. Entonces entendí que la ética son principios morales en los que cada persona puede decidir si está bien o mal. Eso no es lo que creo, pero alguien podría sacar una conclusión justa de esas definiciones.

Seleccioné sólo algunas cosas de estas definiciones para llegar a lo que creo que es una conclusión falsa. Pero estoy seguro de que algunas personas creen que la moral que perciben les da la capacidad de definir el bien y el mal. Algo así como la famosa frase: “Rechazo tu realidad y la sustituyo por la mía”. Dictionary.com nos dice en una definición que la ética es “las reglas de conducta reconocidas con respecto a una clase particular de acciones humanas o un grupo, cultura, etc. en particular”. Este tema y discusión podrían continuar durante mucho tiempo y en muchas direcciones. Sin embargo, debido a que estamos viendo esto desde el punto de vista de un inspector de soldadura de AWS, somos un grupo particular y, por lo tanto, deberíamos buscar nuestra respuesta en un lugar específico. Como Inspector de Soldadura Certificado Senior (SCWI), Inspector de Soldadura Certificado (CWI) o Inspector de Soldadura Asociado Certificado (CAWI), debe buscar en AWS respuestas sobre su conducta ética profesional.

## AWS QC1

La AWS QC1:2016-AMD1, *Specification for AWS Certification of Welding Inspectors* (Especificación para la certificación de inspectores de soldadura de AWS), es la fuente actual de esas respuestas. El alcance de esta especificación establece los requisitos para la certificación del personal de inspección de soldadura de la AWS. También describe los principios de conducta y práctica mediante los cuales se puede mantener la certificación. En la Cláusula 11, la especificación aborda explícitamente el Código de Ética, Reglas de Conducta y Práctica. Entonces, a la pregunta de si la ética se basa en la moral del CIT individual, no, no lo están. Nuestra ética profesional se establece dentro de la norma por la que nos regimos.

Sabemos que hay un mandato y cómo se establece, pero ¿por qué? Respondamos eso; entonces podremos entender cómo la AWS define la ética. La especificación AWS QC1 exige que los inspectores de soldadura mantengan integridad y altos estándares en habilidades y práctica mientras realizan inspecciones de soldadura para salvaguardar la salud y el bienestar del público. Al hacerlo, los inspectores deben conocer los principios, que analizaremos en breve, junto con el alcance al que se aplican. Cuando lo piensas, es una carga pesada. La AWS se toma esto tan en serio que cualquier práctica no autorizada está sujeta a la revisión del Comité de Certificación de la AWS.



**AWS QC1 establece los requisitos para la certificación del personal de inspección de soldadura de AWS. También describe los principios de conducta y práctica mediante los cuales se puede mantener la certificación.**

Si se determina que ha cometido una infracción, podría enfrentar la suspensión, amonestación o revocación de su certificación.

En mi opinión, hay algo aún más grave: cuando las soldaduras se rompen, la gente muere. A menudo les he dicho eso a ingenieros, diseñadores y a cualquiera que parezca adoptar un enfoque frívolo en la soldadura. Ya conoces al tipo que comenta: “Las soldaduras me parecen bien. Enviémoslo”. La mayoría de las veces, les llama la atención la afirmación “cuando las soldaduras se rompen, la gente muere”. Suena un poco dramático, pero esa es la mentalidad que deberían tener los inspectores de soldadura, porque es verdad. No siempre, pero aunque sólo ocurra una vez, son demasiadas. Como inspector, debe considerar su responsabilidad última de salvaguardar la salud y el bienestar del público, no de anular un informe y enviar el producto para obtener el mayor beneficio. En última instancia, la seguridad pública es la razón por la que existen los inspectores de soldadura y deben desempeñar sus funciones con un Código de Ética. Veamos la cláusula 11 de la AWS QC1.

## Cláusula 11 Resumen

Lo siguiente es una paráfrasis y un resumen del texto original. Consulte el estándar de la AWS para conocer el lenguaje completo y la intención, que se puede descargar de forma gratuita en [aws.org](http://aws.org) (escriba QC1 en la ventana de búsqueda).



## INTEGRIDAD

La AWS exige que los inspectores de soldadura certificados por la AWS actúen con total integridad en asuntos profesionales. Los inspectores deben ser francos y sinceros con su empleador, el cliente o regulador del empleador y el Comité de Estándares en asuntos relacionados con AWS QC1.

## RESPONSABILIDAD ANTE EL PÚBLICO

Esta sub-cláusula refuerza la responsabilidad del inspector hacia el público de actuar para preservar la salud y el bienestar públicos desempeñando las funciones del inspector de manera concienzuda e imparcial. Esto se hará en la medida de la responsabilidad y calificación moral y cívica del inspector de la siguiente manera:

- » Asuma y realice únicamente tareas para las que esté calificado.
- » Presente credenciales cuando las soliciten personas autorizadas para examinarlas.
- » No debe falsear su estado de certificación de ninguna forma.
- » Debe ser completamente objetivo y exhaustivo en todas las declaraciones, escritas o no.
- » Firme únicamente los trabajos que el inspector haya inspeccionado o de los que esté seguro hayan tenido supervisión activa.
- » El inspector no debe asociarse ni participar en actividades fraudulentas o deshonestas.

## DECLARACIONES PÚBLICAS

- » Un inspector debe identificar a las partes interesadas y revelar cualquier interés financiero antes de emitir declaraciones, críticas o argumentos sobre asuntos de inspección de soldadura relacionados con la política pública.
- » Un inspector solo puede expresar públicamente una opinión sobre temas de inspección de soldadura si tiene pleno conocimiento de todos los hechos en el asunto, es competente en el tema técnico y ha realizado una evaluación honesta del tema.

## CONFLICTO DE INTERESES

- » Un inspector debe evitar cualquier situación en la que exista un conflicto de intereses con un empleador o cliente y revelar cualquier situación en la que pueda percibirse como tal.
- » Un inspector sólo podrá aceptar compensación de una parte por el mismo proyecto si está autorizado o aprobado por todas las partes interesadas.
- » Un inspector nunca podrá pedir ni aceptar gratificaciones de ninguna parte relacionada con ningún proyecto en el que esté involucrado.

- » Un inspector que se desempeñe en cualquier calidad como funcionario público no puede inspeccionar, revisar o aprobar ningún proyecto asociado con el puesto del inspector a menos que todas las partes relacionadas lo conozcan y lo aprueben.

## SOLICITUD DE EMPLEO

- » A excepción de las comisiones habituales por las licencias, un inspector no puede sobornar ni ofrecer pago de ninguna forma por un empleo.
- » Un inspector no puede exagerar ni afirmar falsamente las calificaciones académicas o profesionales de sí mismo o de sus asociados.
- » Un inspector sólo puede afirmar que sus credenciales son adecuadas dentro del alcance de los respaldos de las mismas.
- » Un inspector solo puede revelar información de propiedad exclusiva a partir de información obtenida mientras realiza tareas de inspección de contactos comerciales actuales o pasados con consentimiento por escrito, excepto cuando sea necesario para completar las tareas de inspección.

También se señala en esta sub-cláusula que, aunque un inspector esté debidamente certificado, esas credenciales pueden no tener la autoridad legal para brindar servicios de inspección al público.

## PRÁCTICA NO AUTORIZADA

Cualquier violación del estándar de conducta o del Código de Ética contenido en la regulación, en parte o en su totalidad, en lo que se refiere a las funciones del inspector de la AWS constituye una práctica no autorizada y está sujeta a sanciones.

## Conclusión

Independientemente de sus convicciones morales o su ideología sobre la ética, como inspector certificado por la AWS, deberá cumplir con los estándares de conducta y ética establecidos por la AWS. Es difícil creer que alguien pueda leer cualquiera de estas normas y pensar que son demasiado restrictivas o autoritarias. Algunos sienten que estos estándares no se aplican o no deberían aplicarse a ellos, pero estos estándares parecen razonables y me pregunto por qué alguien podría sentirse así. Algunas personas violan estos estándares y se han enfrentado a sanciones por parte de la AWS en consecuencia. Es posible que algunos incluso hayan encontrado ramificaciones legales como resultado de ello. ¿Qué podría ganar cuando hay tanto más que perder? Todo esto se relaciona con la integridad de una persona. La integridad es hacer lo correcto incluso cuando nadie está mirando. No tienes integridad si estás dispuesto a tomar atajos cuando crees que nadie te está mirando. Y si no tienes integridad, ¿en qué pones tu valor? Algo para reflexionar.

**ERIC LICHTFUSZ** ([eric.lichtfusz@roush.com](mailto:eric.lichtfusz@roush.com)) es gerente/ CWI en Roush Industries, Livonia, Michigan. También es expresidente senior del comité ejecutivo de la Sección Detroit de AWS e inspector de Nivel II de ASNT.



# RWMA PRESENTA MATERIAL NUEVO EN LA ESCUELA DE SOLDADURA POR RESISTENCIA

8 y 9 de mayo de 2024 | Monterrey

Conjuntamente con AWS y FABTECH México, RWMA ofrece su “nueva y mejorada” Escuela de Soldadura por Resistencia en Monterrey, con objetivo de darle a profesionales de la soldadura por resistencia la oportunidad de avanzar en sus conocimientos sobre la teoría, las aplicaciones y los equipos utilizados en el proceso.

- ◆ El material se ofrecerá completamente en español
- ◆ La escuela cubrirá temas incluyendo diversos procesos y máquinas, materiales, electrodos y sistemas de potencia, controles de soldadura, estándares de calidad, entre otros
- ◆ Diseñada para que sus empleados aumenten sus habilidades y conocimiento del proceso, mejoren la calidad de sus soldaduras y maximicen su productividad

**Visita [AWS.ORG/RWMA](https://aws.org/rwma)**





# Cómo

## LAS AUDITORÍAS DE SOLDADURA son una parte esencial del negocio

*Se discuten los aspectos críticos de la auditoría de soldadura que involucran inspecciones, observaciones y preguntas decisivas.*

**C**omo empresa, ¿qué se requiere antes de presentar un contrato a un proveedor para la fabricación de piezas soldadas? En una palabra, tarea. Las empresas de primer nivel como los fabricantes de equipos originales (OEM) y los contratistas de ingeniería, adquisiciones y construcción (EPC), realizan investigaciones comerciales de proveedores potenciales. Además, las auditorías de soldadura en sitio brindan la oportunidad de recopilar información significativa para determinar la cultura corporativa de calidad y las calificaciones innatas de un proveedor (es decir, competencia, capacidad y cumplimiento). Durante el proceso de auditoría, una de las preguntas determinantes es: ¿el proveedor posee las calificaciones necesarias para realizar el trabajo y cumplir con los requisitos del contrato? Una auditoría de soldadura eficaz responderá esa pregunta e identificará las fortalezas y debilidades de un proveedor.

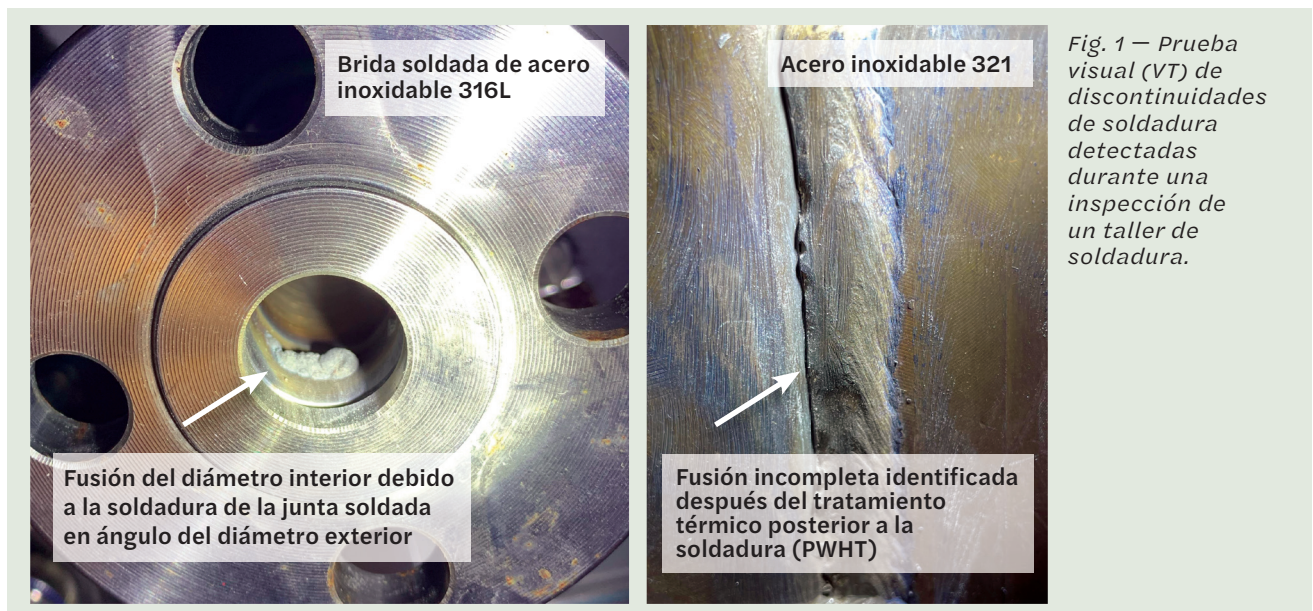
Este artículo examina aspectos clave de la auditoría de soldadura que involucran inspecciones, observaciones y cuestionamientos decisivos. Se considerarán sinónimos expresiones como proveedor, contratista y fabricante, así como los términos autoridad de ingeniería (EA), OEM y EPC.

Un EA es responsable de un proyecto, que incluye la subcontratación, el trabajo de fabricación y la realización de auditorías de soldadura de proveedores.

### Investigación para la selección de proveedores de EA

Las auditorías de soldadura son una parte prudente del negocio durante el proceso de selección de proveedores de la EA. Las auditorías de soldadura reflejan una seriedad de propósito en la que un EA depende de información confiable y precisa para tomar una decisión correcta sobre la selección de proveedores. Es fundamental ser minucioso al realizar una investigación de proveedores durante la cual es una ventaja tener una actitud inquisitiva. Seleccione un proveedor basándose en su competencia y capacidades en lugar de hacerlo por el precio, una programación de producción agresiva, una fecha de finalización y entrega prometida o simplemente por su reputación.

¿Qué experiencia, conocimiento y experiencia pertinentes tiene el proveedor para ofrecer en relación con el contrato propuesto (por ejemplo, registros de calificación de proce-



*Fig. 1 — Prueba visual (VT) de discontinuidades de soldadura detectadas durante una inspección de un taller de soldadura.*

dimientos [PQR], especificaciones de procedimientos de soldadura [WPS], calificaciones de soldadores, inspectores calificados y equipos)?

Al realizar una inspección del taller de soldadura, examine las soldaduras y los elementos soldados para verificar la calidad de la mano de obra (Fig. 1). También debe examinar minuciosamente el sistema de calidad y el manual de garantía de calidad. Tenga presente la cultura de calidad o de la falta de ella. A lo largo del proceso de selección tenga en cuenta los posibles costos de desarrollo de proveedores, como proporcionar personal de ingeniería, técnico y de calidad para brindar soporte de producción en el sitio y garantía de calidad.

Sea diligente al realizar una investigación de proveedores porque, a medida que aumenta la solidez del proceso de selección de proveedores, disminuye la tendencia a tomar una decisión de selección de proveedores deficiente y mal informada. Tener varios auditores de EA realizando una auditoría de soldadura es un movimiento astuto (por ejemplo, ingenieros de soldadura, inspectores de soldadura y exámenes no destructivos [NDE] y personal de aseguramiento/control de calidad [QA/QC]).

## Preparación para la auditoría de soldadura

Un factor fundamental es comprender plenamente los requisitos del proyecto de fabricación propuesto para prepararse para una auditoría de soldadura del proveedor. ¿Por qué? Porque se desarrolla una lista de verificación de auditoría que detalla los requisitos imprescindibles del proyecto y preguntas específicas para el proveedor. Además, una lista de verificación recopila evidencia objetiva como 1) respuestas a preguntas de auditoría de soldadura, 2) hallazgos de auditoría y cualquier acción correctiva que debe completar el proveedor antes del inicio de la fabricación o de la adjudicación del contrato, y 3) evidencia complementaria. Es decir, la evidencia adicional sirve como complemento a la lista de verificación, como charlas, notas de observación e inspección, fotografías y documentos proporcionados por el proveedor. Una lista de verificación es un requisito previo para la auditoría.



## Ejemplos de lista de verificación de preguntas de auditoría de soldadura y tareas a realizar en sitio

- » Realice una revisión detallada de los PQR y WPS calificados por código pertinentes para el proyecto de fabricación propuesto. Revise los registros de calificación de desempeño del soldador (WPQR) y los registros de continuidad del soldador.
- » ¿Los soldadores e inspectores se someten a una prueba anual de agudeza visual (por ejemplo, Jaeger J1/J2) y a un examen de percepción del color?
- » Lleve a cabo una inspección del taller de soldadura durante la cual se revelará la cultura corporativa de calidad a través de las prácticas laborales en el taller, así como de las soldaduras y las inspecciones de piezas soldadas. Inspeccione las soldaduras y la calidad de la mano de obra para detectar ajustes, perfiles de cordón de soldadura, distorsión y alineación, y discontinuidades y defectos de soldadura (Fig. 2).
- » ¿Hay ingenieros y supervisores de soldadura en el personal?
- » ¿Hay inspectores de soldadura certificados senior (SCWI) de AWS e inspectores de soldadura certificados (CWI) de AWS en el personal? ¿Hay inspectores de nivel II y III de la Sociedad Americana de Pruebas No Destructivas (ASNT)? ¿Cualquier otro?
- » Examine el estado de los equipos de producción. ¿Con qué frecuencia se calibran los equipos de soldadura, prueba y metrología, así como las herramientas de inspección?
- » ¿Cómo se almacenan los materiales metálicos básicos? ¿Se realiza una identificación positiva de materiales (PMI) en los materiales durante la recepción? Examine el área de almacenamiento de metal base.
- » ¿Cómo se almacenan, controlan y distribuyen los metales de aportación para soldadura? ¿Qué evita que se utilice un metal de aportación de soldadura incorrecto durante toda la producción? Examine el área de almacenamiento del metal de aportación para soldadura.
- » ¿Se mantiene la trazabilidad de las soldaduras durante el proyecto (por ejemplo, mapas y dibujos de soldadura)?
- » ¿Se mantiene la trazabilidad de los materiales metálicos base, los metales de aportación para soldadura y los fundentes? ¿Se archivan los informes de pruebas de materiales certificados (CMTR)?
- » ¿Se realizan inspecciones durante el proceso? ¿Se inspeccionan las uniones soldadas antes de soldar? ¿Cómo se garantiza el estricto cumplimiento técnico de las WPS, códigos, planos y documentación?





Fig. 3 — Los soldadores observadores realizan soldadura por arco de tungsteno con gas (GTAW) en placas tubulares en la fabricación de un calentador de agua de alimentación.

contractual durante la producción? ¿Qué garantías hay de que se siguen las variables y parámetros de WPS durante la soldadura de producción?

- » ¿El personal recibe capacitación sobre seguridad en el taller, símbolos de soldadura y discontinuidades de soldadura VT? Examine los registros de capacitación de soldadores, instaladores, inspectores y personal de calidad.

## Propósito de la auditoría de soldadura

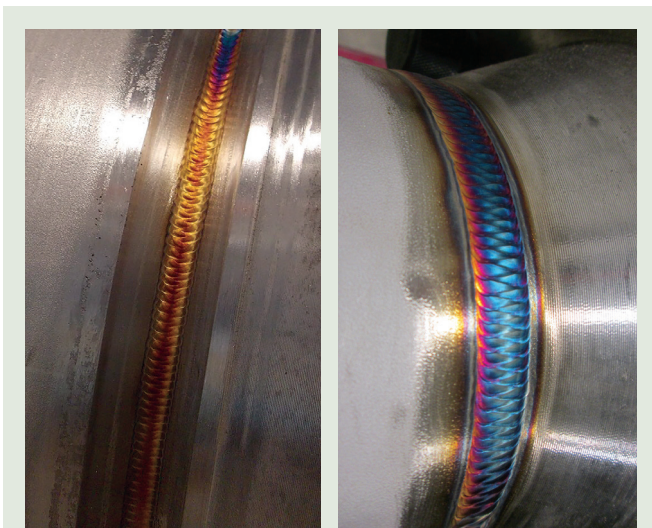
¿Cuál es el propósito de realizar auditorías de soldadura de proveedores? La respuesta es triple: 1) determinar si el proveedor posee las calificaciones necesarias para ejecutar el trabajo respectivo para cumplir con los requisitos del contrato; 2) proteger el EA mitigando los costosos casos de soldaduras mediocres, marginales y no conformes que resultan en retrabajos o reparaciones extensos, reclamos de garantía y seguro, costos de demora y daños y perjuicios, y litigios. Existen riesgos asociados con la subcontratación de trabajos de fabricación de piezas soldadas, especialmente para apagones urgentes en plantas de energía, fabricación de defensa e infraestructuras civiles, durante los cuales puede ocurrir una cantidad impactante de costos y retrasos no planificados debido al mal desempeño de los proveedores y a soldaduras y piezas soldadas que no cumplen con los requisitos; y 3) calificar a un proveedor para que pueda ser incluido en la lista de proveedores aprobados para posibles contratos futuros. La calidad de la mano de obra y el cumplimiento de los criterios del dibujo y del contrato son elementos vitales en la fabricación de soldaduras seguras, confiables y dignas de confianza (Figs. 3-7). Una auditoría de soldadura en sitio realizada por un auditor calificado revelará las fortalezas y debilidades, la cultura corporativa de calidad y los hechos ocultos de los proveedores. Puede encontrar más información sobre la importancia de realizar auditorías de soldadura en sitio en el artículo del *Welding Journal* de William C. LaPlante titulado “Prevención de la oxidación en tuberías de acero inoxidable”. (Consulte las páginas 100 a 104 de la edición de septiembre de 2014).

## Hechos invisibles

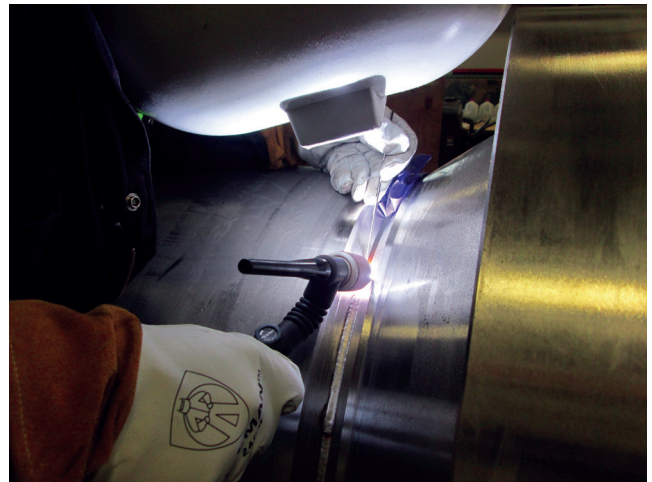
### Ejemplos de lista de verificación de preguntas de auditoría de soldadura y tareas a realizar en sitio

- » si un proveedor no tiene suficiente personal y tiene un número insuficiente de personal técnico, de ingeniería y de supervisión calificado trabajando en el taller para examinar y supervisar el trabajo de producción;
- » si el proveedor emplea un sistema de calidad eficaz y posee una cultura de calidad en el lugar de trabajo, o si la cultura corporativa se centra más en la velocidad, la programación, el costo y la cantidad de trabajo que en la calidad del trabajo;

- » si la gerencia de un proveedor se hace de la vista gorda y no financia a los departamentos para comprar libros de códigos actualizados, equipos NDE y herramientas de garantía y control de calidad o no proporciona fondos para la capacitación de calificación del personal;
- » si un proveedor subcontrata el trabajo de fabricación de sus clientes sin revelarlo;
- » si la gerencia del proveedor prefiere no intervenir de manera proactiva y solo corrige los problemas de calidad si los identifica el organismo ejecutor;
- » si un proveedor depende de la EA para financiar y proporcionar personal técnico, de ingeniería y de calidad durante la duración del proyecto;
- » si el proveedor sobrestimó sus capacidades al cotizar el alcance del trabajo del contrato propuesto;
- » si el personal de calidad de una empresa carece de personal suficiente, tiene exceso de trabajo o está abrumado para abordar y resolver problemas crónicos de calidad;
- » si un proveedor utiliza piezas soldadas del proyecto EA para la práctica de capacitación en el trabajo de soldadores e instaladores, durante las cuales la calidad se ve afectada;
- » si hay dificultades para contratar y retener personal calificado hasta el punto de que la tasa de rotación de empleados sea un problema; y



*Fig. 4 — Observaciones de soldaduras de tuberías, paso en caliente GTAW manual/segundo paso, tubo de acero inoxidable 316L de 30 pulgadas de diámetro. Derecha: paso manual de cubierta/ tapa GTAW, 12 pulgadas de diámetro, accesorios reductores de acero inoxidable 316L.*



*Fig. 5 — Observaciones de un paso de raíz GTAW, tubería de acero inoxidable 316L de 24 pulgadas de diámetro.*

- » si es factible una relación comercial viable con el proveedor (es decir, filosofías, actitudes y cultura de calidad complementarias).

## Saber qué buscar

Es esencial estar preparado, atento y hacer preguntas interesantes durante una auditoría de soldadura de proveedores en sitio. Se pueden obtener información valiosa y características operativas durante las discusiones en el sitio y durante una inspección del taller de soldadura en lugar de solo conferencias remotas, auditorías telefónicas e investigaciones en internet. Los auditores con capacitación en inspección de soldadura pueden identificar mejor las discontinuidades y defectos visuales de la soldadura. Además, los auditores de soldadura de EA con experiencia en ingeniería de fabricación o soldadura son expertos en identificar operaciones de fabricación y deficiencias en la práctica. Los auditores de soldadura buscarán deliberadamente la solidez fundamental de un taller de soldadura con una mayor comprensión y conciencia de qué examinar, aumentando así la confiabilidad y precisión de una auditoría. Durante una auditoría de soldadura, los auditores se concentran en las áreas esenciales en la fabricación de las piezas soldadas del proyecto propuesto. Además, los atributos fundamentales de solidez del taller exigen un gran escrutinio al determinar las calificaciones innatas de un proveedor durante todo el proceso de auditoría.

## Solidez fundamental del taller del proveedor

**Los atributos fundamentales de solidez del taller incluyen lo siguiente:**

1. **TIEMPO DE ARCO.** El tiempo de arco se utiliza en el cálculo del porcentaje de tiempo de arco encendido. Por ejemplo, si un soldador suelda tres de cada diez minutos, el porcentaje de tiempo de arco es del 30%. En promedio, el porcentaje de tiempo de arco dentro



de un taller de soldadura que utiliza procesos de soldadura manuales (es decir, GTAW y soldadura por arco metálico protegido [SMAW]) y procesos semiautomáticos (es decir, soldadura por arco metálico con gas [GMAW] y soldadura por arco con núcleo fundente [FCAW]) es < 13%. Los porcentajes de tiempo de arco mecanizados y automáticos son mayores. Los porcentajes de tiempo de arco reflejan las características de eficiencia de producción y productividad de una operación de soldadura.

- 2. TIEMPO DE DESBASTADO.** El tiempo de desbastado disminuye el tiempo de arco. Considerando que, a medida que aumentan la competencia y las habilidades de los soldadores manuales y la utilización de los procesos de mecanización y automatización, disminuye la necesidad de desbastar cada cordón de soldadura después de soldar. El extenso tiempo de desbastado del cordón de soldadura refleja una tendencia siniestra que afecta directamente la soldadura y la calidad del material soldado, los costos de fabricación, la estética y la productividad.
- 3. COMPETENCIA** en producción, ingeniería y liderazgo de calidad (es decir, gerentes, supervisores y líderes).
- 4. CUMPLIMIENTO E INSPECCIONES EN PROCESO.** ¿Qué métodos de calidad se utilizan durante la fabricación para garantizar el estricto cumplimiento técnico de las WPS, códigos, dibujos y documentación contractual? Además, se deben realizar inspecciones durante el proceso para mitigar retrabajos, reparaciones y no conformidades en la inspección final. Es demasiado tarde para evitar las costosas consecuencias cuando se identifican soldaduras y no conformidades o discontinuidades durante una inspección final o una actividad de inspección del primer artículo. Además, ¿qué garantías se ofrecen de que se sigan las variables y parámetros de la WPS durante la soldadura de producción? Antes de soldar y cortar, ¿se inspeccionan las uniones soldadas y la ubicación y orientación de los componentes (por ejemplo, boquillas de recipientes)?
- 5. TASA DE ROTACIÓN DE EMPLEADOS.** La rotación de empleados daña la moral, disminuye la productividad y agrega costos de incorporación perpetuos a una empresa. El reclutamiento y retención de personal calificado es crítico.
- 6. CAPACITACIÓN.** La calidad de la mano de obra depende de que el personal (por ejemplo, soldadores, instaladores e inspectores) esté capacitado y posea la competencia y el conocimiento necesarios para sus trabajos. Capacitar al personal involucrado en actividades que afectan la soldadura y la calidad de los elementos soldados es crucial para lograr productos de calidad. Los programas de aprendizaje, tutoría y pasantías son invaluable para la capacitación.
- 7. LIDERAZGO EN EL TALLER.** Debe trabajar suficiente personal calificado en el taller para examinar y super-

visar diariamente la fabricación de piezas soldadas. La falta de personal es un problema cuando falta personal principal en el taller (tales como supervisores de soldadura, ingenieros de garantía de calidad y control de calidad, ingenieros de manufactura, e inspectores de soldadura para apoyar a los soldadores e instaladores en lo siguiente:

- confirmar que se están utilizando los metales de aportación de soldadura correctos;
  - dirigir el cómo se deben completar las tareas asignadas;
  - responder preguntas y ayudar a elaborar interpretaciones;
  - Confirmar el ajuste, la ubicación y la orientación correctos de las juntas soldadas de los componentes antes de soldarlos o cortarlos.
  - proporcionar un enfoque práctico para la localización y resolución de problemas de producción y procesos;
  - garantizar que se sigan prácticas laborales seguras;
  - realizar inspecciones durante el proceso que garanticen el cumplimiento de WPS, códigos, planos y documentación del contrato;
  - evaluar los resultados de las END (Examen no destructivo)
  - desarrollar herramientas, accesorios y plantillas; y
  - instruir a los soldadores e instaladores.
- 8. MECANIZACIÓN Y SOLDADURA AUTOMÁTICA.** Las tecnologías mecanizadas y de automatización aumentan el tiempo de encendido del arco y la productividad de la soldadura, disminuyen el retrabajo y las reparaciones, disminuyen la distorsión y mitigan la contratación de soldadores manuales altamente calificados. Además, tenga en cuenta la aplicación de dichas tecnologías para sistemas de mecanizado y biselado de corte, ranurado por arco y preparación de juntas soldadas. La consistencia de la calidad de la mano de obra y la soldadura general y la calidad de los elementos soldados aumentan con las tecnologías mencionadas anteriormente.
  - 9. MEJORA CONTINUA.** Aplicar la filosofía Kaizen, donde existen acciones para mejorar prácticas y procesos.
  - 10. UTILIZACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD (SGC).** Descuidar el uso de un SGC aumenta el riesgo de retrabajos y reparaciones continuas, capacitación inadecuada de la fuerza laboral y empo-



Fig. 6 — Observaciones de una aplicación de revestimiento de tiras de soldadura por arco sumergido (SAW) de acero al carbono utilizando un electrodo de tira EQNiCr-3 (Inconel® Weldstrip 82), 60 mm (2.36 pulgadas) de ancho × 5 (0.196 pulgadas) de espesor. Flujo: Registro de flujo básico aglomerado NFT 201.



Fig. 7 — Fabricación de una pieza soldada de acero estructural empleando el proceso GMAW.

deramiento de los empleados, falta de iniciativas de mejora continua, controles de procesos deficientes, entregas tardías, disminución de la calidad del producto y satisfacción del cliente, y aumento del desperdicio. Por ejemplo, ¿qué mecanismo de calidad existe para garantizar el estricto cumplimiento técnico de las WPS, códigos, planos y documentación del contrato del proyecto durante la producción?

11. **CALIDAD DE MANO DE OBRA.** La cultura corporativa de calidad se revelará a través de las prácticas laborales en el taller y de las soldaduras y las inspecciones de piezas soldadas. Los empleados que demuestran profesionalismo y orgullo por su trabajo se destacan al igual que aquellos que no lo hacen. La soldadura y la calidad de la mano de obra reciben mucha visibilidad durante una auditoría y están sujetas a escrutinio.
12. **LIMPIEZA DEL TALLER DE SOLDADURA.** Aplicar la metodología 5S. También se debe seguir lo siguiente: aplicar las pautas ambientales, de salud y seguridad (EHS) del taller de soldadura, utilizar equipos calibrados, emplear prácticas de prevención de desechos de

objetos extraños o daños por objetos extraños (FOD), gestionar las inspecciones de recepción entrantes y gestionar las celdas de prueba.

## Conclusión

Las auditorías de soldadura son una parte prudente del negocio y son fundamentales para determinar si un proveedor posee las calificaciones necesarias para ejecutar el trabajo respectivo y cumplir con los requisitos del contrato. El mal desempeño de los proveedores da como resultado una cantidad asombrosa de costos y retrasos no planificados (por ejemplo, sobrecostos del proyecto, incursión de costos debido a retrasos y daños y perjuicios, y falta de instalaciones de piezas soldadas urgentes). Es importante ser diligente y minucioso al realizar una auditoría de soldadura en el sitio antes de adjudicar un contrato de fabricación.


**WILLIAM C. LAPLANTE** ([wlaplante.scwi@gmail.com](mailto:wlaplante.scwi@gmail.com)) es ingeniero de soldadura y AWS CWI, SCWI y CWE en Anchorage, Alaska.



# Lo que hay que saber sobre la configuración de aluminio

POR SEAN WALKOWSKI

Para soldar aluminio con éxito, una configuración y práctica cuidadosas pueden producir resultados positivos



La soldadura por arco metálico con gas y aluminio (GMAW) requiere atención al detalle y una base de conocimientos para tener éxito. También es necesario tomar precauciones para evitar errores comunes que pueden provocar tiempos de inactividad para solucionar problemas.

Como ocurre con cualquier aplicación, la soldadura por arco metálico con gas y aluminio (GMAW) requiere atención al detalle y una base de conocimientos para tener éxito. También es necesario tomar precauciones para evitar errores comunes que pueden provocar tiempos de inactividad para la resolución de problemas y afectar negativamente la integridad de la soldadura terminada.

Los desafíos comunes incluyen la capacidad de alimentación debido a la suavidad del alambre de soldadura de aluminio, que puede verse exacerbada si el operador enrolla la pistola de soldar o aprieta demasiado los rodillos impulsores. La falta de limpieza y las fugas de gas de protección pueden provocar porosidad. También puede ocurrir fusión en secciones delgadas de material y fusión incompleta en secciones más gruesas si el operador de soldadura utiliza la configuración o técnica incorrecta.

Las personas nuevas en la soldadura de aluminio deben conocer los requisitos de limpieza, la configuración adecuada de los tambores o carretes, el equipo correcto a utilizar y más.

## Pasos para una configuración exitosa

Al prepararse para GMAW de aluminio, es necesario observar cada componente del sistema de soldadura. Cada uno tiene requisitos que varían y existen mejores prácticas a seguir.

### 1. CARRETES Y TAMBORES

Los carretes suelen ser sencillos de instalar. Periódicamente, puede ocurrir accidentalmente un enredo al conectar un carrete a la alimentación de alambre; sin embargo, el operador puede solucionar el problema quitando el carrete de la alimentación y quitando una o dos capas de alambre. Sostenga el carrete desde abajo (en lugar de por el borde) y colóquelo en el conjunto del carrete, alineando el orificio del carrete con la clavija de la alimentación de alambre. Coloque el clip de retención en su lugar para asegurar el carrete.

Configurar un tambor de alambre de soldadura para aluminio requiere un poco de tiempo y conocimientos porque el alambre tiende a voltearse cuando se saca del tambor. Si esa vuelta no puede escapar a través de la punta de contacto, se enredará dentro del tambor. Cada fabricante tiene su propio estilo de tambor e instrucciones de configuración que los operadores de soldadura siempre deben seguir. Es importante tener en cuenta que diferentes aleaciones de aluminio pueden requerir diferentes componentes de alimentación del tambor. Un llenador de la serie 4XXX generalmente requiere un dispositivo dentro del tambor que gira mientras alimenta el alambre, mientras que un llenador de la serie 5XXX solo necesita un anillo o cono que se asienta en la parte superior del tambor y dirige el alambre a través del centro.

Independientemente del estilo del tambor de soldadura de aluminio del fabricante, es necesario que todos los conductos desde el tambor hasta la alimentación sean rectos para proporcionar la alimentación más suave. Al realizar un giro con un conducto, el radio del giro debe ser de al menos 2 a 3 pies y no más cerrado. Esto permite que los giros fluyan a través del conducto. Es importante hacer que el conducto

tenga la longitud adecuada para que no haya jorobas ni curvas en el camino hacia la alimentación.

### 2. ALIMENTADOR DE ALAMBRE Y RODILLOS IMPULSORES DE SOLDADURA

Algunos alimentadores de alambre utilizados en GMAW de aluminio tienen frenos eléctricos para evitar que se enrollen demasiado cuando la alimentación de alambre deja de tirar. Otros tienen una forma de tensor en el cubo, por lo que cuanto más lo aprieta el soldador, más difícil es girar. Este estilo debe configurarse de manera que se requiera muy poca fuerza para hacer girar el carrete; sin embargo, el carrete debería dejar de girar tan pronto como la alimentación deje de tirar.

Utilice siempre rodillos impulsores de soldadura con ranura en U cuando suelde aluminio porque el alambre es suave y otros estilos pueden rasurarlo fácilmente. La presión del rodillo impulsor debe establecerse al mínimo para reducir la distorsión o la posibilidad de rasurar el alambre. Una simple prueba puede determinar la tensión correcta. Cuando el operador saca el cable de la pistola con una mano enguantada, debe enrollarse en una bobina de 2 a 3 pulgadas de diámetro. Una bobina de menor diámetro indica demasiada presión en los rodillos impulsores y el operador necesita aflojar los rodillos impulsores. Cuando la tensión del rodillo impulsor está configurada correctamente, los rodillos impulsores deben deslizarse y dejar de alimentar alambre cuando el operador aplica más presión con la mano de la necesaria para hacer la bobina de 2 a 3 pulgadas de diámetro.

### 3. PISTOLA DE SOLDAR Y CONSUMIBLES

Las pistolas “push-pull” son las más comunes para GMAW de aluminio, ya que brindan una alimentación confiable cuando se combinan con un revestimiento de nailon o plástico. Estos revestimientos ayudan a aliviar el rasurado del alambre que causa obstrucciones y, en última instancia, una mala alimentación del alambre. Las pistolas “push-pull” también son adecuadas para todos los diámetros de alambre. Las pistolas de carrete son una opción más asequible para proyectos más pequeños, pero requieren cambios frecuentes de carrete de alambre de soldadura. En algunos casos, las operaciones de soldadura eligen un sistema de soldadura por empuje estándar que utiliza un revestimiento de acero enrollado en D monobobina y alambres de mayor diámetro (por ejemplo 0.047 a 0.062 pulgadas) junto con cables de alimentación más cortos. Al utilizar esta opción, es importante desbarbar los extremos de cualquier revestimiento de acero cortado para evitar problemas de rasurado.

El GMAW de aluminio requiere puntas de contacto específicas. Estas puntas tienen un diámetro interior que es aproximadamente entre un 10 y un 15% mayor que el diámetro del alambre. También se pulen para eliminar las rebabas que podrían provocar virutas. Es importante tener en cuenta que el alambre de aluminio  $\frac{3}{64}$  pulgadas no mide 0.045 pulgadas, sino 0.047 pulgadas. Usar una punta de contacto estándar de 0.045 pulgadas puede provocar problemas de fusión y alimentación.





**Para el proceso GMAW, preste mucha atención a todos los componentes que contribuyen a una alimentación suave del alambre, así como a los parámetros recomendados por los fabricantes de equipos y metales de aportación.**

## Comprensión de las fuentes de energía, los parámetros y más

Cualquier fuente de energía GMAW de electrodo positivo de corriente continua (DCEP) es capaz de soldar aluminio. Al soldar con una fuente de energía pequeña, el factor limitante más importante será el espesor del material porque el aluminio es térmicamente conductor y requiere mucha energía para completar el proceso de soldadura. Para soldar secciones delgadas de aluminio, es una buena idea invertir en una fuente de energía con capacidades de soldadura pulsada, ya que esto ayuda a minimizar el riesgo de fusión y distorsión.

No existe una regla general establecida para configurar los parámetros de soldadura para GMAW de aluminio. Calcular la velocidad de alimentación del alambre (WFS) y el amperaje, junto con el voltaje y la velocidad de desplazamiento depende de la aplicación, la aleación de aluminio, el espesor del material base y el diámetro del alambre. Por ejemplo, los alambres de aluminio de la serie 5XXX requieren velocidades de alimentación de alambre mucho más altas para alcanzar los mismos amperajes que los alambres de la serie 4XXX. Esto se debe a las diferencias de conductividad eléctrica entre

las dos series de aleaciones. Debido a que el aluminio de la serie 5XXX requiere un WFS más alto, también es necesario que los operadores utilicen velocidades de desplazamiento más rápidas para lograr el tamaño de soldadura objetivo y mantenerse por delante del baño de soldadura.

Algunos fabricantes de metales de aportación proporcionan una tabla en sus hojas de especificaciones que ofrece puntos de partida para los parámetros de soldadura para diferentes diámetros de alambre y espesores de material base. También existen fuentes de energía en el mercado que permiten a los operadores de soldadura seleccionar variables como el espesor del material y la aleación. La máquina, a su vez, proporciona el punto de parámetro inicial, que se puede ajustar según sea necesario para obtener los resultados deseados.

El gas protector más común para el aluminio GMAW es 100% argón. El argón proporciona una buena protección contra la atmósfera, tiene propiedades de limpieza constantes y es rentable. Una mezcla de argón y helio es otra opción para soldar aluminio de 1 pulgada o más de espesor. La mezcla aumenta el potencial de ionización y la conductividad térmica del gas, generando un arco más caliente. Esto

da como resultado una mayor profundidad de fusión y reduce la posibilidad de que se forme porosidad porque el baño de soldadura permanece fluido por más tiempo.

La selección del metal de aportación depende de la aleación de aluminio que se va a soldar y de las condiciones de servicio que encontrará la pieza. Consulte una tabla de metales de aportación para obtener ayuda.

## La limpieza es clave

Incluso si todos los componentes del proceso GMAW del aluminio están en orden, la falta de una limpieza adecuada dará lugar a malos resultados.

La eliminación de la humedad es el primer paso en la limpieza y preparación del material. Incluso la más mínima cantidad de humedad en el aluminio puede provocar porosidad. Idealmente, las operaciones de soldadura deberían evitar, en primer lugar, que se desarrolle humedad. Esto se realiza vigilando el punto de rocío y la humedad en el área de almacenamiento para evitar condensaciones y llevando el material al área de soldadura con 24 horas de anticipación. Esto permite que el material pase a la temperatura ambiente y evita cambios de temperatura de frío a calor.

Después de asegurarse de que el material base de aluminio esté libre de humedad, el operador de soldadura debe aplicar un solvente con un paño limpio para desengrasarlo. El aceite, la grasa y la pintura contienen hidrocarburos que producen porosidad cuando se sueldan.

Por último, utilice un cepillo de alambre de acero inoxidable dedicado a limpiar aluminio para prevenir aún más la porosidad. El cepillo de alambre es necesario para eliminar el óxido de aluminio de la superficie del aluminio. Es una buena práctica cepillar en una dirección para evitar la incrustación de contaminantes. Algunos operadores de soldadura prefieren herramientas eléctricas a un cepillo de alambre de acero inoxidable, pero deben operarse a baja presión y bajas revoluciones. Una amoladora eléctrica es una mejor opción que una herramienta neumática porque el escape de esta última puede contener pequeñas cantidades de aceite que podrían contaminar el material base.

## Obteniendo los mejores resultados

Si bien existen muchos pasos para soldar aluminio con éxito, una configuración y práctica cuidadosas pueden producir resultados positivos. Para el proceso GMAW preste mucha atención a todos los componentes que contribuyen a una alimentación suave del alambre, así como a los parámetros recomendados por los fabricantes de equipos y metales de aportación. **WJ**

**SEAN WALKOWSKI** ([sean.walkowski@hobartbrothers.com](mailto:sean.walkowski@hobartbrothers.com)) es ingeniero de aplicaciones de aluminio e inspector de soldadura certificado por AWS en Hobart Filler Metals, Traverse City, Michigan.

## ÍNDICE DE ANUNCIANTES

<b>AWS Certification</b> aws.org/certification	<b>15</b> (305) 443-9353	<b>Genstar Technologies, Inc.</b> gentec.com	<b>12</b> (909) 606-2726
<b>Bradford Derustit Corp.</b> derustit.com	<b>22</b> (714) 695-0899	<b>Hypertherm</b> hypertherm.com	<b>2</b> Contacto Web
<b>Cor-Met, Inc.</b> cor-met.com	<b>11</b> (800) 848-2719	<b>RWMA</b> aws.org/RWMA	<b>29</b> Contacto Web
<b>Dengensha México</b> sales@dengensha.com	<b>13</b> (477) 226-9327	<b>Weston Tools</b> westontools.com.mx	<b>13</b> 52 1 33 2390 5638
<b>Diamond Ground Products</b> diamondground.com	<b>40</b> (805) 497-3837	<b>Welding Technology Group S.A.S</b> helioswelds.com	<b>14</b> Contacto Web



# ¿Buscando Tungsteno Toriado del 2%?



El tungsteno toriado del 2% ha sido el estándar de la industria de la soldadura por décadas. Ahora algunos distribuidores le harán creer que la disponibilidad del tungsteno toriado llegó a su fin.

Los Tungsten Electrode Experts de Diamond Ground Products tienen tungsteno toriado del 2% en existencia y disponible por tiempo indefinido.

Llame a DGP para conseguir su tungsteno toriado al 2% o 4% o para obtener una muestra gratuita de nuestras otras variantes de tungsteno, como Tri-Mix™ o Cryo-T. Estas son mejores opciones y no como otras imitaciones baratas que dicen ser “tecnología nueva”.



*“The Tungsten Electrode Experts”*

2651 Lavery Court • Newbury Park, CA 91320  
 Tel: 805.498.3837 • sales@diamondground.com  
**DIAMONDGROUND.COM**