

Revista  
**RECUBRIMIENTOS  
& CORROSIÓN**  
Julio 2025

OPCIONES PARA LA  
**PREPARACIÓN AUTÓNOMA  
DE SUPERFICIES Y LA  
APLICACIÓN DE  
RECUBRIMIENTOS**



**Limpieza a chorro eficaz: Volver a lo básico**



**Pintando el Puente Natchez – Vidalia  
EEUU**

# Revista RECUBRIMIENTOS & CORROSIÓN

Recubrimientos y Corrosión. Vol. 004

www.iarcor.com

## 01 Voces de IARCOR

Ser parte de los voceros de IARCOR no es solo un título, es una responsabilidad y una oportunidad inmensa. Nos permite ser el puente entre la innovación, la investigación y los profesionales que día a día se enfrentan a los desafíos de la corrosión. Es la chance de llevar el conocimiento, las mejores prácticas y las últimas tecnologías a cada rincón de Latinoamérica, impulsando el desarrollo y la sostenibilidad en nuestra región.

Mi camino en el mundo de los recubrimientos y la corrosión ha sido una constante evolución. Desde mis primeros días como técnico de campo, donde aprendí la importancia de cada detalle, hasta mi rol actual como consultor y promotor de conocimiento, he sido testigo de cómo la aplicación correcta de los diferentes métodos de protección puede prolongar la vida útil de los activos críticos y proteger las grandes inversiones. He colaborado en diversos proyectos de mantenimiento hasta proyectos de nueva construcción en los diferentes sectores industriales. Lo que me ha permitido tener una perspectiva integral de los retos y soluciones que demanda nuestra región.

Como vocero de IARCOR, mi principal objetivo es fortalecer la red profesional en Latinoamérica. Quiero fomentar el intercambio de conocimientos, facilitar el acceso a la capacitación de vanguardia y promover la adopción de estándares internacionales en la industria. Busco inspirar a las nuevas generaciones a ver en la lucha contra la corrosión no solo un trabajo, sino una vocación crucial para el progreso de nuestras naciones. ¡Juntos, podemos construir un futuro más resistente y duradero!



*Ing. Nicolas Oriundo*

Instructor Programa ESPRIM NIVEL 1

### ¡Tu voz también es parte de IARCOR!

Esta sección no es solo un espacio para compartir una visión, sino una tribuna abierta para todos los voluntarios, profesionales y apasionados por la protección contra la corrosión. Si formas parte de IARCOR y quieres compartir tu experiencia, motivar a las nuevas generaciones o dejar un mensaje que inspire a quienes están construyendo el futuro de nuestra industria, te invitamos a ser parte de "Voces de IARCOR".

✉ Envíanos tu mensaje a: [info@iarcor.com](mailto:info@iarcor.com) y sé parte de esta iniciativa que está uniendo a los profesionales de toda América.

## 02 Testimonios IARCOR

Cada certificación es una muestra del compromiso que tenemos con la calidad y la formación especializada. Si deseas conocer más sobre el impacto de nuestros programas, te invitamos a explorar las reseñas y testimonios disponibles en nuestro sitio web, asociados a cada una de nuestras certificaciones.

*El curso de esgrim nivel 2 estuvo muy interesante en todo momento como siempre dando buenos resultados*

**Gineth Reyes**

★★★★★

*El conocimiento sobre recubrimientos es muy importante para la industria en nuestro país me pareció excelente el curso.*

**Jesus Collaguazo**

★★★★★

*El curso de SUPRI es muy interesante, su contenido es concreto, técnico y de fácil comprensión, ya que sus clases son dinámicas y de participación continua. De igual manera el material de estudio es útil, conjunto con los ejemplos prácticos.*

**Wendy Taco**

★★★★★



Te presentamos a nuestra mascota oficial:  
"CORI, Especialista en Recubrimientos"

## OPCIONES PARA LA PREPARACIÓN AUTÓNOMA DE SUPERFICIES Y LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS



En todo el mundo, la automatización en la mayoría de las industrias ha ido en aumento durante décadas. En este artículo se examinan algunas de las formas en que se está diseñando y utilizando la automatización para mejorar los procesos de preparación de superficies, recubrimientos e inspección. Comenzará examinando los parámetros de diseño que afectan a la utilidad de cada tipo, incluidos los puntos fuertes y débiles de cada uno. Después, se expondrán varios ejemplos de tecnologías empleadas actualmente en cascos de buques, tanques de almacenamiento en superficie y otras aplicaciones industriales.

### **Consideraciones sobre el diseño de robots**

Un robot debe diseñarse para transportar una carga útil hasta un lugar donde pueda realizar una tarea. Para la preparación de superficies y la aplicación de recubrimientos, algunas de las cargas útiles más comunes son cámaras, instrumentos de inspección, dispositivos de preparación de superficies y pistolas de pintura. Existen diversas variables en el diseño robótico que pueden adaptarse a aplicaciones y/o cargas útiles específicas. Para ilustrar la amplitud de opciones y funcionalidades, a continuación se revisan los diseños de los sistemas de movilidad y adherencia, así como los niveles de autonomía y programabilidad.

### **Diseño del sistema de movilidad**

El diseño general del chasis y del sistema de movilidad de un robot influye notablemente en sus capacidades. Existen varios diseños diferentes, cada uno con ventajas e inconvenientes para su uso como robots de preparación superficial y aplicación de recubrimientos. Se han utilizado con éxito vehículos con ruedas, vehículos con orugas, movimiento de doble bastidor, movimiento basado en rieles, movimiento asistido por personas y punto de pivote fijo con un brazo móvil.

Uno de los diseños de movilidad más populares son los vehículos con ruedas. Una ventaja significativa de este diseño es su simplicidad y movimiento continuo debido al mecanismo de rodadura. Sin embargo, un inconveniente es que las ruedas pueden atascarse en objetos grandes



FIG. 1: Las unidades automatizadas de preparación de superficies pueden fijarse a los cascos de los buques para eliminar el recubrimiento

Los vehículos sobre orugas se parecen a los vehículos de ruedas en que utilizan un movimiento de rodadura para mover el robot. El diseño de las orugas permite al robot superar objetos más grandes. Además, las orugas o bandas de rodadura tienen más contacto con la superficie que las ruedas, lo que les confiere más agarre (menos deslizamiento). En el caso de la adherencia magnética, esta mayor superficie de contacto también reduce la probabilidad de que el robot se caiga. En superficies de acero, el diseño de doble armazón utiliza el movimiento de caminar en lugar de rodar. Los dos bastidores están conectados entre sí de forma que puedan moverse (desplazarse y/o girar) uno respecto

al otro. Se utilizan dos juegos de cuatro pies magnéticos. Durante el movimiento de «marcha», un juego de imanes se desmagnetiza, lo que permite levantar cuatro de los pies de la superficie y desplazarlos mediante actuadores lineales. Esto permite al vehículo «caminar» y girar. Además, los pies tienen articulaciones esféricas para maximizar el contacto con la superficie sobre la que camina el robot. La desmagnetización de los pies también ayuda a evitar que una gran cantidad de partículas de acero se adhieran a ellos en una aplicación de chorreado abrasivo. Sin embargo, este diseño tiene algunas desventajas. El movimiento de un robot de doble bastidor es en gran medida discontinuo, lo que da lugar a velocidades de producción más lentas que las alternativas. Estos diseños también pueden ser relativamente grandes y no superar los obstáculos tan bien como los otros diseños de movilidad.

Un robot sobre rieles utiliza un sistema de rieles preexistente para desplazarse por una zona. La ventaja de este sistema es que ofrece un alto grado de control y programabilidad, lo que permite desplazamientos más rápidos que otros métodos. Salvo que se produzcan daños en el riel u obstrucciones en el recorrido, la ubicación del robot es fácil de determinar, ya que su movimiento es limitado. Un brazo extensible unido al robot añade más grados de libertad y le permite acceder a más zonas y superficies variadas en estructuras complejas.

Un ejemplo de diseño basado en rieles es un robot creado para la inspección y el mantenimiento del interior de los tanques de agua de lastre de los barcos. Este robot se creó para automatizar el proceso y eliminar la necesidad de entrada humana en los tanques, así como los requisitos de acceso a espacios confinados asociados



FIG. 2: Esta unidad de arrastre magnética realiza un granallado en el casco de un buque.

Sin embargo, uno de los principales inconvenientes del sistema basado en rieles es que hay que construir e instalar un riel en la zona de trabajo antes de que el robot pueda funcionar. Hasta que no se demuestre su eficacia, puede ser una inversión costosa y potencialmente arriesgada. Por otro lado, si se instala con éxito, se trata de una inversión única que puede reducir futuros costes de mantenimiento.

Algunos robots no se mueven por sí solos. Aunque pueden tener un brazo que puede girar y extenderse hacia fuera desde la base fija, el robot en sí permanece inmóvil. Estos diseños tienen varios métodos para interactuar con una pieza: el robot puede moverse alrededor de la pieza (mediante un brazo robótico), la pieza puede moverse y girar bajo el robot, o puede haber un híbrido de ambos métodos.

***Algunos diseños de robots no se mueven por sí mismos [pero] tienen un brazo que puede girar y extenderse hacia fuera desde la base fija.***

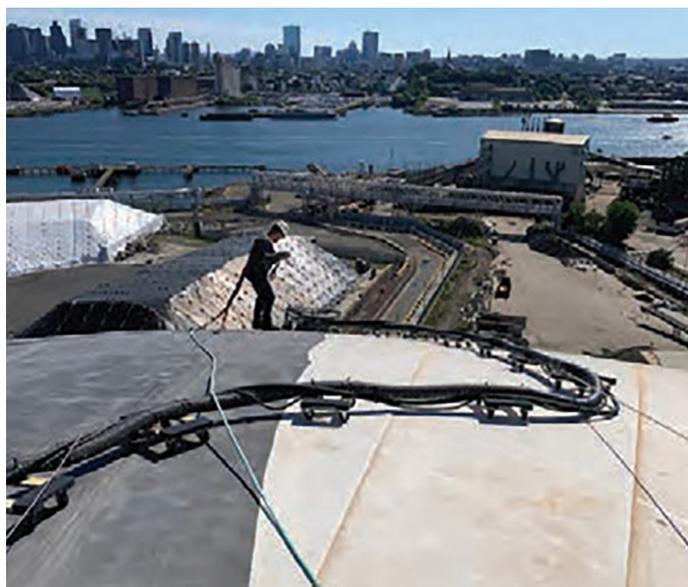


FIG. 3: Las unidades automatizadas pueden emplearse en grandes estructuras, como puentes y tanques de almacenamiento.

Un ejemplo de robot que se mueve alrededor de una pieza son los brazos robóticos diseñados para pintar componentes. Los múltiples puntos de articulación permiten al brazo alcanzar y pintar todas las zonas del objeto. El brazo se puede montar en el suelo, en la pared o en el techo, lo que ofrece la oportunidad de realizar diversas tareas de pintura. Este diseño es típico de los robots fijos con capacidades similares. Los robots fijos también pueden completar tareas sin una cantidad significativa de movimiento si la pieza se mueve alrededor del robot. Por ejemplo, un componente podría colocarse en un motor que girase durante el proceso de pintura, limitando el movimiento necesario para la pistola de pintura. Este estilo de diseño podría utilizarse en un método de construcción mediante el cual las piezas se mueven o giran bajo brazos robóticos, como las cintas transportadoras de las cadenas de montaje.

### ***Diseño de Adherencia***

Para los robots que deben trepar para completar su tarea, el método de adhesión es una decisión de diseño muy importante. Cualquier fallo en el método de adhesión provocará la caída del robot desde la altura de funcionamiento, con la probable rotura de equipos o sensores por el impacto. Con la tecnología y los dispositivos especializados que requieren los robots de este tipo, estos daños pueden resultar muy costosos, y el tiempo necesario para las reparaciones restará aún más productividad.

Lo más probable es que un robot trepador utilizado en la construcción naval se desplace por una superficie de acero. La adherencia robótica puede lograrse mediante fuerza de succión, magnetismo, fijación mecánica y adherencia química. En esta sección se analizan los distintos tipos de adhesión.

El magnetismo es un diseño de adhesión popular que hace uso de la atracción magnética entre el material de las ruedas, orugas o patas de los robots y la superficie sobre la que opera el robot. Esto puede conseguirse utilizando imanes permanentes o electroimanes. El diseño proporciona una fuerza de adherencia muy fuerte que puede soportar una gran cantidad de peso, pero sólo puede utilizarse en superficies ferromagnéticas. La adhesión por succión permite el funcionamiento en prácticamente cualquier superficie lisa y sin grietas.

La principal desventaja de la succión es que los defectos excesivos en la superficie o los huecos en sello harán que la succión falle. Los robots de preparación de superficies pueden utilizar un vacío para crear una fuerza de succión lo suficientemente fuerte como para mantener la adherencia a la superficie de trabajo y, al mismo tiempo, eliminar los restos de la preparación de la superficie. Esto es habitual en los sistemas de chorro de agua.

Algunos robots hacen palanca para mantenerse en su sitio sobre la superficie de trabajo. Estos robots tienen patas en forma de garra o equipos de agarre que agarran los salientes de la superficie. Por ejemplo, se ha diseñado un robot autónomo de limpieza por chorro abrasivo que se arrastra por los refuerzos longitudinales del interior de un buque. El límite de este tipo de diseño de adhesión es que debe haber elementos que el robot pueda agarrar.

La adhesión química implica el uso de un material pegajoso adherido a los puntos de contacto del robot (por ejemplo, pegamento). Aunque puede proporcionar una fuerte fuerza adhesiva inicial, a medida que se utiliza varias veces la eficacia de la adhesión disminuye rápidamente en situaciones en las que hay polvo u otras partículas presentes. En consecuencia, la adhesión química no suele elegirse para su uso en robots móviles.

### **Grado de Autonomía**

Muchas tareas manuales consumen tiempo y mano de obra. La automatización puede minimizar el coste de mano de obra y permitir a los trabajadores centrarse en tareas que no pueden automatizarse. Sin embargo, existe un espectro de automatización entre el trabajo manual y la automatización total de una tarea.

El control remoto de un robot o una máquina es el primer paso en el espectro de la automatización. Permite a un operario observar y manejar directamente la máquina desde fuera de la zona de trabajo. Esta función es especialmente útil en entornos que podrían poner en peligro la vida o la salud del trabajador si realizara la tarea manualmente. Por ejemplo, un robot de chorro

de agua teledirigido puede funcionar escalando superficies verticales con bandas de rodadura magnéticas. Aunque haya una persona controlándolo directamente, el robot puede acceder a la superficie y prepararla más rápidamente que un trabajador normal. Aunque sigue habiendo un operario controlando el robot, se mantiene una distancia de separación constante, lo que ahorra tiempo durante la tarea y la hace más segura.

El funcionamiento semiautónomo de los robots puede abarcar muchas combinaciones diferentes de control. Por ejemplo, el robot de chorro de agua (waterjetting) por control remoto antes mencionado sería semiautónomo si avanzara automáticamente en línea recta a un ritmo constante antes de llegar a un punto final identificado en el que cambiara e invirtiera la dirección, limpiando una franja de superficie de trabajo adyacente a la que acaba de limpiar.



FIG. 4: Los equipos automatizados de preparación de superficies por arrastre pueden permitir la aplicación de recubrimientos siguiendo su trayectoria.

En el extremo del espectro se encuentra la automatización completa de un proceso de principio a fin. Esto puede requerir la integración y/o adaptación de otros equipos automatizados de manipulación de materiales preexistentes para garantizar un proceso continuo. Por ejemplo, el robot de chorro de agua descrito anteriormente estaría totalmente automatizado si pudiera limpiar toda una superficie de trabajo (por ejemplo, las superficies exteriores de los tanques) sin interferencia humana.

**Existe un espectro de automatización entre el trabajo manual y la automatización total de una tarea.**

### **Programabilidad**

Otro factor de diseño que hay que tener en cuenta a la hora de construir un robot adecuado para una tarea específica es la facilidad con la que ésta puede programarse. Las tareas de naturaleza repetitiva suelen ser más fáciles de programar, mientras que las tareas complicadas que dependen de múltiples o variados factores pueden no prestarse a una automatización

completa.

Un robot automatizado de preparación de superficies y pintura construido para su uso dentro de los compartimentos de los buques requerirá la programación de muchos procesos y su funcionamiento depende de muchos factores. Hay que tener en cuenta, por ejemplo, el movimiento del robot por el compartimento, el movimiento del brazo robótico (si procede), la duración del chorreado/recubrimiento de una zona determinada, la forma de saber si una zona necesita más tratamiento, la forma de evitar obstáculos y los sensores para reconocer anomalías en la superficie. Algunos de estos factores ya se han tenido en cuenta y programado con éxito en otros proyectos, mientras que otros pueden no estar aún completamente desarrollados.

### **Tecnología industrial actual**

Existen varias tecnologías de robótica y automatización que se utilizan en los procesos de preparación de superficies, recubrimiento e inspección.

Los robots semiautomatizados de alta velocidad disponibles en el mercado realizan el chorro de agua a ultra alta presión (UHP WJ) en superficies de cascos y francobordos submarinos. La preparación semiautomática de la superficie puede ajustarse para eliminar todo el recubrimiento o sólo el recubrimiento suelto o deslaminado. El UHP WJ puede utilizar ruedas magnéticas o vacío para permanecer en estrecho contacto con una superficie, aunque los cables sostienen el equipo por seguridad. Los sistemas de vacío integrados recogen el agua, la pintura eliminada y los productos/residuos de la corrosión. El operador de la unidad maniobra el robot a través de las superficies utilizando un controlador inalámbrico o por cable.

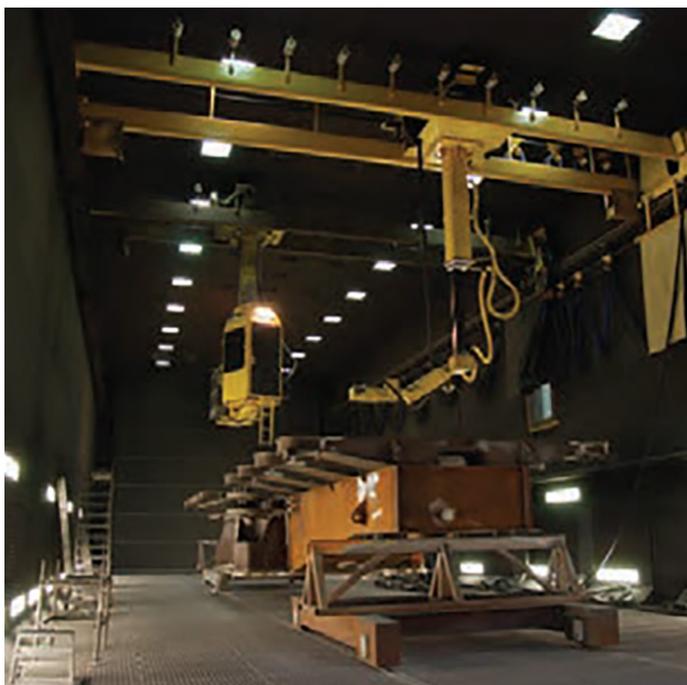


FIG. 5: Las unidades robóticas de gran tamaño pueden utilizarse para la aplicación de rociado térmico, incluido el interior de tuberías.

Se ha desarrollado una tecnología de inspección aérea con drones que puede proporcionar mediciones del espesor de la

película seca o del espesor de la pared. La tecnología actual requiere condiciones meteorológicas despejadas con vientos inferiores a 15 nudos. El sistema permite 360 lecturas de espesor de pared o 1.000 lecturas de espesor de película seca por hora. Dependiendo de la velocidad del viento, la batería de a bordo permite tiempos de vuelo de entre 10 y 20 minutos, con la posibilidad de trabajar con un anclaje y alimentación desde tierra.

También se está desarrollando tecnología para la aplicación de recubrimientos. También se ha desarrollado tecnología robótica para proyectos en puentes, tanques, estructuras marinas, espacios confinados, cámaras de granallado y zonas peligrosas. Un sistema disponible actualmente utiliza un brazo robótico que puede escanear la zona para localizar obstáculos e irregularidades en la superficie. Una vez finalizado el escaneado, el software planifica una trayectoria para el chorreado abrasivo, tiene en cuenta la necesidad de evitar obstáculos y comienza a chorrear la zona. El sistema ha demostrado su eficacia en diversos entornos y actualmente se utiliza en más de 30 depósitos o buques de todo el mundo. Para la preparación de superficies sobre sustratos de acero se ha diseñado específicamente un robot de arrastre inalámbrico por control remoto alimentado por CC. El bastidor es de aluminio, la transmisión por cadena es de acero y el resto de la tornillería es de acero inoxidable. Para la movilidad se utilizan ruedas con banda de rodadura de uretano.

La unidad utiliza imanes asistidos por vacío para atravesar paredes y superficies inclinadas. El robot es completamente autónomo; todo el recubrimiento, óxido, agua y contaminantes retirados se envían a través de un sistema de filtración para su eliminación. El robot no contamina el aire y cumple todas las normativas medioambientales.

Se ha desarrollado un robot semiautónomo que ejecuta el chorreado abrasivo de cascos exteriores de buques. El vehículo es comercial con un conjunto de boquillas de chorreado abrasivo acopladas al extremo del equipo. Una vez colocado el brazo del robot, éste sigue automáticamente el contorno del buque y realiza el chorreado abrasivo. El polvo, la pintura y el abrasivo se recogen mediante un sistema de aspiración y se envían a una unidad de reciclaje, donde el abrasivo se recicla con una eficiencia del 95%.

Otro diseño que puede utilizarse con fines de inspección es una unidad robótica ambulante. Se trata de una plataforma comercial diseñada para realizar tareas de forma autónoma o con intervención humana. Puede durar unos 90 minutos con una sola carga y sortear obstáculos de 36 cm de altura y terrenos irregulares. La unidad puede equiparse con un módulo de cámara que ofrece una vista panorámica en color del entorno del robot para inspecciones. La unidad carece actualmente de un sistema de detección de bordes y necesita una señal de vuelta al controlador o a la estación de origen para funcionar.

Existe un robot para la pulverización a (metalizado) de alta

producción. Las capacidades automatizadas mejoran la consistencia del recubrimiento, reducen los riesgos de seguridad del operario y pueden reducir el coste instalado. Este sistema aplica múltiples pulverizaciones térmicas a lo largo de una superficie con poca interacción del operario hasta que la huella operativa está correctamente recubierta. Se han diseñado sistemas similares para el recubrimiento de tuberías. Una vez colocado el robot, la tubería gira y se desplaza automáticamente por debajo del equipo de metalizado hasta completar la tarea.

La tecnología existente también se ha diseñado para su uso como unidad de arrastre semiautónoma para atravesar el interior de tuberías de gran diámetro con capacidades de preparación de superficies y pintura. Los sistemas funcionan mediante la manipulación semiautónoma de las boquillas de chorreado mientras se arrastran por la tubería.

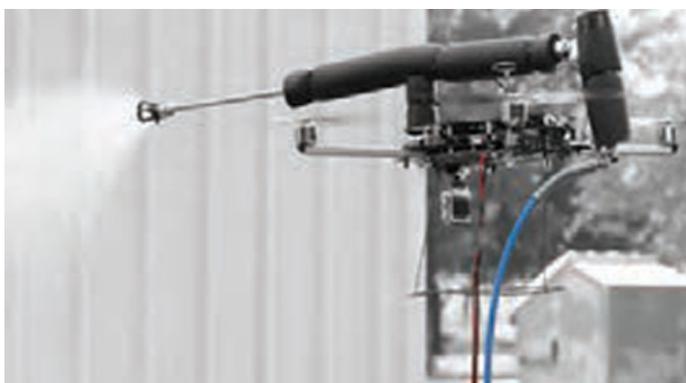


FIG. 6: Actualmente se está desarrollando un dron teledirigido para la aplicación de recubrimientos por pulverización.

## Conclusiones

Existen varios ejemplos de automatización y robótica disponibles en la actualidad para las actividades de preparación de superficies y pintura que, en general, pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- Industrias que tienen la ventaja de formas más sencillas (por ejemplo, tanques de almacenamiento de productos en tierra, barcasas o vagones de ferrocarril) o líneas de producción bien adaptadas (por ejemplo, fabricación de automóviles, fabricación de artículos comerciales); y
- Granallado y aplicación de imprimación de formas sencillas (por ejemplo, «líneas de platinas») y limpieza y recubrimiento de piezas pequeñas (por ejemplo, líneas de pretratamiento y recubrimiento motorizado).

Entre los obstáculos a una mayor automatización de las actividades de preparación y recubrimiento de superficies se encuentran el coste, la cultura y el compromiso de la dirección y la infraestructura de apoyo (por ejemplo, sistemas informáticos, mano de obra). Sin embargo, la mayor dificultad puede ser la naturaleza compleja e integrada de la mayoría de las superficies recubiertas y la necesidad de ampliar la detección y la movilidad para permitir una mayor autonomía y la negociación de obstáculos.

Existen tres vías para aumentar la automatización de las actividades de preparación de superficies y recubrimientos.

Mejorar progresivamente los procesos existentes mediante la automatización de pasos concretos, como la manipulación de materiales o la inspección/registro.

Uso más amplio de tecnologías probadas, como el chorreado abrasivo automatizado, la robótica de chorro de agua y el despintado láser automatizado. Con un estudio de viabilidad adaptado, las tecnologías podrían adoptarse fácilmente e incorporarse más allá de los usos existentes, permitiendo en última instancia un futuro automatizado en una amplia variedad de aplicaciones.

Las oportunidades de transformación dependerán del desarrollo de diseños más propicios para la automatización (por ejemplo, diseños repetitivos o accesibles para robots) o del desarrollo de materiales y procesos que faciliten la automatización (por ejemplo, materiales de recubrimiento que puedan aplicarse con equipos electrostáticos).

## REFERENCIAS

1. Dahlstrom, Robert and Michael Hindmarsh. "Industrial Cleaning and Coating Drones: A Look at What's Coming in 2021." JPCL, January 2021.
2. Branch, Jaime. "Aerial Robotic Systems: A Novel Approach to Safe Coating Inspection at Heights."

## Acerca de los autores

J. Peter Ault es Presidente y Consultor Senior de Elzly Technology, empresa de ingeniería y consultoría de corrosión y filial de KTA-Tator, Inc. que presta servicios a clientes muy diversos, entre ellos la industria de puentes y autopistas y el Departamento de Defensa. Es ingeniero profesional colegiado en Nueva York y Nueva Jersey y obtuvo una licenciatura en ingeniería mecánica por la Universidad de Drexel y un máster en administración de empresas por la Lebow College of Business de dicha universidad. Ault posee las certificaciones de especialista en recubrimientos de SSPC y NACE (ahora AMPP), y participa activamente en SSPC, NACE y ASTM. También es miembro del Comité Permanente de Mantenimiento de Estructuras del TRB y preside el Subcomité de Recubrimientos de Acero para Puentes (AHD30(2)). Rob Lanterman es consultor de recubrimientos de KTA-Tator, Inc. Es especialista en recubrimientos protectores certificado por la SSPC e inspector de recubrimientos de nivel III certificado por la NACE, con 20 años de experiencia en ingeniería de recubrimientos.

Fuente: JPCL

Traducción y actualización: IARCOR INTERNACIONAL

## “Corrosión en el Entorno”

Concurso fotográfico: estudiantes revelan la corrosión desde otra mirada



El 18 de junio de 2025, la carrera de Mantenimiento Industrial de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) en Ecuador, desarrolló una innovadora actividad académica: el Concurso de Fotografía Técnica “Corrosión en el Entorno”. Esta propuesta integradora buscó que los estudiantes aplicaran su conocimiento teórico para identificar, documentar y analizar fenómenos de corrosión observables en su entorno inmediato.

Participaron 30 estudiantes agrupados en 15 equipos, quienes salieron a las instalaciones de la universidad para captar imágenes reales de estructuras, tuberías, superficies metálicas y entornos industriales afectados por diferentes tipos de corrosión.



El objetivo fue claro: fomentar una mirada crítica y técnica mediante el arte visual. Los estudiantes no solo documentaron casos de corrosión, sino que también desarrollaron criterios para evaluar el tipo de deterioro, los factores ambientales implicados y el impacto potencial sobre las estructuras.



La actividad integró una galería de fotografías expuestas en el campus de la facultad de Mecánica y publicadas en medios digitales. Las imágenes mostraron desde metales oxidados por exposición atmosférica, hasta estructuras con corrosión localizada y degradación por humedad. Cada fotografía fue acompañada de una ficha técnica que incluía el diagnóstico del tipo de corrosión y posibles causas.

El concurso fue impulsado por los integrantes del Capítulo estudiantil IARCOR ESPOCH y recibió el respaldo de la Dirección de Vinculación de la universidad y el Instituto Americano de Recubrimientos y Corrosión.

Esta actividad interdisciplinaria permitió a los estudiantes:

- Conectar teoría y realidad en la identificación de fenómenos corrosivos.
- Desarrollar habilidades de análisis visual y diagnóstico estructural.
- Potenciar su capacidad de trabajo en equipo y presentación de proyectos.
- Comprender cómo la corrosión, aunque común, representa riesgos económicos, técnicos y ambientales.



La experiencia reafirma el valor de métodos de enseñanza basados en el entorno y en la observación directa, principios que fortalecen la formación profesional en áreas técnicas.

Durante la jornada de premiación, se reconoció el trabajo de los equipos más destacados por su calidad fotográfica, nivel de análisis técnico y creatividad en la presentación. La comunidad estudiantil celebró el concurso como una iniciativa que promueve el aprendizaje significativo y el compromiso con el entorno industrial y urbano.

Este concurso no solo permitió visibilizar la presencia constante de la corrosión, sino que también motivó a la comunidad

académica a valorar la importancia de su prevención, control y monitoreo. La formación de profesionales con criterio técnico y ético empieza por enseñarles a observar, cuestionar y actuar con responsabilidad.

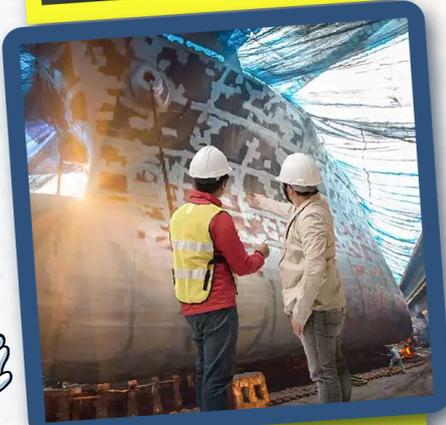
Como parte de su compromiso con la formación de profesionales en América, IARCOR INTERNACIONAL se sumó a esta iniciativa académica otorgando dos becas de estudios al equipo ganador del primer lugar. Estas becas permitirán a los estudiantes continuar su desarrollo profesional accediendo a certificaciones internacionales.

Este respaldo no solo reconoce el esfuerzo y la capacidad técnica de los jóvenes participantes, sino que reafirma el compromiso de IARCOR con la educación ética, práctica y de alto nivel en nuestra región.

*"Queremos que los futuros profesionales se formen con los pies en la industria, pero también con la mente despierta y una visión crítica. Premiar estas iniciativas es una forma de seguir construyendo una comunidad técnica sólida, conectada y con valores", comentó el equipo académico de IARCOR."*



# ¡Inscripciones abiertas!



Certificate como:

## Especialista en Proyectos de Recubrimientos Industriales y Marinos

**IARCOR ESPRIM NIVEL 1**

**¡ INSCRIPCIONES ABIERTAS !**



**Del 21 al 30 de Julio**

(Horario de Lunes a Jueves / 17:00 - 21:00)



**100% Online**

Clases en vivo con el instructor certificado



+593 961 811 505



info@iarcor.com



www.iarcor.com

El curso ESPRIM Nivel 1 es una certificación internacional orientada a profesionales que participan en proyectos de recubrimientos industriales y marinos. Esta formación especializada está diseñada para quienes buscan fortalecer sus conocimientos técnicos y adquirir herramientas prácticas para la inspección, planificación y control de procesos de protección anticorrosiva.

Las clases se desarrollarán del 21 al 30 de julio, de lunes a jueves en horario vespertino (17:00 a 21:00), bajo modalidad 100% online con sesiones en vivo dictadas por instructores certificados con experiencia en campo.

Durante el entrenamiento, los participantes conocerán tipos de recubrimientos, criterios de selección, normativas internacionales, técnicas de evaluación y análisis de casos reales.

El programa está avalado por IARCOR INTERNACIONAL y representa una excelente oportunidad para avanzar profesionalmente desde cualquier lugar.

Las inscripciones están abiertas y los cupos son limitados. Para más información visita [www.iarcor.com](http://www.iarcor.com) o escribe al correo [info@iarcor.com](mailto:info@iarcor.com) o vía WhatsApp al +593 961 811 505.

## LIMPIEZA A CHORRO EFICAZ: VOLVER A LO BÁSICO



La limpieza por chorro abrasivo con boquilla seca es uno de los métodos predominantes de preparación de superficies en la industria de la pintura industrial. Cuando se realiza correctamente, el proceso limpia y perfila la superficie más rápidamente que otros métodos de preparación de superficies.

Por supuesto, la limpieza con chorro abrasivo en seco no siempre es factible y, en algunos proyectos, no está permitida por el propietario de las instalaciones por diversas razones, como la proximidad de maquinaria, personal de otros gremios, problemas de ruido u otros motivos. Sin embargo, cuando está permitido, el granallado es el método preferido por los contratistas de pintura industrial en casi todos los casos.

La pregunta es: ¿se realiza siempre el granallado de la forma más eficaz y rentable posible? En este artículo se analizan los «fundamentos» de la limpieza por chorro de boquilla seca, principalmente de metales, para refrescar los principios básicos de la limpieza por chorro abrasivo.

Tenga en cuenta que, aunque la limpieza a chorro genera varios riesgos para la seguridad y la salud relacionados con el trabajo con equipos de alta presión y la eliminación de revestimientos «viejos» que pueden contener polvo tóxico, en este artículo sólo semencionan brevemente los problemas de seguridad y salud encontrados. Por ejemplo, al utilizar compresores lubricados por aceite para respirar aire, asegúrese de vigilar la presencia de monóxido de carbono. Debido a la intensa fricción que se crea, conecte a tierra los recipientes de chorreado y las largas tuberías de aire y utilice mangueras de chorreado disipadoras de estática. Asegúrese de que las presiones no superan los valores nominales del equipo. Al planificar cualquier proyecto de limpieza por chorro, consulte siempre la normativa OSHA aplicable, los procedimientos de funcionamiento seguro de los equipos, los programas de cumplimiento específicos del proyecto y las hojas de datos de seguridad de los abrasivos utilizados.



El proceso básico de chorreado implica una fuente de aire comprimido (el compresor) para mover el aire en volumen suficiente a un recipiente (caldero de chorreado) que añade (por dosificación) abrasivo almacenado al aire entrante y luego empuja la mezcla de aire y abrasivo a la chorreadora a través de una manguera de chorreado para que la chorreadora limpie y perfile la superficie.

### SUMINISTRO DE AIRE

Para que el chorreado sea eficaz, es esencial disponer de aire en abundancia. El compresor debe tener capacidad para comprimir el aire a la presión (medida en psi o bar) necesaria en la boquilla y para suministrar aire suficiente (medido en pies cúbicos por metro) para el casco del chorreador. Esto es especialmente cierto en el campo, donde el mismo compresor se utiliza a menudo para el aire respirable, así como «aire de trabajo», para la boquilla a la presión necesaria y otros equipos, como bombas de pintura neumáticas o botes convencionales, herramientas eléctricas neumáticas y

secadores de aire, y controles remotos neumáticos (como un interruptor de seguridad o control).

El chorreador debe comprobar diariamente la presión de la boquilla sobre el terreno para asegurarse de que produce la presión correcta: entre 90 y 110 psi para la limpieza a chorro de acero al carbono, o incluso más si se utiliza abrasivo de acero. Por el contrario, la presión de chorreado debe reducirse al limpiar metal galvanizado y no férreo. Comprobar la presión de la boquilla sólo lleva unos minutos. Para las unidades de taller o almacén, se pueden instalar manómetros de presión en el depósito de granalla, para saber cuál es la presión que entra en la sala de granallado, si está cerca.

El suministro de aire es fundamental, al igual que su calidad. Las normas de limpieza por chorro conjuntas SSPC/NACE exigen que el aire esté limpio y seco. El aire contaminado por la humedad puede provocar obstrucciones del abrasivo y contaminar la superficie que se está chorreando. Para mantener el aire seco se pueden utilizar secadores de aire, refrigeradores posteriores y separadores de aceite y humedad. Coloque las entradas del compresor lejos de fuentes de contaminación, como los tubos de escape de vehículos o equipos. El aire puede comprobarse diariamente mediante una sencilla y rápida prueba de secante (según ASTM D4285) para asegurarse de que está limpio y seco antes de comenzar el chorreado de producción.

Uno de los principales fabricantes de equipos de chorreado recomienda que el diámetro interior más pequeño de la salida de aire del compresor sea al menos cuatro veces el tamaño de la boquilla que vaya a utilizar el chorreador. Por lo tanto, si el chorreador utiliza boquillas n.º 6, el diámetro interior de la línea de aire debe ser de al menos 1,5 pulgadas. Recuerde también, cuando prepare el trabajo y haga los cálculos, que el diámetro exterior no es el mismo que el interior. Las longitudes de manguera más largas requerirán incluso más aire que las cuatro veces recomendadas anteriormente.

### **EQUIPOS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS**

Para obtener la mejor producción en cada trabajo, utilice equipos y accesorios compatibles y del tamaño adecuado, y evite restricciones en el sistema que impulsa el aire desde el compresor hasta la boquilla. Cada caída de 1 lb. en la presión del aire reduce la producción en un 1,5%. Con respecto a los accesorios, un codo de 90 grados produce una pérdida de presión de 3 psi. Reduzca al máximo las pérdidas de presión. Asegúrese también de dejar una reserva del 25-50% de aire por encima de lo que se necesitará para el equipo, las líneas de aire, las válvulas, los accesorios y la manguera de chorreado.

Utilice el equipo adecuado para cada trabajo. Utilice una máquina pequeña para un trabajo pequeño y una máquina grande para un trabajo más grande. A la inversa, no utilice una máquina grande para un trabajo pequeño ni una máquina pequeña para un trabajo grande, lo que obligaría a su equipo a parar y rellenar la máquina a intervalos cortos. Para un trabajo más grande, es posible precargar el abrasivo en una tolva para ahorrar tiempo. Su objetivo es obtener la mayor producción posible del sistema.



Seleccione un abrasivo que esté diseñado para el trabajo en cuestión. El tamaño es un componente crítico, junto con la presión en la boquilla y la distancia de separación, para determinar la profundidad del perfil. Realice una prueba de chorreado en un panel testigo para asegurarse de que el abrasivo puede limpiar la superficie en el momento oportuno y crear el perfil especificado. Si se recicla abrasivo metálico, tener suficiente abrasivo a mano para mantener la mezcla de «trabajo» del abrasivo donde debe estar para mantener la creación y limpieza del perfil especificado y evitar tiempos de inactividad innecesarios. Se trata de encontrar el equilibrio entre la limpieza estándar de la superficie en el menor tiempo posible y la obtención del perfil especificado. Crear un perfil fuera de especificación puede dar lugar a costosas repeticiones. Además, asegúrese de ajustar la válvula dosificadora en cada turno para que los chorreadores reciban la cantidad mínima de abrasivo necesaria para realizar el trabajo.

El aire fluye mejor cuando circula por conductos rectos y sin restricciones, por lo que debe utilizar la longitud de manguera de chorreado más corta que necesite para llegar a la zona de trabajo y limitar las curvas en el conducto. Utilice una manguera de chorreado de tamaño correcto y de la mejor calidad fabricada específicamente para el chorreado abrasivo. Si los chorreadores necesitan una manguera flexible para acceder a determinadas zonas de trabajo, intente mantener las mangueras flexibles lo más cortas posible para limitar las pérdidas de producción. Las mangueras de chorreado deben inspeccionarse antes del comienzo de cada turno para asegurarse de que no se están desgastando. Compruebe también el apriete de los acoplamientos y el desgaste de las juntas de las boquillas.

### **PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Una planificación cuidadosa para cumplir el pliego de condiciones suele conducir a un buen rendimiento. Obtenga el equipo, el tipo de abrasivo y el tamaño que le permitan obtener una producción óptima en el menor tiempo posible. El abrasivo que tiene en el taller y que prefiere utilizar puede no ser siempre el mejor abrasivo para un trabajo específico. El equipo que posee puede no ser adecuado para realizar el trabajo en cuestión. Trabaje con sus proveedores de abrasivos y equipos para elaborar el mejor plan para el proyecto. Lea detenidamente las especificaciones, planifique, prepare y realice pruebas de panel con antelación para

comprobar que el equipo y los materiales que va a utilizar realizarán el trabajo de la forma más rápida y eficaz posible, y de acuerdo con las especificaciones.

### FORMACIÓN

Disponer del equipo adecuado no sirve de mucho si no se forma y cualifica al personal de chorreado. Es más probable que los chorreadores formados entiendan por qué hacen lo que hacen y por qué se ha configurado el sistema para un trabajo determinado. Los chorreadores formados también conocerán bien las normas del sector para darse cuenta, por ejemplo, de la diferencia de coste que supone para el contratista chorrear hasta un acabado casi blanco

(SSPC-SP 10/NACE n.º 2) cuando sólo se especifica un chorreado comercial (SSPC-SP 6/NACE n.º 3).

### CONCLUSIÓN

En resumen, emplee los fundamentos básicos para una limpieza por granallado productiva y eficiente. Consulte a sus proveedores de equipos y materiales para obtener sugerencias sobre la mejor manera de preparar un trabajo concreto para una producción óptima y una finalización satisfactoria, ya que cada proyecto conlleva unas condiciones especiales que pueden requerir el asesoramiento de expertos sobre qué equipo y abrasivo utilizar.

# ¡Aprovecha nuestra promoción por tiempo limitado!



**CONTÁCTANOS**

**+593 98 875 7768**  
[ventas1@amazoniaec.com](mailto:ventas1@amazoniaec.com)



**BLAST PRO**

"Tecnología Avanzada, Calidad Inigualable"

# ¡PRÓXIMAMENTE!

## Programa para inspector de recubrimientos "IARCOR CIP"

Muy pronto, una nueva generación de inspectores de recubrimientos comenzará su camino hacia la excelencia. Prepárate para ser parte del programa IARCOR CIP, una certificación rigurosa que no solo valida tu conocimiento, sino que te posiciona como un referente técnico en la industria. Si estás listo para llevar tu carrera profesional al siguiente nivel y marcar la diferencia en proyectos industriales de alto impacto, este es tu momento. ¡Muy pronto abrimos inscripciones!

### ¿Por qué certificarte con nosotros?

- Programa alineado con los estándares internacionales ISO/IEC 17024, ASTM D3276, NORSOK NS 476
- Instructores con experiencia internacional
- Material didáctico actualizado
- Modalidad híbrida: Clases teóricas online + Clases prácticas presenciales
- Acceso a comunidad técnica IARCOR
- Certificado con respaldo internacional
- Acceso a biblioteca audiovisual para manejo de equipos de inspección
- Lo último en técnicas de pedagogía para profesionales
- y mucho más...



### CERTIFICACIÓN INSPECTOR DE RECUBRIMIENTOS "IARCOR CIP"

Este programa ha sido diseñado bajo estándares internacionales como ISO, ASTM, SSPC, NORSOK y capacita a los profesionales para inspeccionar, evaluar y documentar sistemas de recubrimiento en distintas industrias, garantizando calidad, seguridad y cumplimiento normativo en cada proyecto. Ideal para quienes desean avanzar en su carrera dentro del control de calidad y la protección contra la corrosión.

**¡ INSCRIPCIONES ABIERTAS !**



Consulta el cronograma en nuestro sitio web.



**80 Horas**  
Clases teóricas y prácticas



**Modalidad Híbrida**  
Clases teóricas **online**  
Clases prácticas **presenciales**



+593 961 811 505

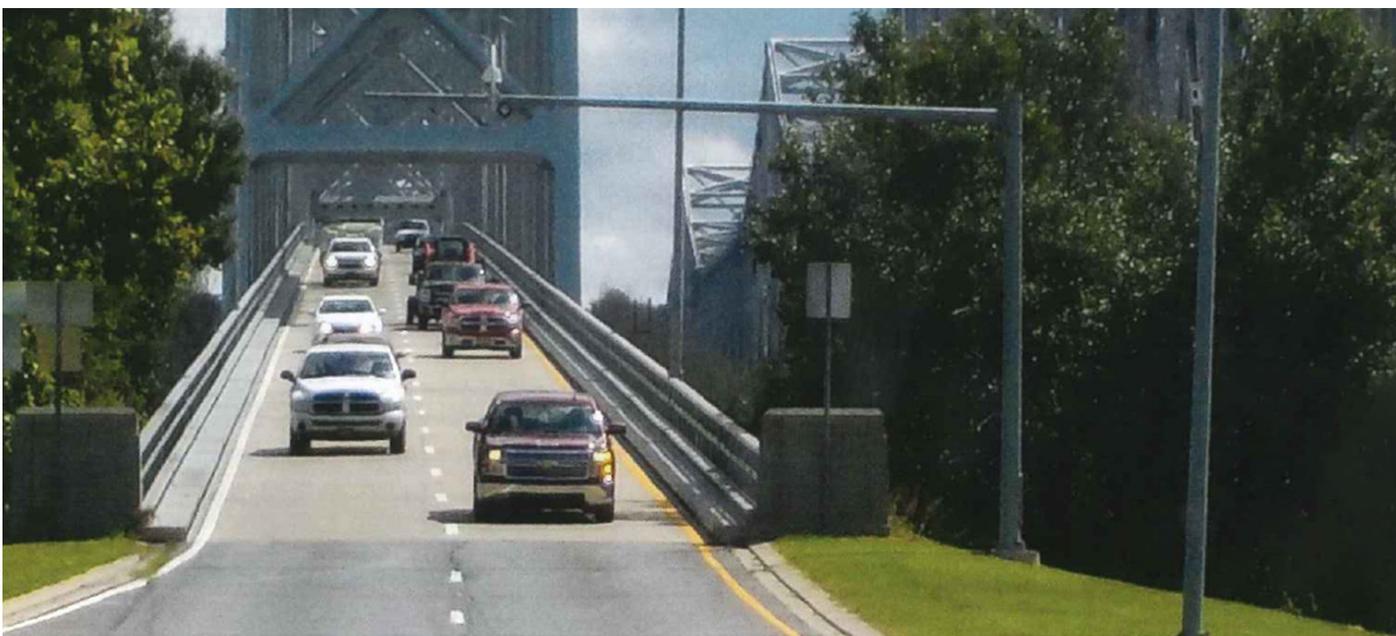


info@iarcor.com



www.iarcor.com

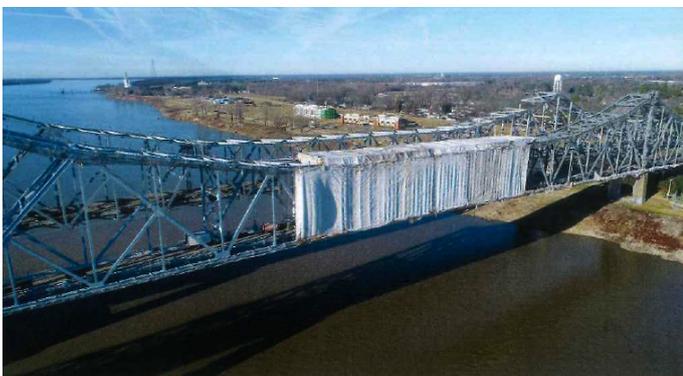
## PINTANDO EL PUENTE NATCHEZ – VIDALIA EEUU



Un Proyecto Único y Desafiante POR JUSTIN WALKER, DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DE MISSISSIPPI; PATRICK ROTH, HNTB; Y GREG RICHARDS, KTA-TATOR, INC.

El puente Natchez-Vidalia Westbound Bridge es una estructura de celosía de 4.205 pies de longitud que se construyó en 1940 y transporta la carretera U.S. 84 en dirección oeste sobre el río Misisipi desde Natchez, Misisipi, hasta Vidalia, Luisiana. El tramo en dirección oeste es uno de los dos puentes gemelos que cruzan el río.

El puente en dirección oeste fue repintado como parte de uno de los mayores contratos de rehabilitación de puentes que el Departamento de Transporte de Mississippi ha adjudicado nunca. El proyecto incluía la eliminación y sustitución de todos los revestimientos existentes, así como la sustitución de seis pasadores y eslabones en las secciones de las cerchas pasantes. Fue el primer intento de realizar todos estos trabajos en un solo proyecto.



En este artículo se analiza la coordinación del proyecto y el proceso de asociación iniciado por el contratista entre todas las partes para realizar un cierre completo de un año para su finalización. La coordinación del calendario era imperativa, ya que ciertas zonas del puente estaban cerradas a todas las actividades de construcción, incluidos los vehículos durante el

proceso de sustitución de los pasadores, cuando el puente estaba bloqueado sin que se permitiera el movimiento en esas zonas. La preparación de la superficie y la pintura giraron en torno a las actividades de sustitución de los pasadores, y la coordinación semanal fue crucial. El proyecto también implicó una comunicación constante entre el contratista y los inspectores de control de calidad para cumplir el calendario.

### ANTECEDENTES

A mediados de la década de 1990, tras descubrir que faltaban placas de recubrimiento de los pasadores, el MDOT (Departamento de Transporte de Mississippi) y su empresa consultora de ingeniería inspeccionaron los pasadores y determinaron que varios se habían desplazado. El ingeniero consultor elaboró los planos y el MDOT encargó rápidamente un proyecto para volver a colocar los pasadores en sus emplazamientos originales. Sin embargo, el proyecto se canceló tras numerosos intentos fallidos de licitación, y el MDOT optó por supervisar las clavijas. En 2012, se determinó que los pasadores seguían moviéndose, lo que requería una reparación o



Dado el tamaño y la complejidad del puente y de los pasadores, el MDOT solicitó a la Administración Federal de Carreteras que sondeara a otros DOT estatales para determinar si se había realizado alguna vez una sustitución de pasadores de esta magnitud, y no se encontró ningún proyecto de este tipo. El ingeniero consultor también se puso en contacto con varias agencias ferroviarias y pudo obtener orientación.

En vista que no se había llevado a cabo un proyecto de sustitución de pasadores de esta envergadura en un puente vehicular, en 2014 se elaboró y adjudicó un proyecto preliminar para sustituir solo dos de los pasadores, y ese proyecto resultó ser muy satisfactorio. Durante el proceso, se evaluó el sistema de pintura y se determinó que estaba en mal estado.

Ya que el puente es una importante ruta este-oeste tanto para el tráfico general como para el comercio, el MDOT y el Departamento de Transporte y Desarrollo de Luisiana (LADOTD) decidieron que debían sustituirse los pasadores restantes y el sistema de pintura. En 2017, se licitó y adjudicó un proyecto que cerraría el puente durante un año para agilizar la sustitución de la pintura y los pasadores.



### CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Las consideraciones de diseño previas al proyecto comenzaron con el examen de la sustitución satisfactoria de los dos pasadores y enlaces en 2014, con las dificultades añadidas de programar las operaciones de pintura y sustitución para que no interfirieran entre sí. Cuando las juntas del puente están «bloqueadas» para la operación de sustitución de los pasadores, el puente se encuentra en una posición vulnerable porque las juntas no pueden expandirse y contraerse como fueron diseñadas. Dado que el contratista debía limitar el tiempo entre el momento en que las sujeciones temporales sostenían el puente y la instalación de los nuevos eslabones, se estableció un plazo de 96 horas para completar cada sustitución de pasadores. La temperatura, el viento y los niveles de pleamar (Cuando el mar alcanza su nivel mas alto dentro de un ciclo de marea) también se tuvieron en cuenta a la hora de decidir cuándo «bloquear» las juntas para su sustitución. El contratista no estaba autorizado a utilizar sujeciones temporales cuando la fluctuación de temperatura prevista para 10 días era superior a 40 grados, cuando se preveía que la velocidad del viento superaría las 30

mph o cuando se estaba produciendo o se preveía una crecida inusual.

Se instalaron galgas extensométricas en múltiples elementos de la cercha y en las barras de postensado para garantizar que las sujeciones temporales transferían correctamente la carga del pasador y el eslabón, así como para evaluar cualquier pérdida imprevista en las sujeciones. También se instrumentaron las placas de empalme para evaluar las tensiones una vez retirados los pasadores. Dado que las sujeciones temporales cambiarían las condiciones límite del puente a fijas (añadiendo carga adicional en la cercha y obligando a los pilares a flexionarse), se inspeccionaron los pilares antes y después de bloquear cada unión.

La inspección inicial de los pilares reveló numerosas grietas, como era de esperar para un muelle ligeramente reforzado con 75 años de antigüedad. No se observó crecimiento de grietas en la inspección posterior.

Las consideraciones de diseño previas al proyecto para las operaciones de pintado incluían el desarrollo de un calendario previsto de eventos centrado en las operaciones de sustitución de los bulones. El MDOT tuvo que considerar cómo preparar la superficie y qué sistema de revestimiento utilizar una vez retirado el pasador en el interior del revestimiento.

Se hizo referencia a la norma del MDOT, Disposición Especial 907-845-2, «Recubrimiento del acero estructural existente». A lo largo del proceso de asociación, se realizaron revisiones del proyecto que se comentarán más adelante.

### REQUISITOS DE PRESENTACIÓN Y CONSIDERACIONES PARA LA ADJUDICACIÓN

El MDOT publicó una solicitud de cualificación para preseleccionar a los equipos cualificados. Los contratistas de pintura y estructuras debían presentar sus declaraciones de cualificación para realizar el trabajo. Se calificaron las siguientes categorías para cada equipo:

- Experiencia y cualificación del personal clave;
- El enfoque de equipo para la gestión de un contrato; y
- Los resultados anteriores en proyectos similares.

Se exigió al contratista que sometiera a la aprobación del Director de Estructuras del MDOT la sustitución de pasadores y eslabones, detallando los procedimientos y describiendo los medios y métodos para las operaciones de sustitución de pasadores y eslabones, teniendo en cuenta las operaciones de pintura. La documentación presentada incluía el uso de sujeciones temporales, la colocación de equipos de pintura, la sustitución de pasadores y las inspecciones posteriores en el puente, el calendario, la secuencia de construcción y otros aspectos.

La documentación de pintura incluía un plan de control de calidad según los requisitos SSPC-QP 1 y un plan de trabajo específico para la obra. Se exigieron planes medioambientales, sanitarios y de seguridad para controlar la contaminación, la gestión de residuos y la eliminación de desechos. Los planes de contención

eran los más críticos, ya que tenían que adaptarse a los periodos de cierre durante el proceso de retirada y sustitución de los pasadores. Todas las partes revisaron el plan para asegurarse de que no causarían daños a la estructura durante el proceso. Se analizaron detenidamente otros factores, como la ventilación, la carga del viento y la verificación de que el confinamiento se había construido conforme a los requisitos de los planos.



### **SISTEMA DE ACCESO Y CONTENCIÓN**

No se permitió que las operaciones de revestimiento, equipamiento y contención interfirieran o ralentizaran las operaciones de colocación de pasadores y eslabones. Se estableció una «zona de no carga» para cada lugar de sustitución de eslabones correspondiente. En la «zona sin carga» sólo se permitió el uso de equipos de sustitución de eslabones aprobados. Las operaciones de pintura y los equipos no estaban permitidos en la «zona de no carga» desde el momento en que se enganchaban las barras de postensado hasta que se instalaban los nuevos pasadores y eslabones; la longitud de la «zona de no carga» era de hasta el 40% de la longitud de la cercha. También se exigió al contratista que preparara un plan de contingencia para hacer frente a fenómenos meteorológicos naturales como tormentas tropicales y crecidas inusuales del río, incluida la retirada y reinstalación del sistema de contención.

El contratista disponía de un plazo de 24 horas desde la retirada del eslabón antiguo hasta la instalación de los nuevos pasadores y eslabones para instalar el sistema de contención y limpiar con chorro abrasivo y pintar la zona interior de la cercha, que quedaría inaccesible una vez instalados los nuevos eslabones.

La especificación exigía SSPC-SP 10/NACE nº 2, «Limpieza con chorro de metal casi blanco», y la aplicación de una sola capa de zinc inorgánico en estas zonas. Los planes originales preveían un sistema completo de tres capas; sin embargo, una vez tomada la decisión de reinstalar el pasador después de un periodo de 24 horas (por seguridad), se decidió utilizar una sola capa de IOZ.

### **MANTENIMIENTO DEL TRÁFICO**

U.S. 84 es una importante ruta este-oeste para el tráfico general y

local y el comercio, con una longitud de desvío de casi 200 millas (321km) cuando está cerrada. Durante el proyecto de 2014, el tráfico se desvió de cabeza en el puente adyacente mientras el contratista sustituía los pasadores, y este plan de tráfico demostró su eficacia.

El mismo enfoque se utilizó en 2017 mediante el establecimiento de cruces en cada extremo del puente y poniendo el tráfico de cabeza a cabeza en el puente adyacente. Sin embargo, la duración del cierre fue de solo un año.

El tráfico de gran tamaño debía programar una escolta policial para utilizar ambos carriles del puente en dirección este o desviarse. Esto resultó ser un éxito, ya que el tráfico local navegó fácilmente por el cierre. El orden del día de todas las reuniones de colaboración incluía asuntos relacionados con el MDOT. Representantes tanto de la ciudad de Natchez como de la ciudad de Vidalia asistieron a estas reuniones, que resultaron muy útiles para resolver los problemas de fluidez del tráfico.

### **PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE Y OPERACIONES DE REVESTIMIENTO**

Como se ha mencionado anteriormente, la especificación exigía una «limpieza con chorro de metal casi blanco» y un perfil de superficie que cumpliera la recomendación del fabricante del revestimiento de 2-4 mils. Al principio, la profundidad del perfil de la superficie fue un problema, y el contratista cambió el tamaño del grano para ajustarse a la especificación. Debido a los frecuentes fenómenos meteorológicos de la zona, el contratista decidió retirar todos los revestimientos existentes y volver a chorrear para cumplir los requisitos de la SSPC-SP 10 antes de solicitar una inspección de control de calidad.

El inspector de aseguramiento de la calidad realizó inspecciones preliminares durante los almuerzos y descansos y avisó al inspector de control de calidad del contratista de las zonas que no se habían inspeccionado o que no cumplían los requisitos, lo que facilitó el calendario del proyecto y evitó largas inspecciones antes de la aplicación de la imprimación.



Durante la aplicación inicial de la imprimación, el contratista aplicó una fina «capa de retención». Sin embargo, este proceso dio lugar a la omisión de zonas y a la posterior oxidación, por lo que se eliminó. En su lugar, la imprimación se aplicó dentro del rango especificado de 3-5 mils. También preocupaba la excesiva

formación de película alrededor de los remaches, por lo que se eliminó la capa de imprimación en franjas. Se realizaron minuciosas inspecciones de control y aseguramiento de la calidad para garantizar una cobertura completa de la imprimación. El equipo lo consideró importante y todos estuvieron de acuerdo en que merecía la pena.

La capa intermedia de epoxi se aplicó a 5-10 mils. El personal de inspección de aseguramiento y control de calidad realizó la inspección de la capa de rayas en el momento de la aplicación para mejorar la productividad. También se corrigieron las zonas omitidas. Tras el secado, las mediciones del espesor de la película seca y la inspección visual volvieron al proceso normal de control de calidad.

La capa final fue un poliuretano alifático aplicado a 3-6 mils. Las inspecciones finales consistieron en comprobar el DFT, el aspecto visual y la cobertura de todas las zonas, lo que supuso un reto en los lugares de sustitución de los pasadores. El equipo retrasó las inspecciones finales en estas zonas, ya que se observaron algunos daños cada vez. Hubo que restablecer el acceso para las inspecciones finales, lo que resultó difícil. El equipo probó una inspección con dron en las caras exteriores, pero no funcionó bien debido al gran número de defectos visuales observados. Se proporcionó un acceso diferente para verificar el DFT y la inspección visual y para completar las reparaciones finales.

### **SUSTITUCIÓN DE PASADORES**

Como parte de los planos del contrato, el contratista debía presentar una secuencia de construcción detallada que demostrara los medios y métodos para retirar los pasadores y eslabones. Los planos del contrato también sugerían una secuencia de construcción que el contratista adoptó con pequeñas modificaciones.

Para retirar los pasadores y eslabones se desarrolló un bypass provisional que impide que la junta se mueva en todas direcciones. Era importante que la derivación temporal tuviera redundancia interna y trayectorias de carga alternativas para mitigar el riesgo de que uno de los componentes comprometiera el puente al retirar los pasadores y los eslabones. Se utilizó una serie de derivaciones para bloquear la junta, mientras que se esperaba que el muelle se flexionara bajo cargas térmicas.

Sólo se permitía bloquear y sustituir un pasador y un eslabón a la vez. Para las operaciones de sustitución de pasadores y eslabones se siguieron los siguientes pasos.

**Paso 1** – Tensado de la diagonal de derivación: Las barras diagonales de derivación se tensaron para eliminar la carga en el miembro diagonal, el eslabón y el pasador de la cercha existente. Las operaciones de tensado se realizaron en incrementos y se observaron las tensiones de los miembros para garantizar que la derivación funcionaba según lo previsto. Aunque no se liberaría toda la carga hasta que se retiraran los pasadores, se prefirió minimizar la carga en el eslabón existente para evitar que los pasadores se atascaran y prevenir el movimiento repentino resultante de la retirada de los pasadores.

**Paso 2** – Tensar la armadura longitudinal superior: Se tensaron tanto las retenciones longitudinales superiores de la cercha aguas arriba como las de la cercha aguas abajo para evitar que la unión se moviera longitudinalmente. Las retenciones longitudinales superiores se diseñaron para un descenso de temperatura de 60 grados, pero se tensaron para adaptarse a un descenso de temperatura de 40 grados basado en la previsión meteorológica de 10 días.

**Paso 3** – Plantillas de soldadura y placa de empalme taladrada en campo: Una vez bloqueado el puente para que no se moviera, se soldaron las plantillas de la placa de empalme y se utilizaron para taladrar las placas de empalme. La perforación sobre el terreno y la instalación de la placa de empalme supusieron un reto debido a los más de 100 pernos A490 por cara de cartela, pero se completaron con un mínimo de incidentes.

**Paso 4** – Instale las placas del puntal superior: Los dos puntales superiores se conectaron para proporcionar rigidez lateral adicional en caso de que hubiera alguna fuerza lateral inesperada al retirar el enlace.

**Paso 5** – Instalación de los refuerzos longitudinales inferiores: Se instalaron calzos entre los dos miembros del falso cordón y se postensaron juntos para asegurar un apoyo continuo entre los miembros.

**Paso 6** – Retirada de los pasadores: Debido a la dificultad de los intentos anteriores de reajustar los pasadores en 1997, el contratista optó por cortar los pasadores con una sierra de alambre con punta de diamante. Después de cortar los pasadores, se observó un cambio mínimo de fuerza en los eslabones. No se observó ningún movimiento en ninguna de las uniones durante la retirada de los pasadores.

**Paso 7** – Taladrado de las placas de refuerzo: El contratista taladró un agujero de 10 1/2 pulgadas a 10 3/4 pulgadas a través de las placas de refuerzo existentes para asegurarse de que los nuevos pasadores soportaran y encajaran correctamente.

**Paso 8** – Instalación de los nuevos pasadores: Una vez medidas las dimensiones de los orificios finales y las líneas centrales, se enviaron las dimensiones al fabricante y los nuevos pasadores y eslabones se redujeron a sus dimensiones finales y se entregaron en el puente. Los nuevos pasadores y eslabones pudieron instalarse con un mínimo de dificultad.

**Paso 9** – Retirada de las sujeciones provisionales: Una vez instalados los nuevos pasadores, se retiraron las sujeciones provisionales y se transfirió la carga a los nuevos pasadores y eslabones.

### **ASOCIACIÓN PARA EL MEJOR PROYECTO**

En un proyecto de esta envergadura, complejidad y coste, es fundamental que todas las partes se comuniquen. El proceso de asociación ayudó a mantener el proyecto dentro de los plazos previstos y a evitar complicaciones que pondrían en peligro el proyecto en su conjunto. Además, al tratarse de un proyecto «único en su género» (a diferencia del anterior de 2014, que no

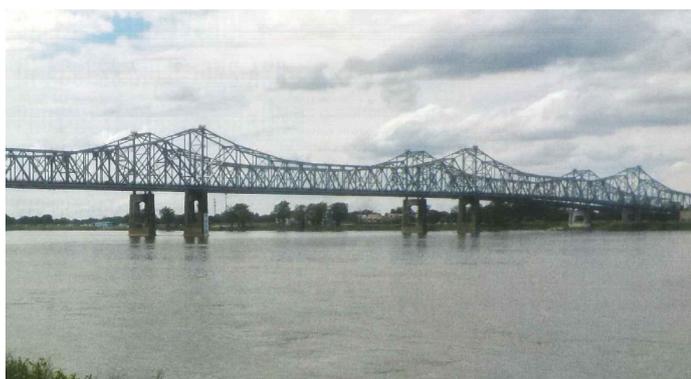
incluía la retirada y sustitución completa de los revestimientos existentes), un error podría provocar el cierre del puente o un derrumbe catastrófico.

A pesar de todos los riesgos e incógnitas del proceso de sustitución de los pasadores, el equipo de dos agencias y cinco empresas atribuye a la preparación y la comunicación las claves de un proyecto bien ejecutado y con éxito. Colectivamente, los miembros del equipo trabajaron para añadir años de vida útil al puente. Aunque la coordinación de actividades entre dos organismos estatales y múltiples contratistas suele ser un reto, este proyecto fue diferente.

El proceso se desarrolló sin contratiempos y el equipo del proyecto aportó muchos comentarios. Muchas de las sugerencias del contratista se tuvieron en cuenta y se aplicaron, sobre todo en cuestiones como el movimiento térmico o la supervisión, así como la secuencia de construcción entre la sustitución de pasadores y eslabones y las operaciones de pintura.

El contratista al que se adjudicó el contrato introdujo un proceso de asociación informal que benefició a todo el proyecto. El proceso se basaba en la confianza y en una actitud abierta y honesta en la que todos los participantes en el proyecto reconocían los objetivos comunes e individuales y trabajaban para alcanzarlos mediante la comunicación y la cooperación.

El proceso de asociación produjo varios resultados que ayudaron a completar un proyecto de calidad a tiempo y dentro del presupuesto. Por ejemplo, se tomaron decisiones sobre el proceso de inspección de calidad y control de calidad de la pintura, lo que dio lugar a inspecciones paralelas que aceleraron las operaciones de revestimiento. Los problemas y desafíos encontrados se discutieron para crear soluciones viables que no afectaran a la calidad del trabajo.



## CONCLUSIÓN

El proyecto fue muy bien desde el punto de vista del MDOT. Además de la coordinación y la comunicación, otros factores que resultaron decisivos fueron la finalización con éxito del proyecto «de prueba» anterior, una buena planificación de contingencias y el hecho de contar con ingenieros estructurales in situ para realizar la inspección de las sustituciones de los pasadores, junto con una empresa de inspección de pintura muy experimentada. Una de las principales lecciones aprendidas fue la capacidad de adaptarse a los cambios y condiciones descubiertos sobre el terreno. Aunque todos los puntos de los paneles de bulones y

eslabones eran similares, también eran muy diferentes y se comportaban de forma distinta. Las operaciones de sustitución de pasadores y eslabones en cada lugar planteaban un reto diferente que había que superar.

La cantidad de planificación previa, incluidas las reuniones abiertas con todos los licitadores para discutir los requisitos del proyecto, también fue fundamental para el éxito. Las reuniones informativas fueron todo un éxito para resolver los problemas que surgieron durante el proyecto. La revisión crítica de todos los subcontratos, planos de taller y planes de contención en el momento oportuno mantuvo el proyecto dentro del presupuesto y el calendario previstos.

## ACERCA DEL AUTOR

Durante Director de Estructuras, Ingeniero de Puentes del Estado en el Departamento de Transportes de Mississippi, Se incorporó al MDOT en 1997 como ingeniero de diseño de puentes y desde entonces ha desempeñado los cargos de jefe de equipo de diseño, ingeniero de sección de diseño y Subdirector de Estructuras-Ingeniero de Puentes del Estado. Es miembro de la Sociedad de Ingeniería de Mississippi y de la Asociación de Ingeniería Estructural de Mississippi y vicepresidente del Subcomité de Puentes y Estructuras de la AASHTO de Soldadura T17. También es actualmente el miembro con derecho a voto del MDOT en el Subcomité de Puentes y Estructuras de la AASHTO. Walker es licenciado en Ingeniería Civil por el Co-Lin Community College y la Universidad Estatal de Mississippi.

Patrick Roth es ingeniero estructural y de proyectos y jefe de equipo de inspección de puentes en HKTB. Tiene más de 12 años de experiencia como ingeniero civil y estructural e inspector de puentes en las zonas de Nueva York y Luisiana. Es licenciado en Ingeniería Civil por la Universidad Estatal de Luisiana e Ingeniero Profesional colegiado en Luisiana, Misisipi, Nueva York y Texas.

Greg Richards es el Director de la Zona Sur de KTX-Tator, Inc, donde trabaja desde hace más de 20 años. Dirige proyectos en Florida, Georgia, Alabama, Carolina del Sur, Texas y Tennessee relacionados con Estados y otras estructuras industriales. Richards es Especialista en Recubrimientos Protectores certificado por la SSPC, Inspector de Recubrimientos de Puentes (Nivel 1), Inspector de Recubrimientos Protectores (Nivel 2) y Supervisor/Persona Competente C-3 para la Destejalización de Estructuras Industriales, así como Inspector de Recubrimientos certificado por la NACE (Nivel 3). También es instructor de los cursos BCI de la SSPC, así como de los cursos de la NACE.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a las personas que han participado en la realización de este proyecto, como John Kerifatis, Blasted Enterprises; Michael Belak, Plassick Steel Construction Corp. y Mark Hudson, The Sherwin-Williams Company.

## ¡The Coatings Inspection Workshop - México 2025!

El Coatings Inspection Workshop regresa con una nueva edición en Ciudad del Carmen, México. Esta experiencia formativa única y gratuita se llevará a cabo en agosto del 2025 y está dirigida a profesionales del sector industrial que buscan perfeccionar sus competencias en inspección de recubrimientos, control de calidad y técnicas de evaluación en campo.

Durante el workshop, los participantes rotarán por estaciones prácticas donde interactuarán con más de 20 equipos de inspección, aprendiendo a interpretar resultados, detectar fallas comunes y aplicar criterios de estándares internacionales.

La metodología está diseñada para simular procesos reales antes, durante y después de la aplicación de recubrimientos, permitiendo una capacitación inmersiva, dinámica y aplicable de forma inmediata. Ciudad del Carmen se convierte así en el nuevo punto de encuentro para técnicos, inspectores y profesionales comprometidos con la excelencia en protección anticorrosiva.

Esta nueva edición reafirma el compromiso de IARCOR con la formación técnica de alto nivel en América, acercando conocimiento especializado a las regiones que lo demandan. Las inscripciones estarán abiertas próximamente a través de [www.iarcor.com](http://www.iarcor.com).

## ¡Cupos Limitados!



**100% GRATIS**  
**¡INSCRÍBETE AHORA!**




**08 - 09**  
**AGOSTO**

**Ciudad del Carmen**  
Campeche - Av. Camarón #615



Un evento oficial de **IARCOR INTERNACIONAL**,  
con el auspicio y respaldo de:



WhatsApp [+593 961 811 505](tel:+593961811505)

Email [info@iarcor.com](mailto:info@iarcor.com)

Website [www.iarcor.com](http://www.iarcor.com)

## ¿Deseas formar parte del próximo evento en México?

Si eres un profesional del sector, técnico, inspector, ingeniero o estudiante en formación, esta es tu oportunidad para fortalecer tus conocimientos, vivir una capacitación práctica de alto nivel y conectarte con una comunidad técnica comprometida con la excelencia.

Y si representas a una marca, empresa, institución o proveedor del sector, te invitamos a unirse como patrocinador. Tu apoyo hará posible que este evento siga siendo gratuito y accesible, y al mismo tiempo te permitirá posicionar tu marca frente a una audiencia especializada, activa y en constante crecimiento.



Contáctanos a [eventos@iarcor.com](mailto:eventos@iarcor.com) y  
súmate como aliado o patrocinador.

**Forma parte del evento técnico más relevante del continente en inspección,  
protección contra la corrosión y recubrimientos industriales.**



## Próximamente - Quito 2025 ¡The Coatings & Corrosion Weekend!



A partir del éxito rotundo y la alta participación registrada en los últimos tres workshops (Quito/ Lima 2024 - Guayaquil 2025), el comité de eventos de IARCOR ha decidido dar un paso más en el fortalecimiento de este espacio técnico-académico, dando nacimiento a The Coatings & Corrosion Weekend

El nuevo evento será inaugurado en Quito - Ecuador y presentará importantes novedades.

Entre ellas, se destaca la ampliación del cupo de participantes —debido a la creciente demanda— y la inclusión de un día adicional exclusivamente dedicado a charlas técnicas especializadas, con el fin de profundizar aún más en temas clave para el sector.

Este esfuerzo responde a la necesidad de continuar promoviendo el desarrollo profesional, la transferencia de conocimiento y la mejora continua en las áreas de recubrimientos protectores, inspección y control de calidad.



## Únete a nuestra comunidad digital

IARCOR está presente en las principales plataformas digitales para compartir conocimiento técnico, experiencias reales, noticias del sector y formación continua. Síguenos y sé parte activa de nuestra comunidad de profesionales en recubrimientos, corrosión, inspección y mantenimiento industrial. Con contenido educativo, convocatorias, entrevistas, webinars técnicos y mucha información relevante sobre el control de la corrosión.

@IARCOR INTERNACIONAL



## ¡Lanzamos nuestro podcast técnico!

Desde este mes, IARCOR lanza su nuevo podcast en formato corto a través de TikTok, con episodios semanales donde hablaremos de inspección, corrosión, recubrimientos, errores comunes en campo, normativas, buenas prácticas y consejos técnicos para profesionales del sector. Todo en un formato ágil, claro y directo al grano.

Nuestro objetivo es abrir un nuevo canal de aprendizaje y conversación técnica, pensado para quienes quieren mantenerse actualizados en pocos minutos. También compartiremos

entrevistas con instructores, experiencias reales, casos de estudio y respuestas a preguntas frecuentes que nos llegan desde toda América.

Síguenos en TikTok como @iarcor y no te pierdas ningún episodio. ¡La técnica también se escucha!

Síguenos en:  TikTok

@IARCOR



3:19  -41:45



En IARCOR, fomentamos la conexión entre empresas del sector, fortaleciendo redes de colaboración que impulsan la innovación y el crecimiento en la industria. A lo largo del tiempo, este vínculo empresarial se ha expandido, permitiendo que más profesionales accedan a servicios y soluciones especializadas.



**Amazonia EC**

Se especializa en ingeniería y desarrollo de proyectos industriales, ofreciendo servicios de alta calidad respaldados por un equipo técnico altamente capacitado. Su enfoque en la excelencia y el soporte inmediato garantiza soluciones eficientes para cada desafío industrial. **EEUU / Ecuador**

✉ [servicios@amazoniaec.com](mailto:servicios@amazoniaec.com) ☎ +593 98 452 3912 🌐 [www.amazoniaec.com](http://www.amazoniaec.com)

**BlastPro**

Es un referente en la venta y alquiler de equipos y productos para preparación superficial, aplicación de recubrimientos e inspección. Su amplio catálogo de soluciones, junto con una asesoría personalizada, permite a cada cliente encontrar la mejor opción para sus necesidades operativas. **Perú / Ecuador / EEUU**

✉ [info@blast-pro.com](mailto:info@blast-pro.com) ☎ +593 98 875 7768 🌐 [www.blast-pro.com](http://www.blast-pro.com)



**Defelsko**

Con más de 60 años de trayectoria, Defelsko es la marca líder en el mercado de equipos de inspección, ofreciendo más de 70 modelos diseñados para garantizar precisión y confiabilidad. Su constante innovación en tecnología y mantenimiento asegura equipos de alto desempeño para la industria. **EEUU**

**¿Quieres ser sponsor de IARCOR y salir en la revista?**  
**Contáctanos a: [info@iarcor.com](mailto:info@iarcor.com)**

12 Línks de Interés



<b>Leer más artículos y blogs</b>	<b><a href="http://www.iarcor.com/blogs/">www.iarcor.com/blogs/</a></b>
<b>Entrenamiento y certificación</b>	<b><a href="http://www.iarcor.com/certificaciones/">www.iarcor.com/certificaciones/</a></b>
<b>Próximos eventos</b>	<b><a href="http://www.iarcor.com/eventos/">www.iarcor.com/eventos/</a></b>
<b>Sobre nosotros</b>	<b><a href="http://www.iarcor.com/quienes-somos/">www.iarcor.com/quienes-somos/</a></b>

**"Forjando el Futuro: Líderes en Protección Contra la Corrosión."**



Capacitación y certificación especializada

✉ [info@iarcor.com](mailto:info@iarcor.com)

☎ **+593 96 181 1505**

🌐 [www.iarcor.com](http://www.iarcor.com)



[/iarcor Internacional](#)



[/iarcor\\_internacional](#)



[/IARCOR INTERNACIONAL.](#)



[/IARCORINTERNACIONAL](#)

**CRÉDITOS EDITORIALES**

Redacción: IARCOR INTERNACIONAL

Diseño y Maquetación: Edison Guaman

Colaboradores Técnicos: Gabriel Herrera, Danilo Ávila

Publicación: Quito, Ecuador - 2025

Derechos Reservados: Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada o transmitida en forma alguna sin autorización previa por escrito de IARCOR INTERNACIONAL.

Contacto: [www.iarcor.com](http://www.iarcor.com) – [info@iarcor.com](mailto:info@iarcor.com)