

Nº 161
Año XXI - mayo/agosto 2020

soldadura y tecnologías de unión



revista de la Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión

EDITORIAL
SALIMOS REFORZADOS

ENTREVISTA A

ENRIQUE MUÑOZ BARONA

DIRECTOR GENERAL DE SCHUNK IBÉRICA S.A





La nueva imagen del Manual del Soldador

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE SOLDADURA Y TECNOLOGÍAS DE UNIÓN - CESOL

MANUAL DEL SOLDADOR

Germán Hernández Riesco



27^a
EDICIÓN



Revista trimestral órgano oficial de la Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión-CESOL

Director

Fernando Mañas Arteché

Edita

SAF - Sistemas Avanzados de Formación, S.A.U.

Redacción

Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión
 C/ Condado de Treviño, 2
 (entrada por C/ Serrano Galvache)
 28033 Madrid
 Teléfono: 91 475 83 07
 Fax: 91 500 53 77

Suscripciones

SAF
 Teléfono: 91 475 83 07
 Fax: 91 500 53 77

Consejo de Redacción CESOL

Fernández Villaamil, Carmen
 Hernán León, Elena
 Rosell González, Juan Vicente

Diseño, maquetación e impresión

Celso. Publicidad y Marketing
 www.celso-publicidad.es

© Copyright

Prohibida la reproducción total o parcial del contenido de la presente revista, por cualquier medio y soporte, sea mecánico, en papel o electrónico.

Depósito Legal

M-36488-2013

Siganos en

www.cesol.es y en las RRSS



Foto portada: Celso

CONTENIDO

EDITORIAL	■ SALIMOS REFORZADOS Fernando Mañas, Director General de CESOL	5
ACTUALIDAD	■ CARETA DE SOLDADURA FRONIUS VIZOR CONNECT Seguridad laboral inteligente con el mayor confort	6
	■ CESOL, Entidad colaboradora en el Día de la Refrigeración organizado por AEFYT	7
	■ CASTOLIN EUTECTIC fortalece su posición para un mayor crecimiento con nuevos accionistas	7
NOTICIAS	■ ASAMBLEA GENERAL DE LA EWF	8
	■ LAS0tech fortalece a OTC DAIHEN EUROPE	9
ENTREVISTA	■ Enrique Muñoz Barona, Director General de SCHUNK IBÉRICA, S.A.	10
ARTÍCULOS TÉCNICOS	■ La proyección térmica "fría" como técnica de manufactura aditiva por K. Zomeño, B. Garrido, S. Dosta, I.G. Cano, J.Mª. Guilemany. THERMAL SPRAY CENTR (CPT) UNIVESITAT DE BARCELONA	13
	■ Tratamientos de plasma atmosférico como modificador de las propiedades adhesivas de materiales compuestos EPOXI-FIBRA DE VIDRIO por M.A. Martínez, J. Abenojar, M. Pantoja UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	19
INTERNATIONAL TECHNICAL ARTICLES	■ New developments of high quality electrosag strip cladding of single and multiple layers of 625 & 825 alloys allowing enhanced productivity in the construction of clad vessels for chemical and petrochemical service environments J-P Van Nieuwenhoven ¹ , J. Mª. Miguel ² , P. Basco ² ¹ HEAD APPLICATION ENGINEERING & TECHNOLOGY, VOESTALPINE BÖHLER WELDING BELGIUM - UTP MAINTENANCE, ² VOESTALPINE BÖHLER WELDING SPAIN	22
TALLER DE SOLDADURA	■ Evaluación de las soldaduras con la inspección visual Charles Vega Schmidt. RIOS SUPPLY CHAIN S.L.	25
INFORMACIÓN DE CESOL	■ Información de la Junta Directiva de CESOL	35
	■ Programación de Cursos del año 2020	36
	■ Personal de soldadura. Personal Certificado	39
BOLETÍN DE SUSCRIPCIÓN A LA REVISTA		41
AGENDA 2020		42
PUBLICACIONES Y RESEÑAS BIBLIOGRÁFICAS		44
BOLSA DE EMPLEO		46
FOTOGRAFÍA TU TRABAJO		47
DIRECTORIO DE EMPRESAS		48



**Miembro
de pleno derecho de
la Federación Europea
de END (EFNDT) y del
Comité Internacional
de END (ICNDT)**

PRINCIPALES ACTIVIDADES

- **Certificación** del personal de END, a través de su organismo independiente CERTIAEND (acreditado por ENAC según EN ISO/IEC 17024 y UNE EN ISO 9712).
- **Formación** en END. Cursos permanentes en la sede y también a medida en las instalaciones del cliente.
- **Cualificación** del personal de Niveles 1, 2 y 3 que realiza END en el sector Aeroespacial, de acuerdo con UNE EN 4179, a través del centro de examen de la AEND, CECAEND.
- **Publicación** de manuales y textos de estudio.
- **Difusión** mediante su revista "END".
- **Organización** de eventos nacionales e internacionales.
- **Participación** en proyectos internacionales.
- **Normalización**, participando en los Comités Técnicos CTN 130 de AENOR, TC 138 del CEN y TC 135 de ISO.

SALIMOS REFORZADOS

Sin ánimo de acaparar este espacio, dadas las excepcionales circunstancias que estamos viviendo, me quiero dirigir a vosotros, de nuevo, en este editorial.

En primer lugar, **como habréis podido comprobar, el medio por el que recibís esta publicación (soporte digital) es diferente al habitual.** Muchos de vosotros ya nos habíais sugerido este cambio, por ser más sostenible con el medio ambiente, y hemos pensado que, en estos momentos, se trata además de un medio de recepción más seguro.

Hecha esta aclaración preliminar y cuando vamos, poco a poco, recuperando la normalidad y entrando en una nueva realidad, **desde CESOL queremos mandaros un mensaje de consuelo y cariño a los que hayáis sufrido la enfermedad o la pérdida de seres queridos.**

Del mismo modo, **enviamos desde aquí todo nuestro apoyo y solidaridad a profesionales y empresarios que, en estos momentos, estáis sufriendo los daños económicos colaterales de la pandemia.**

Debemos hacer una reflexión a la vista de todo lo acontecido. Debemos apostar por nuestra industria y reducir la dependencia de las importaciones. Tenemos capacidad suficiente y lo hemos demostrado. Durante los peores momentos de esta crisis nuestras fábricas de automóviles hicieron respiradores, las de zapatos confeccionaron mascarillas, las de licores nos abastecieron de gel hidroalcohólico, las textiles cosieron batas y elaboraron material de protección, las empresas dedicadas a la Fabricación Aditiva con sus impresoras 3D proporcionaron pantallas protectoras y componentes para respiradores y nuestros solda-



**Fernando Mañas Arteché,
Director General de CESOL**

dores, en un fin de semana, realizaron todas las uniones de la instalación de gases necesaria para abrir el hospital de IFEMA. **¡¡Bravo por todos ellos!!** Por nuestra parte, en CESOL, durante el confinamiento **hemos estado apoyando a los profesionales adaptando nuestras formaciones a las nuevas circunstancias.** Y seguimos trabajando en ello para ayudar a la industria y continuar nuestro cometido, promoviendo e impulsando las Tecnologías de Unión, ya sea la Soldadura, Adhesivos o la Fabricación Aditiva.

El 20 de marzo, **abrimos una nueva aula de formación online tan necesaria en los momentos de confinamiento, ofreciendo importantes descuentos en los precios y que mantendremos, al menos durante todo el 2020.** También hemos avanzado para, en poco tiempo, **poder ofrecer cursos online de Fabricación Aditiva.**

Éramos conscientes de que nuestros profesionales necesitaban titulaciones y certificaciones para poder continuar desarrollando su actividad y debíamos seguir proporcionándoselas. Por ello, adaptamos nuestros cursos semipresenciales, aprovechando las nuevas

tecnologías implantadas en CESOL y el nuevo equipamiento adquirido por nuestra Asociación para continuar impartirlos. Lo mismo hicimos con los exámenes. Ha supuesto un importante esfuerzo, aunque con la recompensa de haber avanzado en la digitalización de CESOL, lo que nos permite ofrecer más y mejores servicios a todos vosotros.

Hemos aprendido de la situación vivida y nos quedarnos con lo positivo. De ese modo salimos reforzados. El confinamiento nos ha dado la oportunidad de valorar y dar importancia a cosas que antes dábamos por sentado y no apreciábamos.

Asimismo, solidarizándonos con nuestros asociados y para aportar nuestro granito de arena, rebajaremos el importe de la cuota de miembro para este año.

Por último, me gustaría resaltar, que en nuestra paulatina vuelta al trabajo he podido observar con gran satisfacción, la energía, ánimos e ilusión del personal de CESOL. **Frases como, "Ya estaba deseando volver..." o "¡Cómo se agradece poder volver por la oficina!" han sido habituales. Por ello me siento afortunado, una vez más, de poder contar con este equipo.**

Ya tenemos las oficinas abiertas en nuestro horario habitual, con todas las medidas de seguridad implantadas tanto para empleados como para visitas y esperamos poder veros pronto aquí, aunque de momento tenga que ser con mascarillas. CESOL en su labor de servicio os sigue apoyando y acompañando en vuestro camino profesional. ¡Podéis contar con nosotros!

Como dice el proverbio africano: *"Si quieres ir rápido, camina solo; si quieres llegar lejos, ve acompañado".*

Careta de soldadura Fronius Vizor Connect

Seguridad laboral inteligente con el mayor confort

Vizor Connect es la primera careta de soldadura que se comunica con una fuente de potencia a través de Bluetooth, permitiéndole así oscurecerse antes del cebado en lugar de después de la irradiación del arco voltaico. Además, a la careta no le afectan las luces externas y se oscurece eficazmente incluso en las situaciones de soldadura más complicadas. Esto optimiza la seguridad y el confort en el trabajo.



Vizor Connect completa la gama de caretas de soldadura Fronius y establece nuevos estándares para los equipos de protección inteligente (en la foto se puede observar el modelo Fazor 1000 Plus).

Con la tecnología PreTrigger de Fronius, la fuente de potencia envía una señal a la careta de soldadura en cuanto el soldador acciona el pulsador de arranque de la antorcha, por lo que la careta se oscurece antes del cebado del arco voltaico. Así, los breves destellos que ocurren antes del oscurecimiento no afectan al soldador, los ojos quedan totalmente protegidos de la luz de soldadura y no se cansan tan rápidamente.

El filtro cassette permanece oscurecido siempre que el arco voltaico esté encendido, aunque la corriente sea mínima, el arco voltaico se oculte o se trabaje en una posición forzada. Esto se debe a que la careta reacciona de forma totalmente fiable a la señal de la fuente de potencia a la que está conectada, lo que se traduce en una mayor seguridad para el soldador. La regulación del grado de protección establece automáticamente el grado de protección adecuado para el procedimiento de soldadura de acuerdo con las normas DIN 5-12. De este modo, el grado de oscuridad siempre se ajusta a la intensidad del arco voltaico. No obstante, si el soldador lo prefiere también puede regularlo de forma manual.

La perspectiva adecuada para cualquier circunstancia

Otra de las múltiples ventajas de Vizor Connect es que no le afectan las luces externas. Las caretas de soldadura convencionales pueden oscurecerse de forma involuntaria si se exponen a reflejos de luz, pilotos de advertencia o luz de soldadura ajena. Esto no ocurre con Vizor Connect, que ofrece una protección ideal en los trabajos previos y posteriores a la soldadura, por ejemplo, el esmerilado. Si el soldador interrumpe la conexión por Bluetooth entre la fuente de potencia y Vizor Connect, actúa como una careta de protección convencional y se oscurece al exponerse a luces de una intensidad determinada.

Cuando no está oscurecida, la careta ofrece una visión clara gracias a su grado de luminosidad de 2,5, así como una percepción real del color gracias a sus filtros UV y de infrarrojos. El filtro cassette con adaptación para la nariz se ocupa de que el soldador disfrute de una vista despejada con mayor comodidad. Su forma especial expande hasta seis veces el campo de visión de la careta y la hace más ligera.

CESOL, Entidad colaboradora en el Día de la Refrigeración organizado por AEFYT

El pasado 26 de junio se celebró, esta vez de manera on-line, el Día Mundial de la Refrigeración y CESOL ha participado activamente colaborando con este sector esencial para el ser humano.

El sector de la Refrigeración es todavía más clave durante los tiempos que vivimos. Unos claros ejemplos, más allá de los obvios de la conservación de alimentos o el bienestar de las personas, son:

- Renovación del aire de espacios cerrados (edificios, aviones, etc.), reduciendo la concentración de carga vírica
- Conservación de vacunas y muestras biológicas de ensayo
- Garantiza el funcionamiento de los sistemas informáticos y de comunicación para los que es esencial su refrigeración.

Y en la fabricación de los equipos de refrigeración, la soldadura (sobre todo el brazing) es uno de los actores principales. Las conducciones de los gases empleados en estos equipos se realizan uniendo tubos mediante soldadura. La seguridad de estas uniones es fundamental para reducir gastos excesivos por reposición de gases, reducir riesgos tanto para las personas como para el medioambiente y reducir gastos por averías de equipos.

CESOL ayuda a garantizar la seguridad de estas conducciones mediante la certificación de los soldadores y de los procedimientos de unión y asesorando en la elección de los métodos idóneos y la optimización de los procesos.



Castolin Eutectic fortalece su posición para un mayor crecimiento con nuevos accionistas

PARAGON PARTNERS, una de las principales firmas independientes de capital privado en Europa, adquiere todas las acciones de Castolin Eutectic (www.castolin.com), el proveedor líder mundial de soluciones de protección y reparación de desgaste para equipos industriales, del Grupo Messer.

Con sede en Kriftel (Alemania), Castolin Eutectic ofrece la gama completa de consumibles, equipos y servicios en tecnologías de soldadura, soldadura fuerte y revestimiento a más de 40,000 clientes en todo el mundo. Activa durante más de 100 años en el negocio de mantenimiento y reparación, la marca Castolin Eutectic es conocida por su excelente competencia técnica y calidad.

John Kirkwood (CEO de Castolin Eutectic): "Esperamos trabajar con PARAGON PARTNERS y estamos convencidos de que, juntos, podemos capitalizar aún más las fortalezas del grupo y el fuerte posicionamiento en el mercado. El nuevo capital nos permitirá invertir en varias iniciativas estratégicas y continuar buscando oportunidades de fusiones y adquisiciones".

El Dr. Edin Hadzic (cofundador y socio gerente de PARAGON PARTNERS) comenta: "Castolin Eutectic es el lugar ideal para la protección y reparación del desgaste industrial. Estamos entusiasmados de dar la bienvenida a este campeón de la industria a la familia PARAGON y esperamos apoyarlo en la próxima fase de desarrollo".

Stefan Messer, propietario de Messer Group y presidente del Consejo de Supervisión de MEC Group, agrega: "En PARAGON PARTNERS, hemos encontrado un accionista profesional con un fuerte espíritu emprendedor a quien podemos confiarle nuestro Grupo Castolin Eutectic con una posición internacional. Estoy seguro de que Castolin Eutectic estará en muy buenas manos y que, bajo el liderazgo de PARAGON, continuará su exitosa trayectoria de crecimiento rentable de ventas. Messer ahora se centrará en fortalecer aún más su negocio global de gases industriales, médicos y especializados".

ASAMBLEA GENERAL DE LA EWF



El pasado mes de mayo, el día 26, se celebró, por primera vez en línea, la Asamblea General de la Federación Europea de Soldadura, tras 27 años de existencia.

A la misma asistieron 53 representantes de más de 30 países lo que ha supuesto la Asamblea General con mayor número de asistentes y como viene siendo habitual, en representación de CESOL estuvieron presentes su Director General Fernando Mañas y su Director Técnico Juan Vicente Rosell.

Durante la misma, Fernando Mañas, como Tesorero de la Federación, presentó las cuentas del ejercicio de 2019, haciendo un pormenorizado desglose del balance, así como del informe de ingresos. EL informe del tesorero fue aprobado por la Asamblea General. Cabe resaltar que el número de diplomas está sufriendo un descenso que se espera poder compensar con las nuevas titulaciones que se ofrecen ya en Fabricación Aditiva.

Del mismo modo fue aprobado el presupuesto para el ejercicio de 2020.

Esta Asamblea General debía haberse celebrado de manera presencial en Sevilla, cuestión impedida por la situación derivada del coronavirus. No obstante, alguno de los asistentes quiso, al menos de manera virtual, estar allí.

Entre los temas que se debatieron, cabe destacar: El acuerdo entre la EWF y el IIW para mantener el sistema conjunto de cualificaciones fue renovado el 15 de mayo con la firma de los Presidentes de ambos organismos.

Se está preparando un acuerdo de colaboración con NAD-

CAP específico para el sector aeronáutico. Del mismo modo, se indicó que la EWF ha recibido contactos para impulsar un sistema de cualificación europeo en otras áreas como son la ciberseguridad, la robótica, los sistemas autónomos, la inteligencia artificial y el sector defensa. Este acercamiento de otros sectores nos da idea de que la EWF es percibida en toda Europa como un Organismo con un sistema muy robusto y consolidado de cualificaciones.

Por último, se hizo un exhaustivo repaso de las actividades realizadas por todos los grupos de trabajo de la EWF. La próxima reunión de la EWF será el 17 de noviembre en Oeiras, Portugal, si las condiciones lo permiten.

	2017	2018	2019
Diplomas per year	4.300	4.361	4.826
Growth	19%	-4%	-6%

En cuanto a la próxima Asamblea General se ha planificado para el mes de mayo de 2021 en Sevilla, aceptando todos los miembros la propuesta del Director General de CESOL de acoger la misma.



LASOtech fortalece a OTC DAIHEN EUROPE



Foto: (de izquierda a derecha:) Norihito Takahashi, Director Gerente de OTC DAIHEN EUROPE, Peter Beike, Director Gerente de LASOtech, Kentaro Kaneko, Vicepresidente Senior y Director General Ejecutivo de DAIHEN Corporation y Norbert Kleinendonk, Director Gerente de OTC DAIHEN EUROPE

El grupo de empresas DAIHEN ha ampliado su posición en el mercado europeo con la adquisición de LASOtech Systems GmbH. LASOtech es una empresa alemana especialista en integración de sistemas robóticos, que complementa la gama de servicios de OTC DAIHEN en puntos cruciales.

La empresa de Turingia se ha ganado una buena reputación como experta en la automatización de producción desde su fundación en 2007 y ha sido un socio de la empresa OTC DAIHEN EUROPE durante muchos años. Mediante el uso de aplicaciones de manipulación, el integrador de sistemas ha demostrado su eficacia especialmente en el pre y postprocesamiento de los procesos de soldadura por arco.

Con el trasfondo de numerosos proyectos de automatización en las áreas de soldadura, manipulación, sellado y procesamiento láser, LASOtech está representado con éxito no sólo en la industria automovilística europea, sino también en otras industrias relevantes para el sistema.

OTC DAIHEN EUROPE, como subsidiaria de la Corporación japonesa DAIHEN, utilizará a partir de ahora la capacidad combinada de tecnología de soldadura por arco e integración de sistemas para explotar aún más el potencial de automatización en los negocios europeos.

Ya en 2014, la Corporación DAIHEN reforzó su posición en el mercado de Europa del Este al adquirir el proveedor esloveno de equipos de soldadura VARSTROJ. Dos años más tarde, la OTC DAIHEN EUROPE estableció un centro técnico en Mainhardt, cerca de Stuttgart, para estar cerca de las regiones vecinas de Europa Central y de la industria automotriz.

El inicio de la prometedora fusión con LASOtech fue debidamente celebrado el 07.02.2020 en presencia de la alta dirección de OTC DAIHEN EUROPE.

ENRIQUE MUÑOZ BARONA

DIRECTOR GENERAL DE SCHUNK IBÉRICA S.A.



¿Cuáles son los orígenes de Schunk Ibérica?

Schunk Ibérica se establece en Madrid, en 1982, entre el Grupo alemán Schunk y la empresa española Carbones y Escobillas Eléctricas, S.A., fundada en 1942. En la actualidad se encuentra ubicada en Pinto, en unas instalaciones de más de 12.000 m², y cuenta con 120 empleados.

¿Cómo ha evolucionado desde sus comienzos en España?

78 años de expansión constante, durante los cuales se debe destacar la

fundación en 1989 de nuestra filial Schunk Portugal, así como el traslado a nuestras instalaciones actuales en 2004, año en que nos convertimos en "Centro de Excelencia" dentro del Grupo Schunk para la fabricación de pantógrafos de captación de corriente y piezas de grafito para aplicaciones de alta temperatura. El Grupo Schunk está formado por más de 60 empresas y está presente en 29 países con más de 8.000 empleados.

En los últimos años, la variabilidad y el volumen de los productos que se fabrican en Schunk Ibérica ha ido aumentando rápida y linealmente. Este

factor ha provocado que se deban tomar nuevas medidas en el ámbito de la producción para trabajar de una manera más eficiente, y así poder atender satisfactoriamente a la creciente demanda. Ante este desafío, y encaminados a la Excelencia de Producción, Schunk Ibérica decidió implantar el sistema Lean Manufacturing en todas las áreas productivas, así como en almacenes y expedición, optimizando tiempos y costes, definiendo estándares y consiguiendo así sustanciales mejoras en los procesos productivos.

Posteriormente, se ha llevado a cabo



la digitalización de la fábrica, introduciendo el Sistema MES (Manufacturing Execution System) que enlaza todos los procesos, máquinas y operarios para compensar y optimizar la capacidad de producción, lo que permite identificar y minimizar al máximo los tiempos perdidos, reduciendo significativamente los plazos.

¿En qué sector tiene más presencia?

SchUNK Ibérica es una de las filiales más avanzadas del Grupo y está comprometida con el futuro del sector; disfrutando de la categoría de Centro de Excelencia para diversos productos y liderando diferentes proyectos internacionales para la Tecnología Nuclear, Energía Eólica y Solar y el Ferrocarril.

La empresa cuenta con fabricación

propia de pantógrafos completos para la captación de corriente en todo tipo de trenes y para la carga de autobuses eléctricos. Producimos además todo tipo de piezas de grafito para Aplicaciones de Altas Temperaturas, en sectores como la Industria del vidrio, tratamientos térmicos, colada continua, etc., así como escobillas de grafito para la transmisión de corriente de motores.

¿Cuáles son las ventajas que aporta SchUNK Ibérica a sus clientes respecto a sus competidores?

Una gran inversión en instalaciones, maquinaria de última generación y capacitación del personal son nuestras principales credenciales. Hemos invertido considerablemente durante las últimas décadas en I + D, adaptándonos al mismo tiempo a la situación

global y a la demanda del mercado para continuar manteniendo al máximo nuestra competitividad.

A nivel internacional, ¿en qué países tiene más volumen de negocio?

Aunque también suministramos a países fuera de Europa, nuestra exportación destaca a países como: Alemania, Portugal, Austria, Italia y Francia.

¿Qué proyectos destacaría?

En relación al sector del ferrocarril, cabe mencionar la participación de SchUNK Ibérica en el proyecto de TALGO para trenes de alta velocidad de La Meca-Medina en Arabia Saudí, conocido como "Tren del Desierto". Además, como proveedor de soluciones de carga inteligente (pantógrafos para

autobuses y vehículos eléctricos) , aprovechamos la gran experiencia adquirida en la producción en serie de grandes proyectos en todo el mundo. Por esta razón, IRIZAR e-mobility, fabricante de autobuses líder en España, nos ha elegido como socio tecnológico para sus autobuses eléctricos. Trabajamos estrechamente para adaptar nuestros productos a las necesidades del importante e innovador mercado de la electromovilidad para un futuro más ecológico y sostenible de nuestras ciudades.

¿Qué certificados avalan la calidad al cliente?

El compromiso de Schunk Ibérica con la calidad es total, estando certificados por las siguientes normas:

- UNE-EN ISO 9001: 2000 Sistema de gestión de calidad.
- IRIS, según Norma ISO/TS 22163: Standard de la industria ferroviaria para la gestión de la calidad. Apor-

ta requisitos adicionales a la norma ISO 9001.

- EN 15085: Soldeo de vehículos y componentes ferroviarios. Incluye los requisitos de la norma EN ISO 3834. DIN 6701: Adhesivado de vehículos y componentes ferroviarios.

¿Cómo actúa Schunk Ibérica en cuestión de protección al Medio Ambiente?

Schunk Ibérica ha firmado un acuerdo para la gestión integral de residuos, unificando las actividades de un único gestor, lo que redundará en una optimización de las recogidas y facilita el control de plazos de almacenamiento de residuos.

Paralelamente, llevamos años valorizando subproductos como el polvo de grafito para su utilización por terceros, dentro de su proceso productivo.

Otra línea de actuación consiste en

la mejora continua de instalaciones y procesos, consiguiendo reducciones de consumo energético y de materias primas.

¿Cómo estáis afrontando estos momentos del estado de alarma?

Ha sido realmente una situación nueva y difícil para todos.

Afortunadamente, siendo proveedores de la industria esencial, hemos mantenido nuestra producción operativa al 100% en todo momento, adoptando por supuesto todas las medidas necesarias de seguridad e higiene para proteger a nuestros trabajadores en un entorno de trabajo totalmente seguro.

Hemos sido capaces, por tanto, de continuar suministrando a todos nuestros clientes y seguimos trabajando para garantizar dichos suministros con todos los medios de protección posibles.



LA PROYECCION TÉRMICA “FRÍA” COMO TÉCNICA DE MANUFACTURA ADITIVA

K. Zomeño, B. Garrido, S. Dosta, I.G. Cano, J.M^a. Guilemany
THERMAL SPRAY CENTR (CPT) UNIVESITAT DE BARCELONA

1. INTRODUCCIÓN

La manufactura aditiva es una técnica de fabricación de objetos a partir de modelos 3D mediante la deposición sucesiva de material, en forma de polvo o hilo, capa a capa donde el material se va consolidando hasta conformar la pieza [1].

Se diferencia de los métodos tradicionales de fabricación en los que típicamente se elimina el material en lugar de añadirlo hasta obtener la pieza deseada. La manufactura aditiva destaca por su elevada velocidad de fabricación, por ser un proceso de una sola fase y la posibilidad de fabricar piezas de diferentes geometrías y de gran complejidad. También permite realizar cambios en el diseño de forma más rápida y con menores costes. Actualmente, existen muchas técnicas diferentes de manufactura aditiva que permiten depositar una gran variedad de materiales tanto poliméricos, metálicos o cerámicos (Tabla I). Por lo que respecta a las técnicas de manufactura aditiva de metales, las más usadas son la fusión de lecho de polvo, basada en fundir polvo de una zona de trabajo de manera selectiva, y la deposición directa de energía, donde una fuente de energía funde el material a medida que es depositado. Estas técnicas se basan en la fusión y resolidificación del material inicial. Por lo tanto, las piezas obtenidas pueden sufrir determinados efectos debido a las altas temperaturas usadas durante el proceso como transformaciones de fase no deseadas, deterioro de las propiedades mecánicas

y distorsiones de algunas partes. Además, requieren de estructuras de soporte para compensar las altas tensiones residuales generadas durante la fase de producción [2-4]. No obstante, la proyección fría puede depositar el material inicial sin la necesidad de fundirlo, hecho que la convierte en una alternativa como técnica de manufactura aditiva.

Tabla I: Técnicas de manufactura aditiva

Proceso	Descripción	Materiales	Aplicaciones
Fotopolimerización en tanque	Un fotopolímero líquido se cura selectivamente mediante la polimerización activada por luz	Fotopolímeros	Biomedicina Prototipado
Extrusión de material	El material es dispensado selectivamente por un orificio	Termoplásticos y termoplásticos reforzados con fibra	Prototipado, juguetes y compuestos avanzados
Inyección de material	Gotas de material se depositan selectivamente para formar un objeto	Polímeros, metales y ceras	Prototipado, series cortas y moldes de fundición
Inyección de aglutinante	Se deposita un adhesivo líquido selectivamente para unir partículas de polvo	Metales y arenas de yeso	Prototipado, series cortas y moldes de colada
Fusión de lecho de polvo	Mediante energía térmica se funde selectivamente regiones de un lecho de polvo	Metales, aleaciones, algunos polímeros	Biomedicina, electrónica, aeroespacial, estructuras ligeras e intercambiadores de calor
Deposición directa de energía	Energía térmica focalizada para fundir el material mientras está siendo depositado	Metales y aleaciones en forma de polvo o cable	Aeroespacial, reparación, revestimiento y biomedicina
Laminado de capas	Se unen láminas de material para formar un objeto	Papel y compuestos poliméricos	Fabricación de papel, industrias de fundición, electrónica y estructuras inteligentes
Proyección fría	Se propulsa material en polvo a un sustrato a una velocidad suficientemente alta para causar la adhesión y acumulación de material	Metales, polímeros y cerámicos	Reparación,

La proyección fría es una técnica de deposición de material en estado sólido, donde las partículas impactan a altas velocidades sobre un sustrato. Esta técnica utiliza un gas comprimido, generalmente helio o nitrógeno, a alta presión, previamente calentado para acelerar las partículas. El gas fluye a través de una boquilla convergente-divergente que convierte la energía potencial, en forma de calor y presión, en energía cinética. El material en polvo es introducido en el haz inmediatamente antes de la sección convergente y es acelerado rápidamente por la expansión del gas. Las partículas que impactan con una velocidad superior a la velocidad crítica pueden depositarse y formar el recubrimiento. En cambio, las que tienen una velocidad inferior sólo erosionan el sustrato y las partículas rebotan. Se requiere una velocidad mínima debido a la necesidad de una energía cinética suficiente para producir deformaciones plásticas y formar una unión mecánica. El valor crítico varía en función de las propiedades de la partícula y el sustrato [5-7]. La expansión del gas en la sección divergente de la boquilla reduce la temperatura del gas, resultando en un proceso donde las partículas permanecen en estado sólido antes del impacto con el sustrato. Debido a esta baja temperatura de trabajo, los procesos de oxidación, cambios de fase, descomposición y otros problemas pueden ser minimizados o eliminados. [8,9].

Se pueden considerar dos estrategias diferentes para abordar la proyección fría como técnica aditiva: la formación directa de piezas y la obtención de capas de gran espesor. En el primer caso, hasta el momento se han obtenido piezas de geometrías sencillas, pero en esta área se abre un amplio abanico de posibilidades donde la investigación en proyección fría tendrá un gran desafío durante los próximos años. En el segundo, la técnica se puede usar para la reparación de compuestos dañados y es interesante avanzar en la posibilidad de crear satélites en piezas ya creadas para aumentar su funcionalidad. La proyección fría presenta una gran versatilidad por lo que respecta a los materiales que pueden proyectarse y no produce zonas afectadas por el calor, es decir, las propiedades de los sustratos no cambian. Además, no hay limitaciones en relación a las dimensiones y, por lo tanto, es una tecnología que permite proteger, reparar o funcionalizar cualquier superficie.

Un aspecto vital para abordar ambas estrategias es la materia prima de la que se parte y las tensiones residuales generadas durante la proyección de las diferentes capas, ya que ambos parámetros, junto con los habituales de la

técnica, hacen posible o no conseguir una pieza completa a través de la tecnología de proyección fría.

El objetivo de este trabajo es utilizar la proyección fría como técnica de manufactura aditiva para la fabricación de piezas con geometría sencilla que muestra la viabilidad de la tecnología. Para ello, se ha estudiado la importancia del material de partida y controlado las tensiones residuales que se producen durante la proyección fría. Conociendo la influencia de estos parámetros se puede utilizar la proyección fría como una técnica viable para la fabricación de componentes tridimensionales.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

2.1 Materiales

Para este trabajo se utilizaron 3 polvos de cobre con diferentes concentraciones de oxígeno conocidas (500 ppm, 1500 ppm y 3500 ppm) suministrados por Safina, a.s. y obtenidos por atomización por gas. La distribución de tamaño de partícula según las especificaciones técnicas del proveedor era de $-38 + 15 \mu\text{m}$.

El polvo se proyectó sobre sustratos de acero (S355) con geometría rectangular de dimensiones de 50x20x5 mm. Para los ensayos de cohesión se utilizaron sustratos del mismo material de forma cilíndrica con un diámetro de 25,4 mm. Los sustratos fueron preparados previamente mediante un granallado con partículas de alúmina (Al_2O_3) de grado 24 para activar la superficie.

2.2 Equipo de proyección

El equipo de proyección disponible era un KINETICS @ 4000/17kW (Cold Gas Technology) con una presión máxima de trabajo de 40 bar y una temperatura máxima de 800°C.

Las condiciones óptimas de proyección se escogieron en base a la experiencia del grupo. No obstante, para el estudio de tensiones residuales se usaron boquillas fabricadas con materiales y geometrías diferentes. También se proyectó con una precámara más larga para aumentar la temperatura de las partículas.

2.3 Caracterización

El polvo de Cu se caracterizó por microscopía electrónica de barrido (SEM) (JEOL 5310) con un detector EDS (Bruker Nano XFlash Detector 5010) para calcular la composición. También se estudió la distribución del tamaño de partículas por difracción láser (LS 13 320).

Después de las proyecciones, se caracterizaron estructuralmente las muestras mediante microscopía óptica con un microscopio DMI 5000M (Leica Microsystem) y SEM. Para este fin, se realizó una preparación metalográfica de los diferentes recubrimientos obtenidos.

La conductividad eléctrica de los recubrimientos se calculó mediante el método de resistencia a cuatro puntos o método de kelvin. Este método permite calcular pequeñas variaciones en la resistencia de la superficie de sólidos. Las muestras fueron conectadas a una fuente de alimentación de corriente continua con un amperímetro para controlar la intensidad aplicada. Se utilizó el sistema potenciométrico, en el cual se aplica una intensidad constante y se mide la diferencia de potencial entre dos puntos. El incremento de la diferencia de potencial implica una mayor resistencia de la muestra al paso de la corriente. Esta diferencia fue medida con dos electrodos conectados a un voltímetro. Los electrodos se mantuvieron equidistantes para no variar la geometría a la hora de tomar las medidas. Con este método se obtienen los valores de resistividad del sustrato y de los diferentes recubrimientos.

La fuerza cohesiva entre partículas de los recubrimientos se puede determinar mediante un ensayo de tracción de recubrimientos tubulares (ensayo TCT). Este método proporciona información adicional de la calidad de unión de los recubrimientos, complementaria a la eficiencia de deposición y a la microestructura de los recubrimientos. En el ensayo TCT, dos sustratos cilíndricos se fijan cara a cara mediante un soporte. Estos sustratos permanecen fijos en esta posición durante la preparación y el proceso de proyección. Para este ensayo se utilizan probetas cilíndricas mecanizadas para asegurarse que ambas están perfectamente alineadas. Después de la proyección, las muestras fueron ensayadas con el mismo equipo que se utiliza para el ensayo de adherencia. Este estudio se realizó por triplicado para cada polvo con un equipo ME-402/10 (Servosis) a una velocidad de 0,02 mm/s.

2.4 Tensiones residuales

Para calcular las tensiones residuales que se producen se utilizó un equipo capaz monitorizar la curvatura de los sustratos mediante tres láseres durante el proceso de proyección (ICP-sensor, Reliacoat Technologies, US). De esta forma se pueden monitorizar todas las etapas de la proyección y evaluar por separado las diferentes tensiones. Este equipo se basa en la deflexión de los láseres al impac-

tar en el sustrato para medir la curvatura de este. A partir de esta curvatura, se puede medir la tensión de deposición entre el sustrato y el recubrimiento durante la proyección y también la tensión térmica. Las diferentes ecuaciones utilizadas por el software del equipo están reportadas [10]. Al final, la tensión residual es la suma de las dos tensiones calculadas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Caracterización de los polvos

Los polvos utilizados se observaron por SEM y presentaban un tamaño de partícula micrométrica con partículas de cobre submicrométricas llamadas satélites, las cuales se forman durante la solidificación del proceso de atomización por gas. Los polvos presentaban una morfología esférica y relativamente uniforme. También se estudió la distribución de tamaño de las partículas mediante LS. Los resultados obtenidos mostraron una distribución de tamaños del polvo de $-36 + 19 \mu\text{m}$ con un valor medio de $27 \mu\text{m}$. Los 3 polvos de partida presentaron la misma distribución de tamaño de las partículas (figura 1).

La figura 2 corresponde a los diferentes difractogramas obtenidos por DRX. En todos se observan los picos correspondientes al cobre, los cuales aparecen aproximadamente a $2\theta = 43.298^\circ$, $2\theta = 50.434^\circ$, $2\theta = 74.133^\circ$, $2\theta = 89.934^\circ$ y $2\theta = 95.143^\circ$. No obstante, si ampliamos la zona de $2\theta = 32^\circ$ hasta $2\theta = 40^\circ$ y la de $2\theta = 57^\circ$ hasta $2\theta = 65^\circ$ se observan varios picos menos intensos. Estos picos corresponden a la presencia de Cu_2O ($2\theta = 36.441^\circ$ y $2\theta = 61.408^\circ$). Se puede ver que este pico es imperceptible en el polvo con menor cantidad de oxígeno. Por otro lado, vemos que este pico aparece en el polvo con 1500 ppm y se hace mayor con el de 3500 ppm de oxígeno. Este mismo efecto se observa, pero con menor intensidad, con otro pico secundario de Cu_2O . Aunque estos resultados son cualitativos, nos permiten obtener una referencia de la cantidad de óxido presente en los polvos.

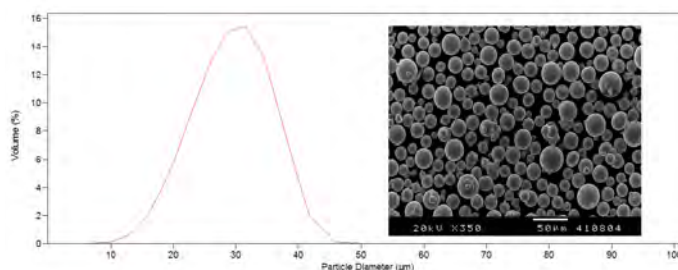


Figura 1. Caracterización del polvo mediante LS y SEM

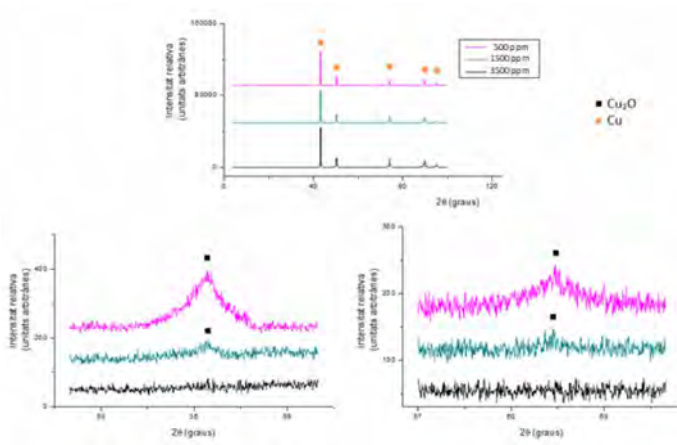


Figura 2. Difractogramas obtenidos de los diferentes polvos

3.2 Caracterización de los recubrimientos

La tabla II muestra los resultados de la eficiencia de deposición de los diferentes polvos. Como se puede observar, la eficiencia del proceso está directamente relacionada con la cantidad de óxido del polvo inicial. Para inducir la unión en estado sólido, las capas de óxido de la superficie deben eliminarse o romperse para permitir la exposición y el contacto de superficies metálicas limpias. Por lo tanto, como mayor sea el espesor de la capa de óxido de las partículas, menor será la eficiencia de deposición. Este efecto es debido a la necesidad de una mayor energía en el momento de impacto para poder romper esta capa de óxido superficial.

Polvo	Eficiencia de deposición (%)	Conductividad eléctrica ($\Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$)	Fuerza cohesiva (MPa)
500 ppm	98.6	5.41×10^7	174
1500 ppm	72.0	3.68×10^7	140
3500 ppm	32.9	2.02×10^7	119

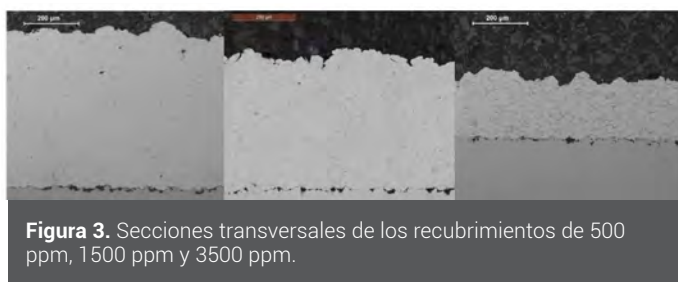


Figura 3. Secciones transversales de los recubrimientos de 500 ppm, 1500 ppm y 3500 ppm.

Las secciones transversales de los recubrimientos fueron estudiadas por microscopía óptica y se midieron los espesores de los recubrimientos. Los valores obtenidos presentan la misma tendencia que la eficiencia de deposición (Figura 3).

3.2.1. Conductividad eléctrica

Para medir la conductividad eléctrica de los recubrimientos se conectaron las muestras a una fuente de alimentación con una intensidad constante de 3.250 A. Se calculó

la diferencia entre el potencial del sustrato y de los recubrimientos depositados sobre este. Se puede observar en los resultados de la tabla II que la conductividad del polvo con menor cantidad de oxígeno es muy parecido a la del cobre ($5.96 \times 10^7 \Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$). No obstante, a medida que la cantidad de óxido aumenta, disminuye la conductividad eléctrica de los recubrimientos. Esto es debido a la presencia de óxido en la interfase entre partículas y que los óxidos de cobre son semiconductores de tipo p.

3.2.2. Ensayo TCT

Para evaluar la fuerza cohesiva entre las partículas de los recubrimientos proyectados se realizó un ensayo TCT. Los resultados obtenidos por los tres polvos se resumen en la tabla II.

Los análisis por elementos finitos de las tensiones de las muestras durante el ensayo muestran que el diseño geométrico de los dos sustratos provoca una concentración local de tensiones en la zona de contacto de estos (efecto notch) e incrementa la tensión en el espacio entre los sustratos en un factor de 1.5. Este efecto tiene que ser considerado para estimar la fuerza mecánica real del recubrimiento. No obstante, este test nos da una información valiosa sobre la fuerza de los recubrimientos y de la influencia de las condiciones de proyección.

3.3 Tensiones residuales

La tensión residual se encuentra entre los factores más importantes que afectan la integridad del recubrimiento, de hecho, pueden conducir a la descamación y/o delaminación de los recubrimientos. Por este motivo, hay que controlar las tensiones que se generan en el sustrato. Para estudiar el comportamiento de estas tensiones residuales, se realizaron tres proyecciones con los mismos parámetros de proyección, pero variando la configuración del equipo. De esta forma, se logró modificar la temperatura y velocidad de las partículas proyectadas. En este trabajo, se realizaron tres experimentos diferentes. En el caso A, la temperatura y velocidad de las partículas era la más elevada. A continuación, para el experimento B se cambió la boquilla del equipo para disminuir la velocidad de impacto de las partículas, pero manteniendo la misma temperatura que en el experimento anterior. Por último, en el experimento C, la velocidad de impacto de las partículas era la misma que en el experimento B, pero la temperatura de impacto fue menor. La tabla III resume las condiciones de impacto de las partículas.

Tabla III: Condiciones de impacto de las partículas para cada experimento.

	Experimento A	Experimento B	Experimento C
Velocidad de impacto (m/s)	↑	↓	↓
Temperatura de impacto (K)	↑	↑	↓

La tensión de deposición fue controlada desde el inicio hasta el final de la proyección y la tensión térmica desde el final de la proyección hasta enfriar el sustrato a temperatura ambiente. La tensión residual es la suma de las dos anteriores.

La tensión de deposición es debido a dos factores: la velocidad de impacto de las partículas que provocan unas tensiones compresivas en el sustrato y a la capacidad del sustrato de disipar el calor generado por las partículas en el momento del impacto. Por otro lado, cuando el sistema se enfría se genera una tensión térmica debido a la diferencia entre los coeficientes de expansión térmica del sustrato y del recubrimiento.

La figura 4 muestra la evolución de la curvatura de los diferentes sustratos y los resultados obtenidos se resumen en la tabla IV. En todas las proyecciones se realizó un pasada para calentar el sustrato antes de la proyección.

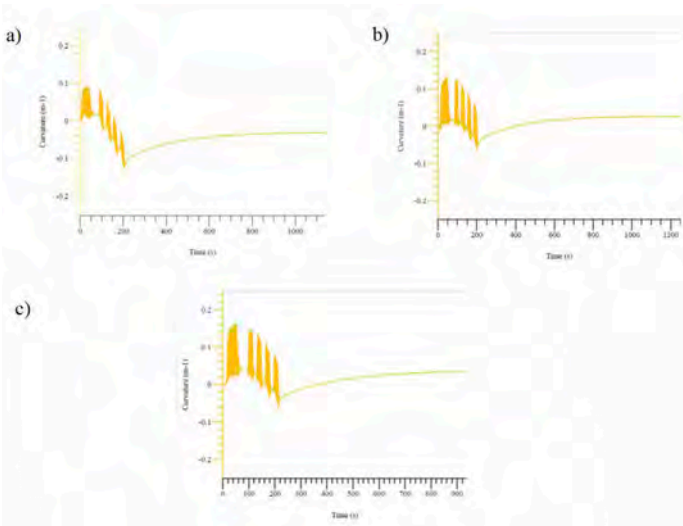


Figura 4. Tensiones producidas durante la proyección de cobre con a) 500 ppm, b) 1500 ppm y c) 3500 ppm de oxígeno.

Tabla IV: Resultados de las tensiones calculadas.

	Experimento A	Experimento B	Experimento C
Tensión de deposición (MPa)	-90.7	-50.5	-62.9
Tensión térmica (MPa)	57.2	59.2	60.4
Tensión residual (MPa)	-33.5	8.7	-2.5

Respecto a la tensión de deposición, se obtiene un gran incremento, de signo compresivo, al aumentar la velocidad de impacto de las partículas. Este resultado es el esperado



TERRA & URANOS

The New Reference in Welding Machines.

Con nuestra gama de equipos Terra & Uranos ponemos nuevos estándares en todos los procesos de soldadura estándar y especiales. Una combinación única de consumible de soldadura y fuente de potencia que te permite obtener las MEJORES SOLUCIONES en soldadura de las cuales puedes estar orgulloso. Es lo que nos motiva – con una garantía de 5 años en todos los equipos de soldadura Terra & Uranus.



Scan for more information

debido a que una mayor velocidad de las partículas implica un impacto con mayor energía cinética. El efecto de la temperatura también influye en esta tensión. Si la partícula llega más caliente, está estará más blanda, por lo que la energía de impacto será más débil. Además, la energía térmica a disipar será mayor, con lo que la aportación de tensión a compresión disminuirá. A pesar de esto, en los recubrimientos por proyección fría, debido a las altas velocidades de las partículas y a la deformación plástica de estas, se espera unas tensiones de deposición a compresión. No obstante, en la tensión térmica no se observan cambios significativos. Esto es debido a que la tensión térmica, que se generan después de la proyección, está directamente relacionada con los coeficientes de expansión térmicos del sustrato y del material proyectado. Por lo tanto, en este caso que no hay variación de los materiales utilizados, cabe esperar una tensión térmica similar.

En los resultados obtenidos, se puede observar cómo, variando la geometría de la boquilla se pueden lograr tensiones residuales a tracción, a compresión o prácticamente neutras.

3.4 Recubrimientos de gran espesor

Finalmente, con el conocimiento obtenido durante la realización de este trabajo, se realizó un recubrimiento con un espesor mayor a 1 cm. Como se puede observar en la figura 5 este recubrimiento no presenta delaminación entre capas ni descohesión entre el sustrato y el recubrimiento. Por lo tanto, es un primer paso para el desarrollo de la proyección fría como técnica de manufactura aditiva.



Figura 5. Imagen de un recubrimiento de más de 1 cm de cobre sobre un sustrato de acero.

4. CONCLUSIONES

- Las características de los polvos de partida, tales como tamaño, morfología u oxidación superficial, son un parámetro determinante para la viabilidad de la proyección fría como técnica aditiva y en las propiedades finales de las piezas obtenidas.
- Se puede controlar las tensiones residuales finales en función de la elección de la boquilla para obtener tensiones a compresión que permitan hacer crecer un recubrimiento con elevados espesores sin delaminación.
- Se ha demostrado la viabilidad de la proyección fría como una técnica de manufactura aditiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Astm standard f2792, standard terminology for additive manufacturing technologies. 2013. URL: <http://www.astm.org/Standards/F2792.htm>
- [2] Pattison, J., Celotto, S., Morgan, R., Bray, M., & O'Neill, W. (2007). Cold gas dynamic manufacturing: A non-thermal approach to freeform fabrication. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 47(3–4), 627–634.
- [3] Li, W., Yang, K., Yin, S., Yang, X., Xu, Y., & Lupoi, R. (2017). Solid-state additive manufacturing and repairing by cold spraying: A review. *Journal of Materials Science and Technology*, 1–18.
- [4] Sova, A., Grigoriev, S., Okunkova, A., & Smurov, I. (2013). Potential of cold gas dynamic spray as additive manufacturing technology. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 69(9–12), 2269–2278.
- [4] Schmidt, T., Gärtner, F., Assadi, H., & Kreye, H. (2006). Development of a generalized parameter window for cold spray deposition. *Acta Materialia*, 54(3), 729–742.
- [6] Assadi, H., Gärtner, F., Stoltenhoff, T., & Kreye, H. (2003). Bonding mechanism in cold gas spraying. *Acta Materialia*, 51(15), 4379–4394.
- [7] Hussain, T., McCartney, D. G., Shipway, P. H., & Zhang, D. (2009). Bonding mechanisms in cold spraying: The contributions of metallurgical and mechanical components. *Journal of Thermal Spray Technology*, 18(3), 364–379.
- [8] Assadi, H., Kreye, H., Gärtner, F., & Klassen, T. (2016). Cold spraying – A materials perspective. *Acta Materialia*, 116, 382–407.
- [9] Wang, X., Feng, F., Klecka, M. A., Mordasky, M. D., Garofano, J. K., El-Wardany, T., Nardi, A., Champagne, V. K. (2015). Characterization and modeling of the bonding process in cold spray additive manufacturing. *Additive Manufacturing*, 8, 149–162.
- [10] Suhonen, T., Varis, T., Dosta, S., Torrell, M., & Guilemany, J. M. (2013). Residual stress development in cold sprayed Al, Cu and Ti coatings. *Acta Materialia*, 61(17), 6329–6337.

TRATAMIENTOS DE PLASMA ATMOSFÉRICO COMO MODIFICADOR DE LAS PROPIEDADES ADHESIVAS DE MATERIALES COMPUESTOS EPOXI-FIBRA DE VIDRIO

M.A. Martínez, J. Abenojar, M. Pantoja
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

1. INTRODUCCIÓN

En comparación con otras técnicas de unión convencionales, las uniones adhesivas ofrecen claramente ciertas ventajas de gran importancia en algunas aplicaciones industriales. Los adhesivos permiten la unión de materiales diferentes, proporcionar resistencia a la corrosión/degradación en ambientes agresivos, permitirá la generación de juntas impermeables, proporcionar continuidad a lo largo de las uniones y, a través de una cuidadosa selección de materiales, proporcionar una alta capacidad de absorción de impactos y vibración. Por esta razón, las uniones adhesivas están encontrando cada vez mayores aplicaciones estructurales en diversos ámbitos, especialmente para los compuestos de polímeros de alto rendimiento, aunque todavía hay algunos desafíos que deben ser superados para aumentar la confianza de los diseñadores en esta solución de montaje. En este sentido, se plantea en este trabajo el estudio de diferentes tratamientos superficiales de los materiales compuestos basado en el plasma y su comparación con otros tratamientos mecánicos, de forma que sea posible evitar el fallo adhesivo (ruptura por la interfase entre el adhesivo y adherente) ya que este mecanismo ha sido identificado como el modo de fallo menos deseado que puede conducir a una ruptura prematura de las uniones.

Entre los tratamientos físicos, los tratamientos de plas-

ma son uno de los métodos de mayor interés. El uso de gases ionizados impacta sobre las especies neutras de superficies poliméricas limpiándolas y generando especies reactivas (-NH -COOH, o -OH), así como modificar la nano-topografía de las superficies aumentando la energía superficial de la polímero.

El plasma de baja presión es muy eficaz, pero requiere trabajar en cámara de vacío cámaras, y es un proceso costoso y lento. En la década 1990 se desarrollan los dispositivos de plasma a presión atmosférica (APPT), El plasma en estos dispositivos se genera haciendo pasar una corriente de gas a presión entre dos electrodos, de forma que el gas queda ionizado [1]. El plasma generado tiene energía muy alta debido a las moléculas ionizadas y es muy reactivo. La llama generada esta libe de alto voltaje Empresas como Plasmatreat (Alemania) o Enrecon (USA) han desarrollado equipos comerciales. Esta plasma puede ser empleada para tratar superficies poliméricas [2;3,4] fibras [5], partículas de polímero [6], espumas [7], superficies metálicas [8,9] y materiales compuestos para aplicaciones aeronáuticas [10,11].

2. MATERIALES Y TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

Se estudia la adhesión de un polímero reforzado con fibra de vidrio (GFRP) formado por una resina epoxi (IMP 503, impregna COMPOSITI, Italia) con ocho capas de un

tejido de fibra de vidrio unidireccional con una densidad de 400 g/m². El laminado GFRP fue fabricado en bolsa de vacío moldeado para obtener placas de espesor 2,1 mm. Durante el moldeo, se emplea un Peel-ply, produciendo una superficie con Ra de 7.4±0.2 m. Se seleccionaron dos adhesivos diferentes: un poliuretano monocomponente elástico (Sikaflex 252, desde SIKA SAU, España) y un epoxi rígido (SPABOND 340 LV, desde Gurit, España).

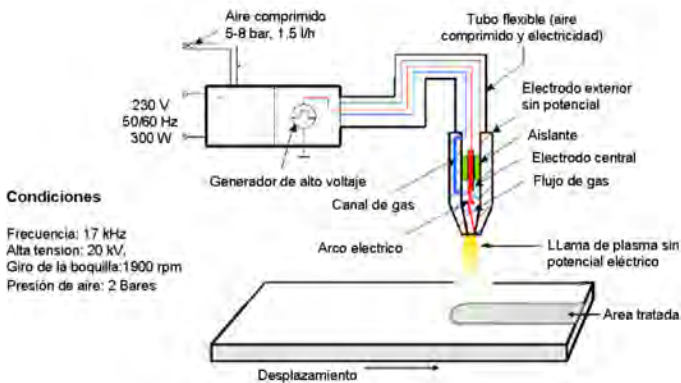


Figura 1. Esquema del equipo APPT

Un dispositivo de plasma de antorcha se utiliza para tratar la superficie del material compuesto. El plasma fue generado aire a una presión de trabajo de 2 bar dentro de la boquilla. Se le hace pasar entre dos placas cargadas a 17 kHz y 20 kV, (Figura 1). El sistema contiene una plataforma que se desplaza a velocidad controlada, donde se colocaron las muestras. La velocidad de la plataforma se fijó en 1 m/min, y la distancia entre la muestra y la boquilla de la antorcha de plasma se ajustó a 6 mm. Estos datos han sido optimizados en otros trabajos anteriores

Para determinar la mejora de la adhesión de la superficie del composite, se pegaron en el material sin tratar (limpio con MEK), y tratado con APPT, una sufridera de 20 mm de diámetro (Figura 2) con los adhesivos PU y EP indicados anteriormente. Se realizaron ensayos de pull-off de adhesión siguiendo la norma UNE-EN ISO 4624: 2003, empleando una célula de carga 1 kN y una velocidad de ensayo de 2.5 mm/min.

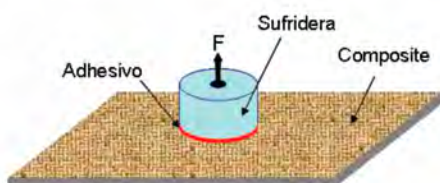


Figura 2. Ensayo de adhesión por pull-off

El proceso de envejecimiento se ha realizado en una cámara climática a 80 °C y un 100% de humedad relativa.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización de las superficies de GFRP

El ángulo de contacto se midió antes y después del tratamiento con plasma a fin de evaluar la humectabilidad de los polímeros, mediante el uso de un goniómetro digitalizado de OCA 15 Plus de Dataphysics siguiendo la norma EN 828: 2009 estándar. Las muestras se colocaron en una cámara isotérmica a 24±2°C, previamente saturado con vapor del líquido correspondiente durante al menos 10 min antes de colocar las gotas. El ángulo de contacto se midió a menos de 3 min después de la gota de líquido se une a la superficie. Los líquidos de ensayo utilizados fueron agua desionizada, glicerol y nitrometano (Figura 3).



Figura 3. Imagen de las gotas de agua y glicerol y nitrometano

La energía superficial y sus componentes polares y dispersivos se calcularon utilizando el método Owens-Wendt-Rabel-Kaelble (OWRK) [12]. En la (Figura 4). Se observa como la energía superficial aumenta después APPT, debido al aumento de su componente polar. Este aumento puede ser claramente relacionado con la formación de grupos reactivos en la superficie del polímero, como C = O, C-OH, CN o COOR [4,10,11].

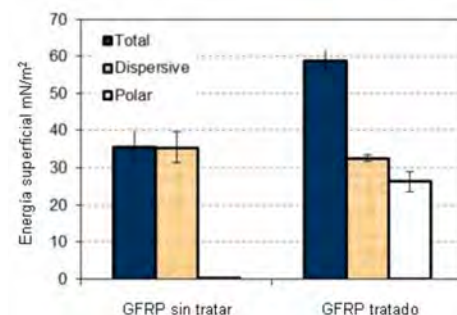


Figura 4. Componentes dispersiva y polar de la energía superficial de la superficie del composite sin tratar y tratado con APPT

3.2. Caracterización de las uniones adhesivas

Los estados tensionales de tracción proporcionan valores de resistencia más bajos en las uniones adhesivas. Si una unión adhesiva soporta cargas de tracción, es probable que soporte mayores tensiones en cizalla. En los ensayos

con adhesivo de PU los resultados se presentan en la Tabla 1, y en la Figura 5 la forma de rotura.

PU	Sin plasma			Con Plasma		
	Tiempo (h)	Tensión (MPa)	Deformación (%)	Módulo (MPa)	Tensión (MPa)	Deformación (%)
0	1.2±0.3	240±60	1.3±0.2	1.1±0.1	160±50	1.9±0.6
72	1.2±0.2	160±40	2.2±0.6	1.5±0.1	310±40	2.8±0.6
144	1.1±0.1	150±10	1.9±0.5	1.2±0.1	230±20	1.2±0.2
288	1.6±0.1	270±10	4.1±0.2	1.4±0.3	290±20	1.5±0.5
576	0.6±0.2	18±3	4.9±0.1	0.62±0.07	15±3	5.2±0.8

Tabla 1. Resultados de los ensayos de pull-off de adhesión con adhesivo de PU (*)Degradación del composite.

Como se aprecia en los resultados obtenidos en condiciones iniciales, aquellas probetas que han sido tratadas con plasma atmosférico antes de la adhesión, poseen un módulo de elasticidad muy superior al de las que no han sido tratadas. Sin embargo, la tensión máxima de rotura es inferior. La explicación de este fenómeno reside en la deformación de rotura corresponde solo a deformación del adhesivo, mientras que en las probetas sin tratar la deformación incluye la rotura adhesiva progresiva de la intercara adhesivo-GFRP. Como se observa en la Figura 5 durante el proceso en envejecimiento hasta las 144 horas la rotura es mixta y a 288 horas la rotura es adhesiva por la intercara con el GFRP.

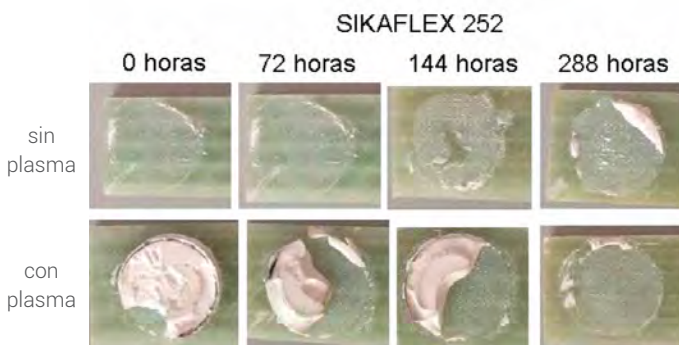


Figura 5. Roturas de las probetas por pull-off con adhesivo de PU

En los ensayos con adhesivo de EP los resultados se presentan en la Tabla 2, y en la Figura 6 la forma de rotura de las uniones adhesivas.

En estas fotografías se observa como tanto con tratamiento de plasma como sin el, todas las roturas son de tipo cohesivo por el material compuesto, quedando al aire las fibras y la unión adhesiva es más resistente que el propio material compuesto. Pero si se observa como sin el tratamiento de plasma el límite de resistencia esta dado por la unión EP-aluminio, mientras que con el plasma la rotura siempre se produce por delaminación del GFRP.

EP	Sin plasma			Con Plasma		
	Tiempo (h)	Tensión (MPa)	Deformación (%)	Módulo secante (MPa)	Tensión (MPa)	Deformación (%)
0	177±23	110±7	119±74	170±35	116±19	109±44
36	182±30	79±6	200±32	117±50	72±8	161±21
48	161±38	51±10	286±54	126±32	68±14	166±50
72	117±31	42±9	307±25	123±31	49±16	238±19

Tabla 2. Resultados de los ensayos de pull-off de adhesión con adhesivo EP

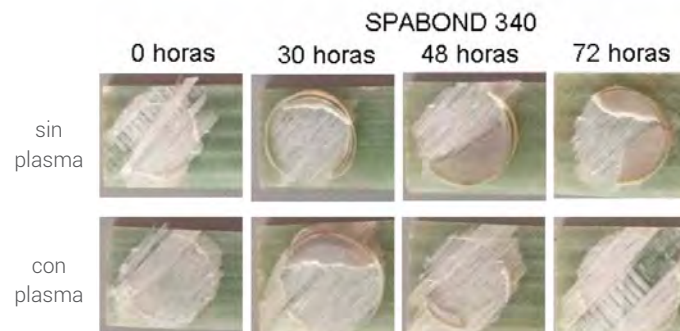


Figura 6. Roturas de las probetas por pull-off con adhesivo de EP

4. CONCLUSIONES

El trabajo realizado ha puesto de manifiesto que los tratamientos APPT mejora las uniones adhesivas para el adherente GFRP tanto con el PU y sobre todo con el EP. Por otra parte, los fallos son más adhesivos en los casos no tratados, lo que constituyen un claro progreso en el intento de reducir el modo de fallo adhesivo y mejorar la fiabilidad uniones adhesivas.

En cuanto a los procesos de degradación, el composite se degrada más rápidamente que la propia unión adhesiva. En el caso de la unión con tratamiento de plasma pegado con PU la resistencia de la unión en medio de ensayo llega a las 144 horas. Por su parte en el caso de la unión con EP se degrada primero el composite por lo que no se puede evaluar la unión adhesiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. J.F. Friedrich, W. Unger, A. Lippitz, T. Gross, P. Rohrer, W. Saur, J. Erdmann, H.V. Gorsler. In "Polym: surface modification: Relevance to adhesion". K.L. Mittal (Ed). V.S.P. Leiden-Nederland (1995). 49-72
- [2]. S. Okazaki, M. Kogoma, J. Photopolymer Sci Technol, 6,3, (1993) 339-342
- [3]. U. Lommatzsch, M. Noeske, J. Degenhardt, T. Wübben, S. Strudthoff, G. Ellinghorst, O.D. Hennemann. "Polym. surface modification: Relevance to adhesion". K.L. Mittal (Ed). V.S.P. Leiden-Nederland. 4 (2007) 25-32
- [4]. N. Encinas, B. Diaz-Benito, J. Abenojar, M.A. Martínez. Surf Coat Technol. 205, (2010). 396-402
- [5]. Y. Qiu, X. Hao, C. Jensen, Y.J. Hwang, C. Zhang, M.G. McCord. "Polym. surface modification: Relevance to adhesion". K.L. Mittal (Ed). V.S.P. Leiden-Nederland. 3 (2004) 3-24
- [6]. R. Sharma, S. Trigwell, M.K. Mazumder, R.A. Sims. "Polym. surface modification: Relevance to adhesion". K.L. Mittal (Ed). V.S.P. Leiden-Nederland. 4 (2004) 25-37
- [7]. I.A. Melamies. Kunststoffe Int. 99,9 (2009)
- [8]. C. Sperandio, J.Bardon, A.Laachachi, H.Aubriet, D.Ruch. Int. J. Adhes. Adhes. 30 (2010) 720-728
- [9]. C. Rodríguez-Villanueva, N. Encinas, J. Abenojar, M.A. Martínez. Surf. Coat. Technol. 236, (2013). 450-456
- [10]. N. Encinas, B.R. Oakley, M.A. Belcher, K.Y. Blohowiak, R.G. Dillingham, J. Abenojar, M.A. Martínez. Int. J. Adhes. Adhes. 50, (2014). 157-163
- [11]. N. Encinas, M. Lavat-Gil, R.G., Dillingham, J. Abenojar, M.A. Martínez. Int. J. Adhes. Adhes. 48, (2014). 85-91.
- [12]. Owens, D. K., Wendt R. C.. J. Applied Polymer Sci. 13, (1969). 1741-1747

NEW DEVELOPMENTS OF HIGH QUALITY ELECTROSLAG STRIP CLADDING OF SINGLE AND MULTIPLE LAYERS OF 625 & 825 ALLOYS ALLOWING ENHANCED PRODUCTIVITY IN THE CONSTRUCTION OF CLAD VESSELS FOR CHEMICAL AND PETROCHEMICAL SERVICE ENVIRONMENTS

J-P Van Nieuwenhoven¹, J. M^a. Miguel², P. Basco²

¹ HEAD APPLICATION ENGINEERING & TECHNOLOGY,
VOESTALPINE BÖHLER WELDING BELGIUM - UTP MAINTENANCE,
²VOESTALPINE BÖHLER WELDING SPAIN

ABSTRACT

Within many features of the electroslag strip cladding (ESSC) technique, one of the most attractive is the opportunity to achieve a required clad metal chemical analysis in one single layer on structural un- or low alloyed steels for a wide variety of ferrous and non-ferrous corrosion resistant alloys (CRA) used in the chemical and petrochemical production processes. Among all these CRA, 625 & 825 types are frequently concerned and their users are constantly demanding for ways allowing to reduce production costs associated with the quantities of clad to apply as well as with the optimization of delivery lead times. For these alloys, new low dilution and high travel speed solutions have been developed with the aim to reduce the thickness and/or the number of layers in order to answer to industry expectations in terms of productivity. Controlling dilution with the parent metal and balancing the chemistry by means of the new flux RECORD EST 625-1 LD features, it has been possible to achieve high quality results with an iron content Fe <7% in a single layer, where traditional ESSC requires two layers for same objective. Alternatively, an iron content of Fe <10% can be reached in a thin single layer, where traditional cladding requires a thicker layer. It accounts for major savings on strip consumption and welding time. Additionally, high travel speed flux formulations RECORD EST 825H-1HS & RECORD 825H-HS for alloy 825 strip cladding have been developed to allow single and multiple thin

layer deposits for very large vessels with significant production savings. The present subject presents an overview of these new developments with details on the applied welding conditions and the quantitative results achieved, showing benefits in terms of material savings and productivity gains. Furthermore chemical compositions, mechanical properties & some corrosion data obtained with these innovations are given and compared with the conventional strip cladding.

RESULTS

Within the scope of clad steel plates widely used in the manufacturing of pressure vessels for petrochemical and chemical industries, several technologies exist for the production of clad plates. Technologies of roll bonded and explosive bonded cladding are well known and allow to produce flat clad plates in prefab to be shaped afterwards for forming vessels walls, dish ends, nozzles... Another cladding technology allow to perform the cladding directly on the vessel component during its manufacture and is called strip cladding. A clear picture of the different processes to obtain such clad plates is shown in Figure 1. Strip cladding consists in performing the cladding by fusion welding of an alloyed strip using a subarc or Electroslag method. Figure 2 shows an equipment, where strip cladding is in process.

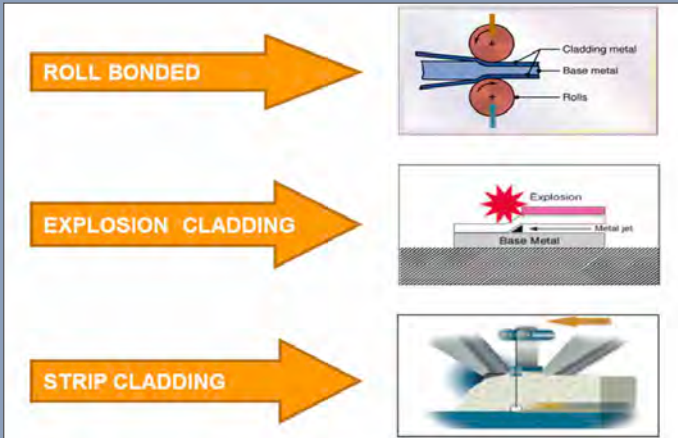


Figure 1. Different technologies for the production of clad plates

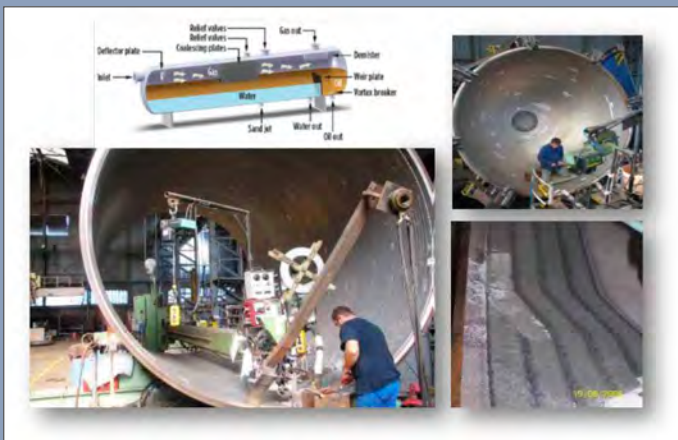


Figure 2. Strip cladding process. Base metal P500QL2, subsea separator, shell and dish-ends, using cladding material Alloy 625 (Soudotape 625 60x0.5mm and Flux Record EST 625-1)

Most of the time the Electroslag technique provides the highest deposition rates and allows to optimize the costs of the cladding better than subarc does. Notwithstanding the ability of Electroslag technique to get the highest levels of deposition rate among all industrial welding processes, the sizes of the vessel surfaces to be covered by cladding can sometimes reach very large dimensions and producers are constantly looking for ways to reduce lead times and costs associated with corrosion resistant alloys (CRA) used for cladding layer(s). Figure 3 presents the deposition rate of different strip width (at different welding currents).

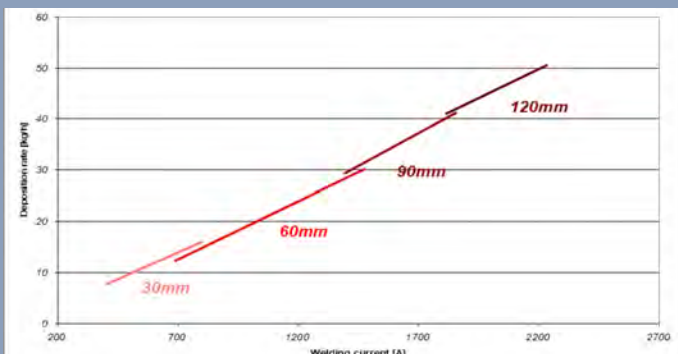


Figure 3. Deposition rate in ESW (Electroslag Welding) for different strip width

vaBWB is constantly looking for innovations and developments of existing solutions allowing to meet pressure vessels producers requirements and this is more particularly the case when 625 & 825 CRA are concerned, due to their considerable content in expensive elements (Nickel, Chromium, Molybdenum, copper, Niobium,...).

A first idea can be to consider the width of the strip used for cladding, which may have several dimensions (30, 60, 90, 120mm and sometimes more). The larger the strip width, the larger the clad surface per run.

However no one may forget that wider strips require highest current ranges to melt the strip properly so this way cannot be the only for productivity raising of strip cladding technology.

Another idea that was already investigated by vaBWB for CRA alloy 625 was to develop Electroslag fluxes able to deposit the required alloy chemistry in one single layer (RECORD EST 625-1). Another way to act in cladding cost decreasing is to try to lower the final thickness of the cladding keeping its chemistry unchanged or even richer if possible. Such concept was achieved with the development of the flux RECORD EST 625-1LD that allows to keep the iron content between 7 & 10% in one single layer with a reduced clad bead overthickness of 3.6 mm. Additionally for lower iron content requirement (i.e. max 7%Fe required by AWS A 5.11), same flux can achieve still in one single layer, less than 7%Fe but with an clad overthickness of 5mm. All these achievements are possible with standard cladding travel speeds of 16-18 cm/min. Table 1 shows the chemical tests results and thickness when using thin single layer ESW process, with the aim to achieve Fe content <10% and the lowest possible thickness. Table 2 presents also chemical composition and thickness, but in that case it is desired to obtain Fe content below 7%.

	C	Mn	Si	Cr	Ni	Nb	Mo	Fe	1 Layer thickness
Standard 625 single layer flux Record EST 625-1	0.025	0.20	0.30	21.5	-	3.5	9.0	7.9	5.0 mm
Record EST 625-1 LD Single Layer (Fe<10%)	0.022	0.12	0.35	22.4	-	3.6	9.7	8.0	3.6 mm

Table 1. Chemical composition and thickness in one layer for strip cladding using the standard flux and the low dilution flux (remark that strip savings are up to approx. 25%), obtaining in both cases Fe content <10%.

	C	Mn	Si	Cr	Ni	Nb	Mo	Fe	Total thickness
Standard 625 two layers flux Record EST 201	0.020	0.10	0.30	21.5	-	3.0	8.8	2.5	8.4 mm
Record EST 625-1 LD Single Layer (Fe <7%)	0.019	0.12	0.32	22.3	-	3.6	9.6	6.1	5.0 mm

Table 2. Chemical composition and thickness comparing 2 layer standard ESW process with the low dilution flux, obtaining in both cases Fe content <7%.

An economic alternative to alloy 625 is sometimes selected by engineering with the alloy 825 that may also require solutions for Electroslag strip cladding. In this specific case a two layer

solution was more specifically developed with the target to boost the cladding travel speed while significantly reducing the total overthickness represented by the 2 layers.

Therefore a special combination SOUDOTAPE 825H + RECORD 825H-HS of enriched 825 strip and a high speed flux have been studied. This innovation is able to raise travel speeds from 15 cm/min up to 39 cm/min and even higher. Such travel speed as well as specific parameter settings have made possible to decrease the total overthickness of the cladding from more than 9 mm down to less than 7 mm which represents more than 22% of cladding material economy. At the same time, the raising of the travel speed will allow to realize a substantial gain in the deposition rate that will allow a producer to raise its own cladding productivity from a standard value of 0.58 m²/h of clad covering surface up to 1.33 m²/h representing a remarkable bouncing progress of +129%. Table 3 shows the welding parameters and the results of chemical composition, thickness and strip width. Figure 4 presents the results of bending tests for the different obtained samples after PWTH at 630°C 840min.

Strip [mm]	Strip + Flux combination	Used parameters	ESC [mm]	LOCALISATION OF CHEMICAL ANALYSIS	UNS N0825 Base metal spec.										Clad thickness [mm]
					C	Mo	Si	Cu	Ni	Fe	Nb	Cr	Ti		
60x0.5	SOUDOTAPE 825 + EST 825 HS	2200A, 30V, 38 cm/min	45	Surface 2 nd layer	ARL chemical analysis										5.8
					0.02	2.95	0.70	1.94	69.9	0.11	0.02	21.3	0.03		
90x0.5	SOUDOTAPE 825 + EST 825 HS	2200A, 30V, 38 cm/min	45	Surface 2 nd layer	ARL chemical analysis										6.6
					0.02	3.00	0.70	1.87	69.1	0.14	0.00	21.5	0.02		
60x0.5	SOUDOTAPE 825 + EST 825 HS	1800A, 30V, 40 cm/min	45	Surface 2 nd layer	ARL chemical analysis										6.5
					0.02	2.92	0.70	1.91	68.4	0.14	0.00	21.4	0.02		
90x0.5	SOUDOTAPE 825 + EST 825 HS	1800A, 30V, 40 cm/min	45	Surface 2 nd layer	ARL chemical analysis										6.5
					0.02	2.94	0.70	1.81	68.2	0.12	0.00	21.7	0.02		

Table 3. Chemical composition and thickness for the solution Soudotape 825 + flux EST 825 HS (90 and 60 mm strip size), used parameters included in the table.

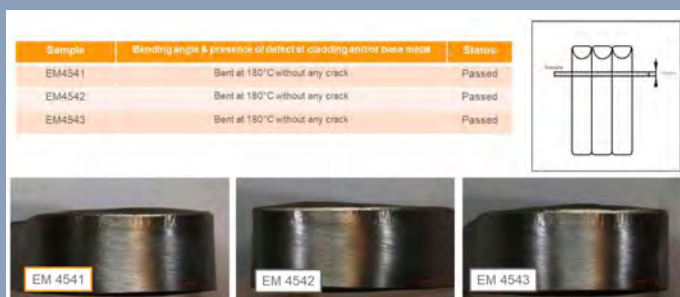


Figure 4. Bend test of combination Soudotape 825 + flux EST 825 HS after PWHT 630°C 840min

Additionally this innovation has also led to an interesting consequence on flux consumption that has significantly been reduced from a standard value which is generally in Electroslag 0.65kg of molten flux per kg of molten strip down to 0.48kg of molten flux per kg of molten strip. Such reduction represent a decrease of more than 15% on the total mass of flux required for a specific project and is to be added to all previously productivity and cost gains already made possible thanks to this innovative strip cladding solution. Final resume of gains with Record EST 825H-HS are shown in Table 4, where main benefits are mentioned.

Layer number	Current (A)	Voltage (V)	Travel speed (cm/min)	Layer overthickness (mm)	Deposition rate at 100% duty cycle (kg/h)	Covered surface (m ² /h)
Conventional strip / flux combination for two-layer ESSC of Alloy 825* (typical values) 90x0.5 mm strip						
1	1500-1550	24	15	4.8	30	0.58
2	1500-1550	24	15	4.3		
New strip / flux combination: SOUDOTAPE 825H + RECORD 825H-HS 90x0.5 mm strip						
1	2050-2100	26	37	3.4	55	1.33
2	2050-2100	26	37	3.4		

Table 4. Gains with Record EST 825H-HS on field use. In terms of deposition rate the raising is corresponding to 83%. In terms of covered surface rate, the raising is corresponding to 129%

CONCLUSIONS

Increasing the cladding economy of the ESSC process through the consumables only – without any significant adaptation of existing cladding equipment – has often been tried for the very popular Alloy 625 and Alloy 825, but only with moderate results. The more remarkable it makes the successful development by UTP Maintenance of the new fluxes RECORD EST 625-1LD and RECORD EST 825H HS.

RECORD EST 625-1LD and strip Soudotape 625 combined to the right welding parameters allow to obtain lower dilution rates, which offer us the possibility to have 7% Fe content in one layer with 5.0mm thickness deposit (or even 10% with 3.6mm thickness deposit and high welding speed)

In case of Record EST 825 H HS the flux shows excellent process stability at cladding speeds in the range of 35 cm/min. at current settings as high as 2100 A (strip size 90 x 0.5 mm), combined with a high resistance to hot cracking. Its slag detachability is very good and the overlay beads are flat with smooth overlaps requiring minimal machining. The total thickness of the two-layer deposit is in the area of 7 mm. The flux is suited for the strip sizes 60 x 0.5 and 90 x 0.5 mm. High speed cladding parameters go hand in hand with a higher dilution with the underlying base material. Reaching Alloy 825 composition in two layers with standard strip quality was therefore not feasible. It proved necessary to tighten the chemical analyses and perform a selection of heats. This led to the specification of a new strip in the UTP Maintenance range, SOUDOTAPE 825H.

EVALUACIÓN DE LAS SOLDADURAS CON LA INSPECCIÓN VISUAL

Charles Vega Schmidt
Rios Supply Chain S.L.

Esperando que esta pandemia acabe pronto, deseo muy buena salud a todos los integrantes de CESOL, así como a los profesionales de nuestro sector, desde los soldadores hasta los ingenieros e inspectores. Aparte de los problemas económicos y de la pérdida de vidas, tenemos que reconocer que la unión hace la fuerza. La soldadura une, no solo a materiales, sino también a personas, profesionales, sociedades, países y continentes. Felicito a CESOL por su iniciativa de realizar el teletrabajo, habiendo continuado con sus actividades durante el estado de emergencia.

Con la diversidad de procesos de soldeo, materiales base y materiales de aportación, posiciones y parámetros de soldeo, suelen surgir diferentes irregularidades en las soldaduras. El personal de inspección visual debe conocer la clasificación de las mismas, habiendo sido especificadas en la Norma UNE EN ISO 6520-1:2009 Clasificación de las imperfecciones geométricas en los materiales metálicos. Parte 1: Soldeo por fusión (ISO 6520-1:2009). Además, sabemos que las imperfecciones están clasificadas en tres niveles, con ilustraciones y límites de aceptación, en la Norma UNE-EN ISO 5817:2014. Uniones soldadas por fusión de aceros, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones (ISO 5817:2014).

Se ha escrito bastante sobre la inspección visual, ¿Es necesario escribir más?, opino que sí, es importante hacer un repaso, para recordar lo que debe ser aceptable y lo que debería ser evitado o rechazado en la calidad de las soldaduras. Es casi la misma canción, pero con otro estilo, una nueva versión de la letra y melodía, para mantener en vigor la agudeza visual de los coordinadores de soldeo, de los soldadores y del personal de inspección visual.

Con frecuencia entran en conflicto las opiniones de personas que no entienden de soldadura, criticando e invalidando soldaduras que son aceptables. No comprenden, por ejemplo, que un cordón soldado en posición PF tiene un aspecto típico, muy diferente a otro cordón soldado en posición PA. El otro extremo está en soldadores y personas que no están a la altura de los requisitos de conocimientos para opinar sobre la calidad de las soldaduras, intentando dar por válidas unas soldaduras verdaderamente aberrantes. La ignorancia es atrevida e insolente, algunos se van a los extremos exigiendo lo imposible, mientras que aquellos que no tienen los conocimientos mínimos, para diferenciar entre unas soldaduras rechazables de otras soldaduras aceptables, solamente especulan como charlatanes.

La inspección visual se debe desarrollar de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 17637, en la que se indica la inspección antes, durante y después del soldeo. Antes del soldeo se indica muy claramente la correcta preparación de la junta, los bordes deben ser paralelos y limpios, deben estar exentos de grasa, pintura, galvanizado u otro recubrimiento superficial, suciedad, polvillo de esmerilado, lubricantes de mecanizado y deben tener brillo metálico. Los chaflanes deben tener el ángulo adecuado, de acuerdo con la especificación de procedimiento de soldeo o como mínimo, de acuerdo con algunas instrucciones, un croquis o un plano. La preparación de las juntas se puede ceñir a la Norma UNE EN ISO 9692-1, dependiendo del material, del espesor de chapa y del tipo de unión. También debe observarse una secuencia de fijación por puntos y en algunos casos, la dimensión de los puntos, por ejemplo, en el soldeo semiautomático suele indicarse una longitud mínima de 10 mm para cada punto, a fin de evitar la rotura de los mismos con las contracciones durante el soldeo.

Algunas empresas llevan esta información bien detallada, con un libro de soldadura, en el que se incluyen los planos, las especificaciones de procedimiento de soldeo (WPS), la secuencia de montaje y de soldeo, los requisitos de calidad y de inspección. Algunas soldaduras pueden necesitar ensayos no destructivos adicionales, como ensayos de grietas superficiales mediante líquidos penetrantes o partículas magnéticas.

Por ejemplo en la figura 1 se ilustra la tabla 4 de la Norma UNE EN ISO 9692-1:

Soldeo y procesos afines. Tipos de preparación de uniones. Parte 1: Soldeo por arco con electrodos revestidos, soldeo por arco protegido con gas y electrodo de aporte, soldeo por llama, soldeo por arco con gas inerte y electrodo de wolframio y soldeo por haz de alta energía de aceros. (ISO 9692-1:2013).

Tabla 4
Preparación de la unión para soldaduras en ángulo soldadas desde ambos lados

Nº Ref.	Espesor del material t mm	Tipo de preparación	Símbolo (según la Norma ISO 2553)	Sección transversal	Dimensiones		Proceso de soldeo recomendado* (número de referencia según la Norma ISO 4063)	Representación gráfica
					Ángulo α, β	Separación b mm		
4.1.1	$t_1 > 3$ $t_2 > 3$	Sin preparación de bordes	b		$70^\circ \leq \alpha$ $\leq 100^\circ$	≤ 2	3 111 13 141	
4.1.2	$t_1 = 2$ $t_2 > 5$	Sin preparación de bordes			$60^\circ \leq \alpha$ $\leq 120^\circ$	-	3 111 13 141	
4.1.3	$2 \leq t_1 \leq 4$ $2 \leq t_2 \leq 4$ $t_1 > 4$ $t_2 > 4$	Sin preparación de bordes			-	≤ 2	3 111 13 141	

* La indicación del proceso de soldeo no significa que sea aplicable para todo el rango de espesores.
* El símbolo sólo es aplicable para $\alpha = 90^\circ$.

Figura 1. Ejemplo de la preparación de uniones indicadas en la tabla 4 de la Norma UNE EN ISO 9692-1.

En la típica unión en ángulo y sus variantes, con la unión en ángulo exterior, y las uniones en "T" soldadas por ambos lados, no debe entenderse que la indicación "sin preparación de bordes" en la tercera columna, significa que no hay ninguna preparación de bordes. Atención, porque eso indica solamente que no es necesario hacer un chaflán, pero es necesaria la limpieza mínima de las chapas en la unión. Lo cual en el argot de los soldadores, también implica una preparación anterior al soldeo. Especialmente en uniones críticas que pueden comprometer a la seguridad de la construcción soldada. Es intolerable, que con las prisas de la producción, se obvie la limpieza, porque luego pueden

ocasionar un rechazo en algún ensayo posterior al soldeo.

Otro ejemplo es la cascarilla de laminación en caliente y las superficies de corte térmico. Los bordes rectos de corte LASER, corte plasma u oxicorte, merecen una limpieza anterior al soldeo, de otro modo, el soldeo será más fatigoso para los soldadores, el arco no se controla con facilidad y los poros e inclusiones son abundantes. Las soldaduras salen defectuosas y las reparaciones demandan mayor tiempo de producción. En las altas esferas de las empresas, no se contempla este problema y solo se achaca el retraso a la incompetencia del personal, hay quienes no son capaces de reconocer sus errores.

Un ejemplo de la preparación de un chaflán, se ilustra en la figura 2. El corte térmico realizado con soplete de oxicorte, es de muy buena calidad, pero la superficie todavía tiene la cascarilla de óxidos y queda escoria adherida al borde. Es preciso esmerilar la superficie del chaflán y hacer un talón de acuerdo a las indicaciones del plano o de la especificación de procedimiento de soldeo (WPS). Atreverse a soldar sobre esta superficie, es arriesgarse a tener problemas posteriores. Además, el soldador tendrá muchas dificultades durante el soldeo, conduciendo a reparaciones y mal acabado de la soldadura.

Hay casos en los que la superficie de corte térmico presenta muchas irregularidades, especialmente en el corte manual con oxicorte o con plasma. Chaflanes cuyas superficies presentan unas estrías profundas, sin limpieza posterior. Soldar en esas superficies es intolerable, porque las consecuencias para las propiedades mecánicas de la unión, son fatales.



Figura 2. Ejemplo de la preparación del chaflán para una unión en T, el corte térmico con soplete es excelente. No obstante, aún hace falta eliminar la cascarilla de óxido y los restos de escoria como el que está señalado con la flecha amarilla.

Con frecuencia, se exige el mecanizado de los chaflanes, dada la necesidad de obtener unas dimensiones uniformes. El objetivo para la producción en serie, es la productividad de las soldaduras, dimensiones finales reproducibles y con un mejor control de las deformaciones. En estos casos, una preparación manual es más costosa, además no se puede asegurar el ángulo del chaflán ni las dimensiones de la junta, cuando no hay personal experto que pueda amolar con esmero los biseles, en ángulos de difícil acceso, sin el uso de galgas ni cartabones, o en chaflanes de varios metros de longitud. En estos casos, ayuda mucho al trabajo el uso de biseladoras manuales y con portaherramientas para diferentes ángulos de biselado.

Otro aspecto importante de la inspección visual antes del soldeo, es comprobar el estado de los equipos y de los materiales de aportación, los grupos deben estar en buenas condiciones, las pistolas y los cables de masa, en buen estado para evitar paradas de producción. Por último y no por ello menos importante, es imprescindible comprobar la indumentaria de seguridad de los soldadores. Un soldador con un guante perforado se quemará, un soldador con una careta que tiene un cristal con proyecciones no podrá ver bien cómo está soldando. Los soldadores son importantes para la producción y su seguridad es primordial ante los riesgos laborales.

Algo que se pasa por alto, es la revisión del diseño. Muchos dibujantes ignoran los requisitos de diseño y las normas de soldadura. Lo increíble es que tales dibujos hayan sido revisados incluso por organismos notificados, sin tener alguna corrección de la representación gráfica de soldadura ni de los requisitos de diseño, aún tras varias ediciones de los planos. La figura 3 representa una soldadura demasiado abultada, con quince milímetros de altura y apenas otros quince milímetros de ancho entre chapas de 8 mm para soldar dos uniones en ángulo. La soldadura así indicada, solo será un pegote, un relleno sin penetración, un alto riesgo para la construcción soldada, ya que las chapas de 8 mm no quedarán soldadas con la chapa de 20 mm, en lugar de ello habrá falta de fusión y falta de penetración.

El dibujo de las chapas sin chaflán ilustra que con la separación de 15 mm y los bordes rectos, no hay suficiente acceso para soldar los vértices internos de las uniones. En el apartado 3.1.1 de la tabla 6 de la Norma EN 1708-1, se indica que este tipo de unión debería ser realizada con una chapa biselada. El ángulo del chaflán puede ser de 45° a

60°, esto es válido si hubiera suficiente acceso. Sin embargo, dos elementos juntos, como los de la figura 3, deberían tener una separación que permita tener suficiente acceso para soldar ambos bordes.

Error de diseño, sin criterios de soldadura

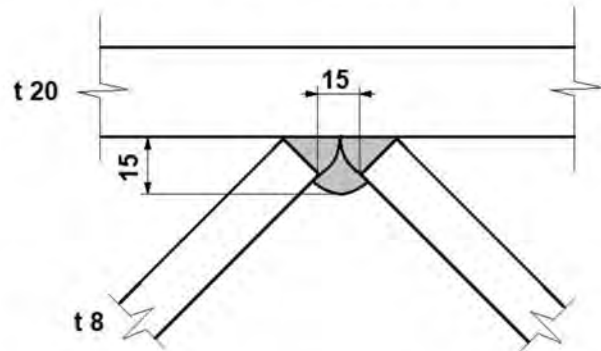


Figura 3. Error de diseño, la unión es crítica por el empalme de tres elementos, la soldadura se ha representado como un pegote abultado, sin penetración. Poca separación entre las chapas de 8 mm para lograr un buen acceso, el soldeo de las uniones en ángulo será imposible.

Recipientes con doble envoltura				
Nº	Figura	Aplicación/condición	Nota	Referencia a las Normas EN 29692 y EN ISO 9692-2
Se recomienda que la separación entre el envoltorio interior del recipiente y el envoltorio exterior o el anillo de bloqueo no exceda de 3 mm. Un anillo de bloqueo debería mecanizarse a una longitud circunferencial tal que no exceda más de 5 mm de la longitud del recipiente. Con separaciones mayores, aumenta la tendencia a la formación espontánea durante el soldeo, particularmente cuando los espesores de las partes a unir se incrementan.				
6.1 Sujerión de los envoltorios exteriores				
6.1.1		1) Envoltorio exterior 2) Envoltorio interior $b = 2 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ $\alpha_1 = 15^\circ \text{ a } 60^\circ$ $\alpha_2 = 35^\circ \text{ a } 60^\circ$	- Si las condiciones de servicio evolucionan a más severas, se cambia a soldado con penetración completa. - En situaciones difíciles, el biselado del anillo de bloqueo ayudará a evitar el agrietamiento. - En caso de riesgo de desgaste futuro en la chapa de la envoltorio interior, se debería realizar el molido y biselado de los juncos de la soldadura de la envoltorio exterior. Se debería efectuar el molido antes de la relajación de tensiones de la envoltorio exterior.	

Figura 4. Apartado 6.1.1 de la tabla 6 de la Norma EN 1708-1. Se tipifica la unión de una envoltorio interior y una envoltorio exterior, de forma similar a la unión de la figura 3. La Norma recomienda una preparación de chaflán con un ángulo de 45° a 60°.

En la tabla 6 de la Norma EN 1708-1, se aprecia la figura del apartado 6.4.5 donde la distancia "f" representa la separación entre orillas de soldaduras, pero no es la separación entre chapas, aún cuando no sea una imagen igual a la de la figura 3, sirve para ilustrar la necesidad de separar soldaduras paralelas. Para este caso, la separación entre las orillas de soldadura debe ser mayor a 20 mm, con lo cual, la distancia entre chapas debería ser aún mayor.

Nº	Figura	Aplicación/condición	Nota	Referencia a las Normas EN 29692 y EN ISO 9692-2
6.4.5		$f \geq 20 \text{ mm}$		4.10.10 C

Figura 5. Apartado 6.4.5 de la tabla 6 de la Norma EN 1708-1. Se recomienda una distancia o separación entre orillas de soldaduras mayor o igual a 20 mm. La separación entre los bordes de las chapas debería ser mayor de 20 mm.

La inspección visual durante el soldeo es importante para asegurar la calidad de las soldaduras, especialmente cuando los soldadores tienen una tarea nueva, un prototipo, un proyecto nuevo, etc., siendo necesaria una preparación previa del personal para afrontar el reto. Como un equipo de deportistas que se preparan para un partido importante. Cuando hay un plan de soldeo, una secuencia trazada por los coordinadores de soldeo, será más fácil instruir al personal para darles unas pautas mínimas sobre la secuencia del montaje.

Con frecuencia hay que corregir detalles que no se contemplaron en los documentos iniciales y es necesario anotar o comunicarlo a los coordinadores de soldeo. También es importante controlar la limpieza y la temperatura entre pasadas, las cualificaciones de los soldadores, las pruebas previas a la producción, las pruebas de soldeo en lugares de difícil acceso y poca visibilidad, etc.

Cuando el personal de soldeo ya resolvió los problemas de la primera ejecución de un conjunto nuevo, la producción irá sobre ruedas. Sin embargo, es necesario estar alerta, porque es fácil que alguno pierda los objetivos de calidad, o se olvide de pasos y secuencias importantes, especialmente luego de las fiestas de sus pueblos, los soldadores retornan relajados, entonces no se percatan de lo mal que están soldando habiendo avanzado ya unos metros con la pistola de soldar. Por ello, en obras muy importantes, se exige una cualificación diaria a los soldadores, antes de ponerse con la tarea, como una evidencia de que están aptos para soldar correctamente. Porque una sola soldadura con fallos, puede ocasionar una fuga de vapor en una central térmica, con lo que se puede dejar a toda una región sin electricidad. Tomad nota, no solo una ciudad sin luz, sino una comarca. Una sola soldadura con un fallo crítico y oculto por una pasada de acabado, puede tener consecuencias fatales para el comportamiento ante cargas de una construcción soldada, como lo es un puente, una grúa o un edificio.

Durante el soldeo, es necesario comprobar la limpieza entre pasadas. Toda imperfección o fallo debe ser eliminado, antes de soldar la siguiente pasada, porque de otro modo, los taparían pero no los eliminarán, si no se corrige el fallo antes de soldar sobre tales imperfecciones.

Cuando sea necesario hacer una reparación, antes de empezar con el soldeo, puede ser obligatorio el cumplimiento

de un procedimiento especial de reparación, en el que se dan las instrucciones para eliminar los fallos encontrados. En algunos casos inclusive, es necesario hacer una prueba previa sobre un cupón de ensayo, cuando se trate de una reparación difícil o importante, como puede ser el soldeo en posición vertical o bajo techo, son aspectos que suelen ocurrir en los talleres de soldadura o en la soldadura de obra y montaje.

La figura 6 muestra el resultado de una prueba de soldadura, también conocido como testigo de producción. La unión refleja una buena penetración del metal de aportación.

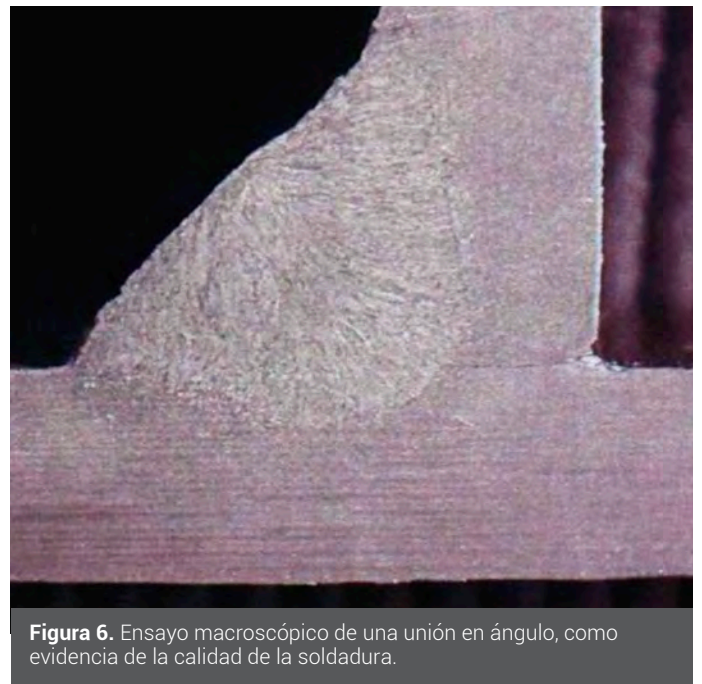


Figura 6. Ensayo macroscópico de una unión en ángulo, como evidencia de la calidad de la soldadura.

En la inspección después del soldeo, es importante verificar la calidad de las soldaduras de acuerdo con los requisitos dados en el nivel de aceptación indicado en las normas UNE-EN ISO 5817 o bien UNE-EN ISO 10042. Además, es necesario constatar las dimensiones finales, las diagonales en bastidores, la planitud y las tolerancias de las zonas de apoyo, el control de las deformaciones en elementos longitudinales como perfiles, etc. En las soldaduras es necesario verificar lo siguiente:

- Limpieza de las soldaduras, ausencia de escorias.
- Ausencia de muescas de cortafrío y de discos de corte o de amolado excesivo.
- Limpieza de óxidos en acero inoxidable.
- Transición suave entre las soldaduras y el metal base, ángulo de acuerdo adecuado.
- Forma y acabado superficial de las soldaduras, tamaño del sobreespesor.

- Uniformidad de las soldaduras, uniformidad del ancho de los cordones en toda su longitud.
- Uniones a tope con chaflanes, con suficiente sobreespesor o sin desfondamiento.
- Rechupe de raíz o bien sobre espesor de raíz.
- Mordeduras, en caso de ser inaceptables, la reparación de las mismas.
- Ausencia de grietas y poros.
- Elementos auxiliares de fijación o sujeción para maniobras con ganchos de grúas.
- Puntos de empalme de los cordones,
- Ausencia de puntos de encendido de arco y limpieza de proyecciones.

Las imperfecciones geométricas para los procesos de soldeo por fusión están indicadas en la Norma UNE-EN ISO 6520-1 Soldeo y técnicas afines. Clasificación de las imperfecciones geométricas en los materiales metálicos. Parte 1: Soldeo por fusión (ISO 6520-1:2007). Se tienen seis grandes grupos de imperfecciones geométricas.

Grupo	Tipo de imperfección
1	Grietas
2	Cavidades
3	Inclusiones sólidas
4	Falta de fusión y falta de penetración
5	Imperfecciones de forma y dimensión
6	Otras imperfecciones

Tabla 1.- Grupos de imperfecciones de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 6520-1

Intentaré hacer un resumen sobre esta clasificación, no obstante, sería muy extenso realizar una ilustración completa, por lo que me limitaré a las más importantes.

Clasificación de las grietas

Número de referencia:	Designación	Ubicación de la grieta
1011	Grieta Longitudinal	En el metal de soldadura
1012		En la línea de fusión
1013		En la zona afectada térmicamente
1014		En el metal base
1021	Grieta transversal	En el metal de soldadura
1023		En la zona afectada térmicamente
1024		En el metal base
1031	Grietas radiales	En el metal de soldadura
1033		En la zona afectada térmicamente
1034		En el metal base
1045	Grieta de cráter	Longitudinal
1046		Transversal
1047		En forma de estrella
1051	Grupo de grietas discontinuas	En el metal de soldadura
1053		En la zona afectada térmicamente
1054		En el metal base

Tabla 2.- Clasificación de las grietas de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 6520-1

Las posibles causas que originan las grietas son:

- Pobre o absolutamente ningún precalentamiento en aceros de mediano carbono y aceros resistentes a temperaturas altas.
- Enfriamiento rápido durante o después del soldeo.
- Demasiado aporte térmico.
- Inclusiones de cobre en el baño de fusión.

- Demasiadas tensiones residuales debido a un mal diseño o mala secuencia de soldeo.
- Alto contenido de hidrógeno en el material de aportación (electrodos revestidos y fundentes).
- Sobrecalentamiento en acero inoxidable.
- Material no apto para el soldeo, o mala combinación con el metal de aportación.

Estas son solamente algunas posibles causas, pero también la falta de limpieza en la junta puede producir grietas. Recordemos el caso del azufre que propicia segregaciones, esto produce las grietas en caliente. Tenemos azufre en las pinturas, el aceite, grasa, tiza de marcar que es sulfato de calcio, por este tipo de contaminación se producen grietas en caliente. También en acero inoxidable austenítico, donde hay además el peligro de sobrecalentamiento, cuando no hay control de la temperatura entre pasadas, el soldador no terminará de quitarse la careta y verá cómo el baño de fusión se abre como bizcocho en el horno. Intentará taparla con otra pasada, entonces la grieta se hará más grande y más profunda.

Clasificación de las cavidades

Número de referencia:	Designación	Característica
2011	Poros	Forma esferoidal
2012	Sopladuras uniformemente distribuidas	Poros distribuidos uniformemente
2013	Sopladuras agrupadas	Poros agrupados
2014	Sopladuras alineadas	Poros distribuidos longitudinalmente
2015	Sopladura alargada	Poros alargados paralelo al cordón
2016	Sopladura vermicular	Poros alargados agrupados $l \geq 3b$
2017	Picadura	Poros pequeño visible en la superficie

Tabla 3.- Clasificación de las cavidades de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 6520-1

Entre las principales causas de las sopladuras se pueden encontrar:

- Insuficiente caudal de gas de protección en los procesos con protección gaseosa.
- Mala conducción de la pistola de soldar.
- Humedad o contaminación del metal base y del metal de aportación.
- Impurezas en los chaflanes de la junta preparada.
- Óxidos superficiales, cascarilla gruesa que se desprende y cae sobre el baño de fusión.

Las inclusiones sólidas, como escoria, se encuentran con frecuencia en el proceso 111. Dada la falta de pericia de los soldadores, es muy común encontrar inclusiones de escoria en las soldaduras. No obstante, no deja de ser una aberración encontrar cordones con escoria entre pasadas, así como estructuras sobre las que se ha pintado sobre la escoria, los soldadores no se dan la

molestia o el cuidado de eliminar la escoria después de soldar, ni mucho menos los pintores antes de pintar.

Otro detalle es la soldadura semiautomática, donde se produce también una capa de escoria muy delgada pero muy adherida al cordón, tiene el mismo efecto de la escoria en el proceso 111. Esta escoria de los procesos 135, 136 y 138, puede resultar perjudicial para los procesos de recubrimientos superficiales, por lo que se recomienda el granallado. También es un problema cuando se realizan los ensayos de grietas superficiales, por lo que es necesaria su eliminación a fin de realizar estos ensayos de modo correcto.

Faltas de fusión y faltas de penetración

Número de referencia:	Designación	Característica
4011	Falta de fusión	Falta de fusión afectando los bordes a unir
4012		Falta de fusión entre pasadas
4013		Falta de fusión en la raíz
402	Falta de penetración	Falta de penetración (penetración incompleta)
421		Falta de penetración en la raíz

Tabla 4.- Clasificación de las faltas de fusión y faltas de penetración de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 6520-1

Las causas que originan estas imperfecciones suelen ser:

- Mala o incorrecta preparación de la junta antes de soldar.
- Baño de fusión que no ha fundido al metal base, por mal ajuste de parámetros de soldeo.
- Mala conducción de la pistola, ángulo de ataque incorrecto.
- Insuficiente intensidad de corriente.
- Soplo magnético.
- Parámetros de soldeo para el metal base (por ejemplo, mayor espesor de chapa).
- Demasiado talón, poca separación entre bordes o poco ángulo de chaflán.

Imperfecciones de forma y dimensión

Número de referencia:	Designación	Característica
5011	Mordedura	Mordedura continua
5012		Mordedura discontinua
5013		Contracción de raíz
5014		Mordedura entre pasadas
5015		Mordedura local intermitente
502	Exceso de sobreespesor	Exceso de sobreespesor en unión a tope
503		Exceso de convexidad en unión en ángulo

Tabla 5.- Clasificación de las mordeduras y exceso de sobreespesor de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 6520-1

Las causas que originan estas imperfecciones son múltiples, pudiendo ser principalmente una falta de habilidad del soldador, mala conducción de la pistola o del electrodo, mal ajuste de parámetros, dificultad de acceso por

un mal diseño, poca visibilidad de la zona a soldar, etc.

Otras imperfecciones

Número de referencia:	Designación	Característica
601	Cebado del arco	Encendido de arco fuera de la junta a soldar
602	Proyecciones (salpicaduras)	Proyecciones de soldadura
603	Superficie de desgarre	Arranque de material base

Tabla 6.- Clasificación de las faltas de fusión y faltas de penetración de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 6520-1

Estas imperfecciones son debidas a malas prácticas de los soldadores, el cebado del arco debe ser realizado sobre la junta, no sobre el metal base aledaño a la unión. Hay materiales muy sensibles a los cebados, porque son puntos de calentamiento y enfriamiento brusco, con lo que se tiene un temple puntual y la posibilidad de la aparición de grietas.

Las proyecciones son ocasionadas por un mal ajuste de los parámetros de soldeo, especialmente con las fuentes de soldeo convencionales. Esto suele atenuarse con el uso de fuentes de arco pulsado y otros grupos con tecnología de inversores, de ajuste más fino de parámetros de soldeo. No obstante, se pueden producir proyecciones, aún con la tecnología de los inversores, si no hay un ajuste adecuado de los parámetros de soldeo, sin una correcta limpieza de los materiales ni un correcto ajuste del caudal de gas de protección. Por ello es necesario preparar a los soldadores, sobre el correcto ajuste de parámetros de soldeo.

La superficie de desgarre, ocurre cuando se sueldan elementos de fijación, como puentes o los típicos "sietes" para alinear las chapas mediante cuñas y tornillos. Es muy común darles golpes con un mazo hasta quitarlos, para soldar estos elementos en otro punto, los golpes sin un adelgazamiento de la soldadura, que permita debilitar el cordón, hacen que se arranque una porción de metal base con el metal aportado. Esta práctica manifiesta una falta de sentido común, como si los siglos de evolución no hubiesen servido a la masa encefálica del individuo que comete estos errores, o no justificasen la necesidad de conservar intacto el metal base. Hasta nuestros primitivos antepasados tuvieron más cuidado y delicadeza en el tallado de la piedra para hacer herramientas cortantes. A veces da la impresión de que trabajamos con algunos personajes que recién están descubriendo el fuego. No obstante, hay que tener tacto para llamarles la atención haciéndoles notar sus errores, porque los hay que no aceptan críticas ni sugerencias.

Evaluación de las imperfecciones

Para poder determinar si la irregularidad es permisible o no, son necesarios ciertos valores límite y los criterios de aceptación. Estos están establecidos en las normas UNE EN ISO 5817 y UNE EN ISO 10042. Habiéndose enumerado diferentes grupos de evaluación, los que se refieren a los requisitos de las uniones soldadas, cabe mencionar que a mayor grado de criticidad, más altos son los requisitos y más estrechos son los límites o tolerancias. Se distinguen entre los grupos de evaluación D (requisitos moderados), C (requisitos medios) y B (requisitos altos), que difieren solamente en sus valores límite o tolerancias. El nivel de exigencia está y debe observarse en los planos de construcción de soldadura, debiendo ser de obligado cumplimiento durante la ejecución del soldeo.

Los apartados 1.1 a 1.23 solo evalúan las imperfecciones superficiales, de forma y dimensión. Además de los criterios para las discrepancias de dimensión y de forma, que pueden evaluarse con los equipos de medición adecuados, como son las galgas de soldadura, existen criterios adicionales, tal como la suavidad de una transición entre la soldadura y el metal base, que es el ángulo de acuerdo y el concepto de una imperfección corta que consiste en una imperfección cuya longitud es menor a 25 mm por cada 100 mm de soldadura o al 25 % para soldadura de menos de 100 mm.

Los valores límite de las imperfecciones deben calcularse y compararse con el valor real a evaluar. En el caso de algunas imperfecciones, es casi imposible promediar los valores requeridos con el equipo de medición convencional, por ejemplo, la profundidad de las mordeduras. Con la ayuda de muestras patrón especiales, es posible determinar un valor de comparación. Sin embargo, en la práctica, es bastante común usar el criterio de la transición suave requerida como criterio de exclusión. Cuando también se especifica un valor máximo, el menor de los dos valores siempre cuenta para estimar un promedio.

Las imperfecciones en el lado de la raíz en el interior de tuberías se pueden observar con la ayuda de un endoscopio. Al igual que otras imperfecciones en lugares de difícil acceso después del soldeo, como pueden ser los compartimentos internos en recipientes a presión.

Es necesario recordar que la inspección visual no es solamente un ensayo no destructivo a realizar al final del

soldeo, sino una actividad constante a realizar antes, durante y después del soldeo. La revisión del diseño, la preparación de las uniones, la limpieza de las mismas, los parámetros de soldeo, las cualificaciones de los soldadores, las pruebas previas en los cupones de ensayo, etc., todos estos factores son muy importantes para la seguridad de las uniones y la confianza de los mismos soldadores en la ejecución de un trabajo de calidad aceptable. Por ello es necesario que el personal encargado de la inspección visual tenga suficiente solvencia en los conocimientos siguientes:

- Amplios conocimientos sobre la tecnología de soldadura y los procesos de soldeo. Una gran ventaja es el conocimiento práctico de los mismos.
- Conocimientos de los tipos de soldaduras y sus dimensiones.
- Conocimientos de la representación gráfica de las soldaduras en los planos.
- Correcto empleo de los instrumentos de medición como galgas y calibres.
- Manejo seguro de medios auxiliares para la inspección (espejos y endoscopios).
- Experiencia en lectura de planos.
- Capacidad para interpretar las normas y especificaciones.

Los mismos soldadores deben ser concientes de su trabajo, los más capacitados y con formación profesional, pueden llegar a ser inspectores, cuando se lo proponen y cuando se les da el apoyo necesario. El soldador es el inspector de infantería, el que está en la primera línea de batalla. Por eso deben estar preparados y entrenados, a fin de que no cometan errores que luego son objeto de rechazos.

En la figura 7 apreciamos una unión en un tubo de acero inoxidable que ya perdió sus propiedades por la mala ejecución de la soldadura. Es evidente que no se ha empleado gas de respaldo, toda la unión ha sido afectada por la oxidación, formando óxidos de cromo, un caso típico del desconocimiento de la técnica correcta y de la ausencia de instrucciones o procedimientos de soldeo. Esta unión terminará por romperse, ya sea por efecto mecánico o por las consecuencias de la corrosión. Es una unión disimilar, porque se aprecia un tubo de acero al carbono en la parte posterior. Es evidente que no se cumplieron las condiciones adecuadas para la ejecución, posiblemente emplearon algún consumible adecuado para las uniones

disimilares, pero de nada sirve, porque no hubo gas de respaldo, en consecuencia, debe ser rechazada. No hace falta tener un endoscopio para ver este fallo.



Figura 7. Corrosión en la pasada de raíz de un tubo inoxidable unido a un tubo de acero al carbono.

La figura 8 muestra dos uniones en ángulo, una de una chapa de base soldada a una columna y otra de la unión de una chapa con elemento estructural que se une con tornillos a la chapa base de la columna. Lejos de haber corregido el defecto, se ha dado la imprimación y la pintura, como si este fallo no fuese un error grave. Es evidente que se ha soldado luego de atornillar la chapa, porque han esmerilado la cabeza de un tornillo. ¿Quién dio por válidas estas soldaduras? Es una falta de conocimiento y de responsabilidad.



Figura 8. Unión en ángulo con exceso de sobreespesor, mordeduras y proyecciones. Por el aspecto que se muestra, es presumible que no tiene suficiente penetración.

La figura 9 muestra unos ensayos macroscópicos de unas uniones HV. La preparación típica que se emplea para tener una penetración total en las uniones en "T". Se aprecia la correcta penetración de las soldaduras, son testigos de producción que se realizan para evidenciar que las soldaduras se están realizando adecuadamente, cumpliendo a cabalidad los requisitos de fabricación.



Figura 9. Muestra unos ensayos macroscópicos de unas uniones HV. La preparación típica que se emplea para tener una penetración total en las uniones en "T". Se aprecia la correcta penetración de las soldaduras, son testigos de producción que se realizan para evidenciar que las soldaduras se están realizando adecuadamente, cumpliendo a cabalidad los requisitos de fabricación.

La figura 10 muestra una soldadura de una unión a tope en tubería. El cordón es uniforme, un ancho regular en toda la longitud, un sobreespesor adecuado, no se nota abultado. Se aprecia una transición suave entre el metal base y la soldadura, lo cual es un ángulo de acuerdo adecuado que aún cuando no se pueda medir, es fácil ver que es una soldadura de buena calidad.

Algo a resaltar, observad la limpieza en ambos lados del cordón, se constata que el soldador es escrupuloso con su trabajo, porque se da el afán de limpiar el metal base antes de soldar. Más allá de la zona de preparación, todavía se puede observar el óxido superficial del tubo. En toda la zona aledaña a la soldadura, la eliminación de óxidos es importante para obtener buenos resultados.

Este factor de limpieza no es apreciado por algunos empresarios, piensan que la limpieza es improductiva, todo lo quieren rápido. Pero ignoran que, sin limpieza, la soldadura sale fatal y se contamina. En el proceso 141 además, se contamina el electrodo de wolframio, el arco es errático, no se puede dirigir el baño de fusión, se propician faltas de fusión y lo más seguro es que la soldadura sea

objeto de rechazo por parte del cliente. Las prisas son contraproducentes. Es mejor hacer las cosas como deben ser, evitando problemas posteriores, dando una buena imagen de los trabajos bien hechos.



Figura 10. Unión a tope en tubería, pasada de acabado con el proceso 141.

Los apartados 2.1 a 2.13 de la Norma UNE-EN ISO 5817, describen los criterios de aceptación para las imperfecciones internas, estas solo son visibles en los ensayos macroscópicos, por ejemplo, faltas de fusión, inclusiones, faltas de penetración en uniones en ángulo y en uniones a tope soldada por ambos lados.

Los apartados 3.1 a 3.3 ilustran los criterios de aceptación para las imperfecciones geométricas, como son la falta de alineación y la deformación angular en las uniones a tope, un caso particular es el apartado 3.3 que ilustra la abertura en la raíz, incorrecta en las uniones en ángulo. Es una imperfección que merece especial atención, porque sucede a menudo en los talleres, en casos cuando se tiene una limitación de longitud de un elemento intermedio entre dos elementos transversales. Suele suceder que se promedia la separación entre los elementos y ocasionalmente queda una separación demasiado holgada. En lugar de usar otro elemento intermedio, o de recrecer el elemento corto, se intenta soldar apañando y disimulando este defecto, rellenando con un cordón de mayor garganta. No obstante, la soldadura es débil, porque solo hay fijación de la parte superior del borde de la soldadura, esto equivale a una garganta muy inferior a la demandada en el plano.

Por ejemplo, en la figura 11 se ilustra el apartado 3.3 descrito líneas arriba, para los niveles de calidad B, C y D, con una garganta "a" de 3 mm la separación "h" máxima sería de:

$$\begin{aligned} \text{Nivel B} & \quad h = 0,5 + 0,1 \times (3) = 0,7 \text{ mm} \\ \text{Nivel C} & \quad h = 0,5 + 0,2 \times (3) = 1,1 \text{ mm} \\ \text{Nivel D} & \quad h = 0,5 + 0,3 \times (3) = 1,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tabla 1 (Continuación)
Límites de las imperfecciones

Nº	Referencia ISO 6520-1	Designación de la imperfección	Observaciones	r mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
3.3	417	Abertura en la raíz acortada en las soldaduras en ángulo	No es aplicable la limitación del capítulo 3 referente a las imperfecciones sustantivas.	0,5 a 1 -2	$0,5 + 0,1 a$ máx. 4 mm	$0,5 + 0,2 a$ máx. 3 mm	$0,5 + 0,3 a$ máx. 2 mm

Figura 11. Apartado 3.3 e la Norma UNE-EN ISO 5817.

Esto es lo que se debería cumplir a rajatabla. Una separación mayor haría que la garganta sea en efecto menor a la indicada. La figura 11 muestra el efecto de soldar con mayor separación, la garganta no es suficiente para las cargas que debería soportar, lo más probable es que la unión termine rompiéndose de manera catastrófica. La garganta "a" real no tiene ni el 30 % de la altura que debería tener de acuerdo con la acotación del plano.

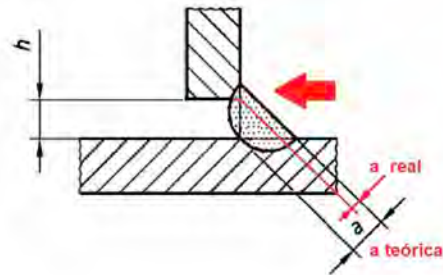


Figura 12. Efecto de una mayor separación de las chapas en las uniones en ángulo. La separación mayor a la permisible tiene como consecuencia una soldadura débil.

La inspección visual es un trabajo constante, es importante mantener el afán vigilante entre los soldadores y los inspectores. En algunas piezas importantes y repetitivas incluso, es ponderable tener unas muestras de las piezas correctas, así como muestras de los fallos intolerables. De modo que los soldadores tomen atención y no tengan pretextos con argumentos sin fundamento. Es deseable una formación mínima, para recordarles su responsabilidad en la ejecución de las soldaduras, agradeciendo y elogiando a los buenos soldadores. Pero también haciendo notar los errores para que sean corregidos y reparados antes de terminar la construcción soldada.

BIBLIOGRAFÍA

UNE-EN ISO 9692:2014. Tipos de preparación de uniones. Parte 1: Soldeo por arco con electrodos revestidos, soldeo por arco protegido con gas y electrodo de aporte, soldeo por llama, soldeo por arco con gas inerte y electrodo de volframo y soldeo por haz de alta energía de aceros. (ISO 9692-1:2013).

UNE-EN ISO 9712:2012. Ensayos no destructivos. Cualificación y certificación del personal que realiza ensayos no destructivos. (ISO 9712:2012).

UNE-EN ISO 17637:2017. Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Examen visual de uniones soldadas por fusión. (ISO 17637:2003)

UNE-EN ISO 5817:2014. Soldeo. Uniones soldadas por fusión de acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 5817:2003, versión corregida:2005, incluyendo Corrigendum Técnico 1:2006).

UNE-EN ISO 10042:2018. Soldeo. Uniones soldadas por arco en aluminio y sus aleaciones. Niveles de calidad para las imperfecciones (ISO 10042:2005).

UNE-EN ISO 6520-1:2009. Soldeo y técnicas afines. Clasificación de las imperfecciones geométricas en los materiales metálicos. Parte 1: Soldeo por fusión (ISO 6520-1:2007)

UNE-EN 13445-5:2015/A1:2019. Recipientes a presión no sometidos a llama. Parte 5: Inspección y ensayos.

UNE-EN 1708-2:2020. Soldeo. Descripción detallada de uniones soldadas de acero. Parte 2: Componentes no sometidos a presión interna.

GAMA POWERTEC®-iS

FIABILIDAD CON MAYOR ALCANCE



NUEVOS MODELOS POWERTEC®-i i350S, i420S, i500S

Las nuevas fuentes de alimentación basadas en la tecnología inverter para soldadura MIG/MAG/MMA están disponibles con la opción de devanador estándar LF52D o avanzado LF56D, con pantalla a color TFT y control sinérgico.

Opcional refrigeración por agua con CoolArc®26

Elija Lincoln Electric, la solución completa para la industria con un nuevo diseño de alta resistencia.

- La solución completa para la industria
- Nuevo diseño robusto y ergonómico
- Innovador e intuitivo panel de control con tecnología ArcFX™
- Bajo consumo de energía cumpliendo con la normativa de diseño ECO



INFORMACION DE LA JUNTA DIRECTIVA DE CESOL

Con fecha **10 de junio de 2020**, se ha celebrado una reunión de la Junta Directiva de CESOL, en la que se trataron, entre otros, los siguientes asuntos:



ALTAS MIEMBROS PROFESIONALES

APELLIDOS Y NOMBRE	ZONA GEOGRÁFICA
ABENZA GARCIA, Raquel	Valencia y Murcia
CRESPO CID, José Francisco	Madrid, Castilla La Mancha, Castilla León, Extremadura y Exterior
DÍAZ DE ARGOTE POZO, Luis	Madrid, Castilla La Mancha, Castilla León, Extremadura y Exterior
GARCIA TRAPERO, Antonio	Madrid, Castilla La Mancha, Castilla León, Extremadura y Exterior
GRIS SERRANO, Pau Didac	Cataluña y Baleares
VARO REINA, Ricardo	Madrid, Castilla La Mancha, Castilla León, Extremadura y Exterior

BAJAS MIEMBROS PROFESIONALES

APELLIDOS Y NOMBRE	ZONA GEOGRÁFICA
NUÑEZ GOMEZ, Manuel	Andalucía

ALTAS MIEMBROS INDUSTRIALES

EMPRESA / ENTIDAD	SECTOR INDUSTRIAL
IBERIA, LINEAS AEREAS DE ESPAÑA, S.A.O.	Automoción y transporte

BAJAS MIEMBROS INDUSTRIALES

EMPRESA / ENTIDAD	SECTOR INDUSTRIAL	CAUSA DE LA BAJA
S.A. IBÉRICA DEL VAPOR (ARCONES)	Materias Primas, Bienes de Equipo y Mantenimiento	Reducción de gastos

SITUACIÓN DE LOS MIEMBROS DE CESOL DESPUES DE ALTAS Y BAJAS

	MIEMBROS A 26-2-2020	ALTAS	BAJAS	MIEMBROS A 10-6-2020
M. PROFESIONALES	352	6	1	357
M, INDUSTRIALES	92	1	1	92

VARIOS:

- Se informa de todas las actuaciones llevadas a cabo durante el estado de alarma:
 - Se ha lanzado la 27 edición del Manual del Soldador
 - Las clases de los cursos se han impartido por video conferencia a través de la plataforma TEAMS. Los exámenes de los cursos se han realizado on line y los orales también.
 - A partir del 8 de junio se ha comenzado la incorporación gradual y parcial del personal a los puestos de trabajo.
 - Se han instalado pantallas de metacrilato en los mostradores y entre puestos donde no se pueden separar las mesas o zonas de paso donde algún puesto puede verse sin distancia de seguridad.
 - Se tomará la temperatura a todo el personal y a las visitas. Se ha puesto gel hidroalcohólico por toda la oficina.
 - Se han facilitado mascarillas lavables a todo el personal, será obligatorio su uso en cuanto se abandone el puesto de trabajo y se circule por zonas comunes.
 - Se ha reactivado el servicio de limpieza diario de la oficina.
 - Se han distribuido por toda la oficina las recomendaciones sanitarias para la lucha contra la Covid-19.
 - Las reuniones como máximo serán de 4 personas.
- Se acuerda celebra la reunión de la Asamblea General por video conferencia a través de la plataforma TEAMS el próximo 8 de julio. Se elaborará un nuevo presupuesto teniendo en cuenta las circunstancias actuales de anulación del Congreso de Sevilla y los meses en estado de alarma.
- Se informa de la cancelación del Congreso en Sevilla y su nueva programación para la última semana de mayo de 2021. Habrá que ver cómo va la evolución del Covi-19 para poder llevarlo a cabo con garantías. El Comité Organizador estudiará esta situación en la próxima reunión.

PROGRAMACIÓN DE CURSOS DEL AÑO 2020

Cursos Monográficos presenciales

TÍTULOS	FECHAS	CIUDAD
Cualificación de Soldadores y Procedimientos Mediante Normativa Europea y ASME IX	Del 28 al 30 de septiembre de 2020	Madrid
Inspección Visual	2 de noviembre de 2020	
Soldabilidad de los Aceros. Recicla tus Conocimientos	4 al 6 de noviembre de 2020	
Interpretación de planos	10 de noviembre de 2020	

Para más información consulte nuestra página web:
<http://cesol.es/wordpress/formacion/formacion-presencial/>



Inspector de Construcciones Soldadas

TÍTULOS	FECHAS	CIUDAD
ICS: Inspector de construcciones soldadas N1 de acuerdo a la nueva norma EN 14618:2017	Del 21 al 25 de septiembre de 2020	Madrid
ICS: Inspector de construcciones soldadas N2 de acuerdo a la nueva norma EN 14618:2017	Del 26 al 28 de octubre de 2020	
ICS: Inspector de construcciones soldadas N3 de acuerdo a la nueva norma EN 14618:2017	Del 29 al 30 de octubre de 2020	

Para más información consulte nuestra página web:
<http://cesol.es/wordpress/formacion/formacion-presencial/>



Cursos Presenciales con Reconocimiento Europeo

TÍTULOS	FECHAS	CIUDAD
TÉCNICO APLICADOR EUROPEO DE ADHESIVOS (EAB)	Del 30 de noviembre al 4 de diciembre de 2020	Madrid
ESPECIALISTA EUROPEO DE ADHESIVOS (EAS)	Sesión 1 – Del 7 al 11 de septiembre de 2020	Madrid
	Sesión 2 – Del 5 al 9 de octubre de 2020	
	Sesión 3 – Del 23 al 27 de noviembre de 2020	

Para más información consulte nuestra página web:
<http://cesol.es/wordpress/formacion/adhesivos/>



Cursos Semipresenciales con Reconocimiento Internacional

TÍTULOS	FECHAS	CIUDAD
29ª CONVOCATORIA INGENIERO/ TÉCNICO/ ESPECIALISTA INTERNACIONAL DE SOLDADURA	Módulo 3 – Del 14 al 18 de septiembre de 2020	Madrid
	Módulo 4 – Del 16 al 20 de noviembre de 2020	
30ª CONVOCATORIA Ingeniero/ Técnico/ Especialista Internacional de Soldadura	Módulo 1 – Del 19 al 23 de octubre de 2020	
	Prácticas de Taller – Del 16 al 20 de noviembre de 2020	

Para más información consulte nuestra página web:
<http://cesol.es/wordpress/formacion/cursos-semipresenciales/>



INGENIERO INTERNACIONAL DE SOLDADURA IWE	 
MÓDULOS	Horas eLearning / presenciales
Procesos de Soldeo y su Equipo	100 / 39
Materiales y su Comportamiento Durante el Soldeo	120 / 36.5
Cálculo y Diseño de Uniones Soldadas	85 / 37
Fabricación y Aplicaciones por Soldeo	100 / 41
Taller de Soldadura	- / 38

TÉCNICO INTERNACIONAL DE SOLDADURA IWT	
MÓDULOS	Horas eLearning / presenciales
Procesos de Soldeo y su Equipo	100 / 39
Materiales y su Comportamiento Durante el Soldeo	120 / 36.5
Cálculo y Diseño de Uniones Soldadas	85 / 37
Fabricación y Aplicaciones por Soldeo	100 / 41
Taller de Soldadura	- / 38

ESPECIALISTA INTERNACIONAL DE SOLDADURA IWS	
MÓDULOS	Horas eLearning / presenciales
Procesos de Soldeo y su Equipo	50 / 39
Materiales y su Comportamiento Durante el Soldeo	75 / 36.5
Cálculo y Diseño de Uniones Soldadas	75 / 37
Fabricación y Aplicaciones por Soldeo	50 / 41
Taller de Soldadura	- / 38

Para más información consulte nuestra página web:
<http://cesol.es/wordpress/formacion/cursos-semipresenciales/>



NOTA: Al tratarse de previsiones, es posible que se produzcan algunas modificaciones de las convocatorias indicadas.

Para cualquier cuestión, contáctanos a través del correo electrónico habitual o telefónicamente al **914758307**.

PERSONAL DE SOLDADURA

En este número se relacionan las personas certificadas como Inspectores de Construcciones Soldadas y las que han obtenido Diplomas Internacionales/Europeos de Soldadura 15 de Febrero al 29 de Mayo de 2020:

Personal Certificado

EXAMEN DE INSPECTOR DE CONSTRUCCIONES SOLDADAS:

Nivel 1:

- D. Guillermo ARNALOS PORTI
- D. Jesús ARTIEL MENACHO
- D. Alejandro BASTIDA PÉREZ
- D. César BRITOS AQUINO
- D. Jesús CARRIÓN CAPARRÓS
- D. David CONESA LÁZARO
- D. Álvaro Francisco CONESA MATEO
- D. Jesús FERRER MARTÍNEZ
- D. Cándido GARCÍA IBÁÑEZ
- D. Roberto GARRIDO GRAU
- Dña. Cristina GENTO RODRÍGUEZ
- D. Félix José LÓPEZ FERNÁNDEZ
- D. Rubén MARTÍNEZ BALANZA
- D. Pedro MATEOS GODOY
- D. Jesús María MIGUEL ASENJO
- D. Vicente NIETO PASTOR
- D. Salvador SÁNCHEZ MORALES
- D. José Antonio SÁNCHEZ SÁNCHEZ
- D. Jesús TAPIA CASTILLEJO
- D. Carlos Javier VEGA VARGAS

Nivel 2:

- D. Francisco de Asís ARGUDO SALMERÓN
- D. Javier AYALA MORENO
- D. Juan Antonio AYALA SARABIA
- D. Marco Antonio CARRASCO SEMINARIO
- D. Iván FERRER RODRÍGUEZ
- D. Juan Antonio GARCÍA MARTÍNEZ
- D. Javier LÓPEZ RODRÍGUEZ
- D. Vicente MARTÍNEZ CORRAL

- D. Víctor Andrés MARTÍNEZ RECHINA
- Dña. Verónica PENA ADEGA
- D. José Antonio PÉREZ HUERTAS

Nivel 3:

- D. Iván BARRADO PÉREZ
- D. Agustín MARÍN RUIZ

RENOVACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN COMO INSPECTOR DE CONSTRUCCIONES SOLDADAS:

Nivel 1:

- Dña. M^a Isabel AGÜES NUÑO
- D. Miguel BARRADO BARRADO
- D. Elvis CEBREIRO FELGUEIRAS
- Dña. Almudena CERÓN SILVA
- D. Jaime DURÁN ESTÉVEZ
- D. Daniel FERNÁNDEZ GONZÁLEZ
- D. José GARCÍA BALSEIRO
- Dña. Ruth LÓPEZ CLARIANA
- D. Pedro Diego LÓPEZ FERRER
- D. José MARTÍNEZ PÉREZ
- Dña. Ana Carmen PELLICER ROMERO
- D. José RAMOS GÓMEZ
- D. Felipe RIZO NICOLÁS
- D. José Antonio SÁNCHEZ ARAGÓN
- Dña. Susana SOTO SOTO
- D. Jorge Juan TORRES BERNABEU
- D. Francisco VIZUETE VIZUETE

Nivel 2:

- D. Norberto ALCARAZ SOTO
- D. Fernando ALMENAR GARCÍA
- D. José M^a AMO CALLEJA
- D. Miguel ÁLVAREZ ALCINA

- D. Antonio ÁLVAREZ-BUYLLA PARDO
- D. José Miguel ARAUZO DÍEZ
- D. José BARRERA MENA
- D. Víctor CAHUA MANCO
- D. Antonio CAMACHO REINADO
- D. Moisés CAMILLERI GARCÍA
- D. David CARBALLO RIVERA
- D. Dionisio CARCELLER SEGURA
- D. Miguel Ángel COELLO GARCÍA
- D. Antonino ERES DÍAZ
- D. José Luis FEAL PÉREZ
- D. Iván FERNÁNDEZ BARRIO
- D. Giovanni GARCÍA BORJA
- D. Sergio GARCÍA GARCÍA
- D. Rubén GARCÍA MÉNDEZ
- Dña. Patricia GARCÍA PORTILLA
- D. Pablo GONZÁLEZ GARCÍA
- D. Juan Antonio GONZÁLEZ GÓMEZ
- D. Carlos GÓNZALEZ SANZ
- D. José Luis GUERRA GALET
- D. Miguel Ángel GUERRA MORÁN
- D. Alejandro Manuel GUTIÉRREZ CERPA
- D. Alberto HERRERA MARTÍN
- D. Pablo MANSO ÁLVAREZ
- D. Francisco Luis MARÍ LÓPEZ
- D. Borja MONTOTO VALLE
- D. Raúl MORENO SAMPER
- D. Iñaki MUÑOZ FRANCO
- D. Manuel NARANJO SÁNCHEZ

Nivel 3:

- D. Fernando ABELENDA GARCÍA
- Dña. M^ª Carmen ADALID MARTÍNEZ
- D. Modesto ANTÓN NIETO
- D. Rubén CASES RATO
- Dña. Tamara CEREZAL GONZÁLEZ
- D. Juan José DÍAZ LÓPEZ
- D. Iñigo EGURROLA FERNÁNDEZ DE BENGOCHEA
- D. Carlos EQUIZA URTASUN
- D. Miguel Ángel FUENTE HERAS
- D. Oliver GONZÁLEZ CABRERA
- D. Antonio LUMBRERAS FRANCO
- D. Enrique MARECA ALCONCHEL
- D. Braulio MARTÍNEZ BEN AMAR
- D. José Javier MARTÍNEZ CARRIO
- Dña. Rosa MARTÍNEZ VARELA
- D. Claudio Andrés SÁNCHEZ CANDÓN

- D. José Manuel SÁNCHEZ PAREDES
- D. Diego Jesús SANTIAGO SERRANO
- D. Ignacio Dámaso SOLÁ MARZO
- D. José Alberto TELLO LÓPEZ
- Dña. Carmen Luisa VEGA ÁLVAREZ
- D. Jorge VALVIDARES SÁNCHEZ
- D. Amando VARELA BLANCO

INGENIERO INTERNACIONAL DE SOLDADURA (IWE) MEDIANTE EXAMEN:

- D. Alfonso Carlos ALVITES VALENCIA
- D. Francisco ARJONA VALLADARES
- Dña. María Carmen DÍAZ BUENESTADO
- D. Ion MARTÍNEZ CELAYETA
- D. Aritz Karmel ORTIZ PASTOR
- Dña. Laura RODRÍGUEZ ÁVILA
- D. Ignacio SAMPEDRO MATARÍN
- D. Andrés MOLINA LEÓN
- D. Antonio NAHARRO FÚNEZ
- D. Francisco José PENA PINEDA
- D. Albert RICART MARCO
- D. Renato SEZÉ ESPINOZA CÁRDENAS
- D. Adán SOLÁ REQUENA
- Dña. Gloria Noemí Jackeline SOTO RIVERO

TÉCNICO INTERNACIONAL DE SOLDADURA (IWT) MEDIANTE EXAMEN:

- D. Carlos BORLÁN RONCHEL

TÉCNICO INTERNACIONAL DE SOLDADURA (IWS) MEDIANTE EXAMEN:

- D. Miguel MURILLO OVEDE
- D. Mario VILLANUEVA BETES

SAF

Sistemas Avanzados de Formación
 C/ Condado de Treviño, 2 - Local F31
 28033 Madrid
 Correo electrónico: saf@cesol.es

Si desea suscribirse a nuestra revista, rellene sus datos y
 háganos llegar este cupón por correo, fax o correo electrónico.

Boletín de Suscripción a la revista "Soldadura y Tecnologías de Unión"

Sí, deseo suscribirme a la revista "Soldadura y Tecnologías de Unión" en formato digital por espacio de *1 año (tres números) para lo cual, a continuación indico mis datos

Nombre y apellidos:

Cargo:

DATOS DE FACTURACIÓN

Persona/Entidad:

DNI/CIF:

Dirección:

Población:

Provincia:

Código Postal:

País:

Teléfono:

Email:

Forma de pago: Transferencia bancaria

Cheque nominativo

Domiciliación bancaria

Firma/sello:

FORMA DE PAGO SEGÚN OPCIÓN ELEGIDA

Transferencia bancaria:

Sistemas Avanzados de Formación, S.A.U.
 CCC: ES88 3025 0006 21 1400001745

Cheque nominativo a:

Sistemas Avanzados de Formación, S.A.U.

Domiciliación bancaria:

□□□□ □□□□ □□□□ □□□□ □□□□ □□□□

*1 año (tres números): 55,25 Euros (IVA no incluido).



AGENDA 2020/21

METAL + METALLURGY CHINA 2020

FECHA: 18 - 20 agosto 2020

LUGAR: Shangai (China)

Información relacionada:

<http://www.mm-china.com/en/>

AQUATECH CHINA 2020

FECHA: 25 - 27 agosto 2020

LUGAR: Shangai (China)

Información relacionada:

<https://www.aquatechtrade.com/china/>

METALMADRID & COMPOSITES 2020

FECHA: 30 septiembre - 01 octubre 2020

LUGAR: Madrid (España)

Información relacionada:

<https://www.metalmadrid.com/es/>

SIMTOS 2020

FECHA: 5-9 octubre 2020

LUGAR: Goyang (Corea del Sur)

Información relacionada:

<http://www.simtos.org/user/main/main>

STEXPO 2020

Fecha: 13 - 15 octubre 2020

Lugar: Cantón (China)

Información relacionada:

<http://www.stexpo.top/>

HARDWARE+TOOLS MIDDLE EAST 2020

Fecha: 19 - 21 octubre 2020

Lugar: Dubai (Emiratos Arabes Unidos, EUA)

Información relacionada:

<https://hardwareandtools-middle-east.ae.messefrankfurt.com/dubai/en.html>



BIEMH 2020

Fecha: 23 - 27 noviembre 2020

Lugar: Bilbao (España)

Información relacionada:

<https://biemh.bilbaoexhibitioncentre.com/>

TOLEXPO 2021

Fecha: 16 - 19 marzo 2021

Lugar: Paris (Francia)

Información relacionada:

<https://www.tolexpo.com/fr>

TUBE DÜSSELDORF 2020

Fecha: 07 - 11 diciembre 2020

Lugar: Düsseldorf (Alemania)

Información relacionada:

<https://www.tube.de/>

GLOBAL INDUSTRIE 2021

Fecha: 16 - 19 marzo 2021

Lugar: Paris (Francia)

Información relacionada:

<https://www.global-industrie.com/en/liste-des-exposants>

MACH 2021

Fecha: 25 - 28 enero 2021

Lugar: Birmingham (Reino Unido)

Información relacionada:

<https://www.tube.de/>

“La programación de estos eventos puede sufrir variaciones debidas a la situación excepcional en la que nos encontramos”.

Publicaciones y Reseñas Bibliográficas

Esta sección de "Soldadura y Tecnologías de Unión" recoge los últimos sumarios de las revistas más prestigiosas del sector de la soldadura y tecnologías de unión.

Últimos sumarios publicados en las revistas más prestigiosas del sector

Relación de Artículos publicados en Revistas Técnicas que se reciben en CESOL. Los Miembros Industriales y Profesionales de CESOL pueden solicitar fotocopia de los artículos en que estén interesados sin cargo alguno. Los no Miembros Industriales ni Profesionales de CESOL deberán abonar 0,18 € por página previamente al envío de la fotocopia del artículo. No se admitirán encargos después de transcurridos tres meses de la publicación de este número de la revista SOLDADURA y TECNOLOGÍAS DE UNIÓN.

Lastechnik

Febrero 2020

Gevlebrug in oude glorie hersteld (De Amsterdamse Gevle brug is terug) – Margriet Wennekes. (4 pags.)

Onderwaterlassen en snijden – Jan Hilkes en Jürgen Tuchtfield, voestalpine Böhler Welding UTP Maintenance. (4 pags.)

Marzo 2020

Normen voor aanduiding gassen en toevoegmaterialen – B. Droesbek, Belgisch Instituut voor Lastechnik. (4 pags.)

Lastoevoegmaterialen voor moderne constructies – P. Van Erk y H. Meelker. (3 pags.)

Meer keuze in wolframelektroden voor wisselstroom – P. G. Van der Horst. (4 pags.)

Rivista Italiana Della Soltadura

Febrero 2020

Metodi per la misurazione del tenore di ferrite in giunti saldati a passata multipla di acciai inossidabili austeno-ferritici – A. Putz, M. Althuber, A. Zelic, E. M. Westin, T. Willidal y N. Enzinger. (17 pags.)

Effetto del raffreddamento accelerato sulle proprietà meccaniche di giunti saldati a passata multipla di acciai martensitici – J. Laitila y J. Larkiola. (14 pags.)

Effetto dell'accoppiamento tra consumibile e materiale base nei confronti dell'accrescimento delle cricche di fatica in giunti saldati con proceso a filo continuo con protezione gassosa di acciai ad alta resistenza – J. Lukács y Á. Dobosy. (18 pags.)

Abril 2020

Influenza dei parametri di saldatura sull'innescò e sull'accrescimento di cavità di corrosione per vaioatura in giunti Soldati di acciaio inossidabile X5CrNi18-10 – B. V. Jeddìc, B. M. Bobic, B. M. Radojkovic y B. Alic. (18 pags.)

Controllo mediante Phased Array di brasature di connessioni alternatore modificate in attività di service – S. Bertolotti, A. Ciappolino y D. Pellegatti. (6 pags.)

Metalindustria

Abril 2020

Ranurado de alto rendimiento: Fresado Trocoidal – A. del Olmo, A. Jimeno, G. Martínez, G. Gómez-Escudero, P. Fernández, H. González y L. N. López. (8 pags.)

Mantenimiento de la precisión de la máquina gracias al aislamiento vibratorio – AMC Mecanocaucho. (3 pags.)

Medición múltiple de piezas en producción – Metronic. (4 pags.)

A todo tren – Fronius. (3 pags.)

Soldadura totalmente automatizada de lotes pequeños – Yaskawa. (3 pags.)

Welding Journal

Marzo 2020

Microstructure and Shear Strength of Novel Aluminum to Steel Resistance Spot Welds. A new mini-shear test was developed to measure intermetallic shear strength at the interface of aluminum to steel resistance spot welds - J. Kang et al. (8 pags.)

Four Types of LME Cracks in RSW of Zn-Coated AHSS. The formation of LME cracks were examined and a new classification system was proposed - S. P. Murugan et al. (18 pags.)

Abril 2020

Evaluation of Hydrogen-Assisted Cracking Susceptibility in Grade T24 Steel. The base metal was found to have a higher resistance to hydrogen embrittlement than the simulated coarse-grained heat-affected zone due to its microstructure – X. Feng et al. (9 pags.)

Enhanced Penetration Depth during Reduced Pressure Keyhole-Mode Laser Welding. Researchers sought to elucidate the underlying mechanism for the enhanced depth of penetration during keyhole mode laser welding at reduced ambient pressure – M. Jiang et al. (14 pags.)

Mayo 2020

Underwater Pulse-Current FCAW – Part 1: Waveform and Process Features. A novel underwater wet FCAW process showed how pulse current controls metal transfer, leading to optimized weld formation – C. Jia et al. (11 pags.)

Interactive Phenomena in Hybrid KPAW-GMAW-P. A hybrid welding technique formed by combining keyhole plasma arc welding and pulsed gas metal arc welding is characterized by the complex interactions of the arc, droplet, keyhole, and weld pool – D. Wu et al. (10 pags.)

Junio 2020

Ultrasonic-Driven Spreading of Liquid Solder on Nonwetting Substrates. In this work, the authors studied the spreading behavior of a liquid solder on Al substrates by using high-speed photography – Z. Xu et al. (12 pags.)

Sección dedicada a las ofertas y demandas de empleo en el sector de la soldadura, sus técnicas, afines y demás tecnologías de unión

Oferta de empleo:

Nº REFERENCIA: 161/01
COORDINADOR DE SOLDADURA
GIPUZKOA – MONDRAGÓN.

Funciones:

Descritas en norma UNE-EN ISO 14731:

- Valorar la capacidad para cumplir con los requisitos del cliente.
- Asegurar la idoneidad de los procedimientos de soldeo y cualificación de los soldadores.
- Realizar la aceptación de las soldaduras.
- Poseer el certificado de inspector visual de soldadura de nivel II bajo norma EN.

Requisitos:

- Ingeniería Técnica o Superior.
- Titulación IWE.
- 3 años de experiencia.
- Inglés alto.

Se ofrece:

- Proyecto en expansión. Clientes: los grandes fabricantes del sector ferroviario.

Demanda de empleo:

Nº REFERENCIA: 161/02
SE OFRECE PROFESIONAL

- Amplia experiencia y conocimiento en procesos de soldeo (GMAW, MIG-MAG, GTAW y SMAW).
- ICS nivel 3, según UNE 14618. (Cualificación y Certificación de Soldadores y Procedimientos según 9606-1, 15614-1 y ASME IX.)
- VT nivel 2, según UNE-EN ISO 9712.
- PT nivel 2, según UNE-EN ISO 9712.
- Coordinador de soldeo, según UNE-EN ISO 14731.
- Certificado de Profesionalidad de la Docencia de la Formación para el Empleo (Formador ocupacional en Soldadura).
- Próxima Certificación en RT y UT nivel 2, según UNE-EN ISO 9712. (A la espera de la desaparición del el Estado de Alarma debido al COVID-19).
- Conocimiento de la Norma UNE-EN 1090.

También puedes ver ofertas y demandas de empleo en nuestra web:
<https://www.cesol.es/bolsa-empleo-ofertas.html>

PRÓXIMA ESTACIÓN: EN 15085

CESOL te ayuda:

- Certificación
- Asistencia técnica
- Formación de Coordinadores de Soldeo



Fotografía tu trabajo y envíanos las fotos.



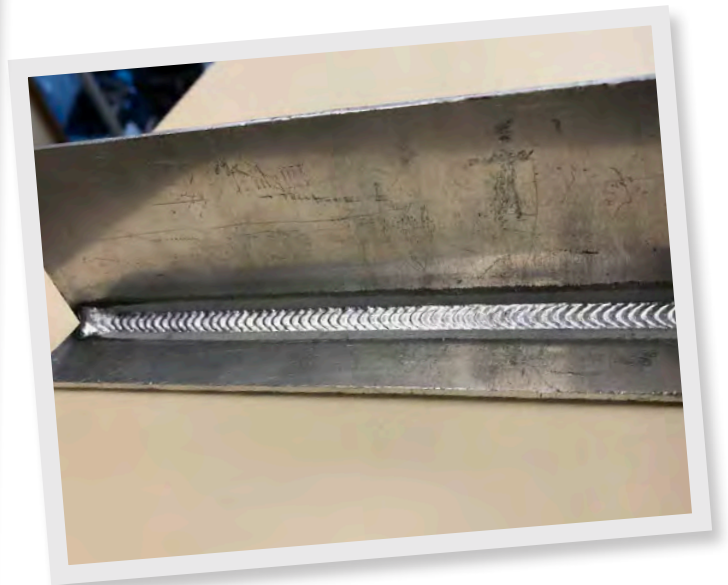
Fotografía enviada por MITSUBISHI LOGISNEXT



Fotografía enviada por MITSUBISHI LOGISNEXT



CESOL - Oxidación de la raíz al soldar una tubería de acero inoxidable



CESOL - Soldadura en ángulo con TIG robotizado en aluminio

El objeto de esta sección es mostrar a través de imágenes todo aquello vinculado con las tecnologías de unión en los diferentes ámbitos y momentos de la producción o su resultado. Podrán enviar fotografías cualquier persona, miembro o no de la asociación, profesional o aficionado. Las fotografías enviadas para esta sección pasarán a formar parte del archivo fotográfico de SAF, editor de la revista SOLDADURA Y TECNOLOGÍAS DE UNIÓN, y serán susceptibles de publicación en la misma, en la sección o en portada, a potestad del editor, y siempre haciendo mención al autor. La publicación, en sección o en portada, no dará derecho a ninguna remuneración. Los participantes en esta sección responderán personalmente de la legítima titularidad y originalidad de la fotografía en los términos a los que se refiere el Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, garantizando, por la sola participación en esta sección dicha titularidad, así como el carácter original de la obra. El envío de fotografías para esta sección implica la aceptación de todas y cada una de las condiciones anteriores.





Para anunciarse en esta sección,
póngase en contacto en este
correo electrónico: saf@cesol.es


LINCOLN ELECTRIC IBERIA S.L.
Ctra. Laureà Miró 396-398 - 08980 S.Feliu de Llobregat (Barcelona)
Tlf. 93 685.96.00 - Fax 93 685.96.23 - Tlf. Atención Cliente 902.166.600
infoes@lincolnelectric.eu / www.lincolnelectric.es

LINCOLN
ELECTRIC
THE WELDING EXPERTS™

böhlerwelding
by voestalpine

SAF
SISTEMAS AVANZADOS DE FORMACIÓN, S.A.U.

C/ Condado de Treviño, 2, local F-31
28033 (MADRID) - Tlf. 914 758 307



SOLDADURA Y TECNOLOGÍAS DE UNIÓN

Servicios Altamente Cualificados
Highly Qualified Joint Technologies related Services

- **SERVICIOS**
SERVICES

- **CERTIFICACIÓN**
CERTIFICATION

- **ASISTENCIA TÉCNICA**
TECHNICAL ASSISTANCE

- **FORMACIÓN**
TRAINING

- **I + D + i**
R + D + INNOVATION

- **PUBLICACIONES**
PUBLICATIONS

www.cesol.es

C/ Condado de Treviño 2, local F-31 (entrada por Serrano Galvache)
28033 - MADRID
Tlf.: 914758307
Fax: 915005377



CESOL

¿QUIERES
DIFERENCIARTE?
CERTIFÍCATE
CON CESOL


ENAC
Entidad Nacional de Acreditación
CERTIFICACIÓN
Nº 04/C - PE004

CESOL, ÚNICA ENTIDAD ACREDITADA
EN ESPAÑA PARA LA CERTIFICACIÓN
DE SOLDADORES