

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN
ANTICORROSIVO Y DE CONSERVACIÓN PARA LOS CARROS
DE TRANSPORTE DE LOS JUGADORES EN EL VARADERO
GOLF CLUB.**

**Ing. Oscar Fernández Fernández¹, M.Sc. Omar López Armas²
Ing. Yadrian Guillot Mora³**

*1,2 Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Vía
Blanca Km.3, Matanzas, Cuba.*

*3. Empresa de perforación y extracción de petróleo del centro,
Cárdenas, Matanzas, Cuba.*

Resumen

El siguiente trabajo se propone un sistema de protección anticorrosiva y conservación (SIPAYC) para los carros de transporte de los jugadores en el campo del Golf Club ubicado en Varadero-Matanzas. Estos carros presentan problemas de diseño anticorrosivo y los recubrimientos utilizados para su protección no son los adecuados. Además, como consecuencia de su cercanía al mar y de las condiciones atmosféricas de Cuba, la corrosión actúa de forma agresiva. Estos factores han contribuido a que el taller de mantenimiento del campo del Golf Club se vea obligado a ejecutar con regularidad, considerables gastos de capital en la adquisición de piezas de repuestos, para mantenerlos en perfecto estado. Los carros son de la marca Club Car, nombre de la compañía extranjera dedicada a la fabricación de los mismos que a su vez vende los servicios de mantenimiento, de los cuales no se puede disponer por su alto costo. Con este trabajo se pretende disminuir de forma gradual la corrosión en los carros, permitiendo así, eliminar algunos gastos del capital invertido en piezas de repuestos.

Palabras claves: Conservación, corrosión, SIPAYC, DUCAR, DISTIN

Introducción.

La corrosión es un fenómeno que debe ser prevenido o eliminado de cualquier estructura metálica ya que es el principal causante del deterioro y destrucción de las mismas. Debido a esto, surge la necesidad de crear un Sistema de Protección Anticorrosiva y de Conservación (SIPAYC), el cual varía en dependencia de la ubicación geográfica, el diseño, el tipo de material y la función de la estructura metálica.

El SIPAYC fue creado por el Centro de Estudio de Anticorrosivos y Tensoactivos (CEAT) de la Facultad de Ingenierías de la Universidad de Matanzas, donde se ha venido desarrollando por más de 30 años de actividad docente e investigativa, estudios en el campo del diseño anticorrosivo, corrosión, protección y conservación. El mismo utiliza productos elaborados en dicho centro, los cuales tienen una gran eficacia y calidad según su propósito, dando solución a los problemas de diseño anticorrosivo, protección y conservación cuando no es posible ofrecerle una solución mecánica al problema. El Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación (SIPAYC), es denominado DUCAR (durabilidad del carro) cuando es aplicado en carros en explotación, a lo largo de los años este procedimiento ha obtenido grandes experiencias, siendo aplicado por la Universidad de Matanzas en diferentes organismos entre los que se encuentran el MININT, la Empresa Provincial del Transporte, el Ejército Central y otros.

En el campo de golf ubicado en Matanzas-Varadero, centro turístico perteneciente a la cadena Palmares del MINTUR, lugar donde se realizan diferentes eventos internacionales vinculados a este deporte y única instalación en Cuba de este tipo, existe la dificultad de que los carros utilizados para la transportación de los jugadores en el campo, sufren de manera excesiva daños por corrosión, siéndoles aplicado un

mantenimiento anual en sus zonas afectadas. Los daños por corrosión más preocupantes son los ubicados en los amortiguadores de los carros debido a que estos tienden a fracturarse, lo cual ha provocado ya en varias ocasiones pequeños accidentes que dañan la imagen del centro además de poner en peligro a los jugadores. Los carros son de la marca Club Car de fabricación estadounidense, poseen motor eléctrico y sus mantenimientos y reparaciones son aplicados en el taller de mecánica del propio campo de golf.

Desarrollo

Sistema DUCAR desarrollado en el Centro de Estudio de Anticorrosivos y Tensoactivos (CEAT) de la Universidad de Matanzas

El Sistema DUCAR, es un Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación (SIPAYC) aplicado al transporte, conocido como Servicio DUCAR. Forma parte de las tecnologías de servicio que tiene desarrolladas el CEAT de la Facultad de Ingenierías de la Universidad de Matanzas y se integra como sistema con diferentes tecnologías de productos anticorrosivos, diseñados especialmente para ellas. Los productos utilizados marca DISTIN, en ocho líneas diferentes, dan respuesta a los problemas de diseño anticorrosivo, corrosión, protección y conservación, que se puedan encontrar en la práctica, con un enfoque en sistema, que constituye el fundamento de la tecnología.

Este Sistema de Protección Anticorrosivo Estructural, permite mantener una elevada disposición técnica de los carros con un mínimo de gastos, alargando los plazos inter reparación (chapistería) a más de 10 años.

Seguidamente se comentan los diferentes componentes que conforman al Sistema DUCAR.

- **Diagnóstico de los problemas de diseño anticorrosivo:** Comprende la identificación de los problemas de diseño anticorrosivo que se presentan y la forma de modificarlos, atenuarlos o eliminarlos.
- **Preparación superficial:** Este paso se ejecuta cuando se hace necesaria la aplicación de recubrimientos que exigen una preparación superficial. Lo más común es que se efectúe la preparación superficial para posteriormente aplicar las pinturas y otros recubrimientos como las grasas de conservación y los mástiques asfálticos.
- **Aplicación de recubrimientos de pintura:** Se aplica recubrimiento de pintura en los lugares que sea necesario después de la preparación superficial, esto debido a que existen diferentes lugares de las estructuras metálicas donde no es recomendable aplicar otros tipos de recubrimientos.
- **Protección anticorrosiva adicional y conservación:** En esta etapa se protegen los recubrimientos de pintura y superficies metálicas no pintadas con grasa de conservación y mástiques según corresponda, y como protección anticorrosiva adicional se aplica Cera Impermeabilizante y Abrillantadora sobre los recubrimientos de pinturas u otros elementos o piezas.

Sistema de protección anticorrosiva y de conservación (SIPAYC)

Existen diversas formas de protección contra la corrosión dentro de las que se encuentran los sistemas de recubrimientos con pintura siguiendo como patrón las normas internacionales, pero ninguno de los sistemas planteados por las normas se enfocan en darle una solución conjunta a los problemas de diseño anticorrosivos, protección adicional y conservación del sistema.

Para darle solución a esto el Centro de Estudio de Anticorrosivos y Tensioactivos (CEAT) de la Facultad de Ingenierías de la Universidad de Matanzas tras muchos años de actividad docente- investigativa crearon el SIPAYC Sistema de protección anticorrosiva y de conservación. Esta tecnología se aplica casi en su totalidad con productos que realizan en dicho centro; los cuales son capaces de dar solución a los problemas de diseño anticorrosivo, protección y conservación de no ser posible darle una solución mecánica al problema.

Los productos utilizados se registran bajo la Marca Estatal DISTIN, en 6 líneas diferentes y un total de 19 recubrimientos certificados.

Problemas de diseño anticorrosivos. Criterios básicos que establecen las normas.

Los problemas de diseño anticorrosivos surgen durante la fabricación del equipo e instalación o durante las labores de mantenimiento y son uno de los principales factores que favorecen a la afectación de la corrosión. Existen varios problemas de diseño entre los que se encuentran (ISO 12944-3.1998):

- **Accesibilidad:** Según las normas, la accesibilidad tiene dos aspectos fundamentales, uno vinculado al acceso para las labores de mantenimiento de los operarios y un segundo aspecto a la accesibilidad de las herramientas y accesorios que se emplean en la protección anticorrosiva, mediante las labores de preparación de superficie y aplicación de recubrimientos de pintura, entre otras técnicas de protección. En este caso la separación entre partes o estructuras, no puede ser menor de 50 mm de ancho y mayores de 100 mm en profundidad.
- **Orificios o resquicios:** Las normas plantean que orificios estrechos, hendiduras ciegas y uniones solapadas son lugares potenciales para ser atacados por la corrosión procedente de la retención de humedad y suciedad. La corrosión de este tipo debería normalmente, evitarse mediante el sellado.
- **Acumulación de humedad depósitos y agua:** Según las normas deberían evitarse configuraciones superficiales en las que el agua pueda quedar retenida, y que puedan de este modo, en presencia de materias extrañas, incrementar el potencial de los agentes corrosivos. El diseñador debería también tener en cuenta los posibles efectos de contaminación por descuelgues, por ejemplo, de productos de corrosión de acero suave sobre aceros inoxidables austeníticos, o ferríticos, que puedan provocar la corrosión de estos últimos.
- **Bordes:** Las normas plantean que los bordes redondeados son deseables, para posibilitar la aplicación de la capa protectora de modo uniforme y para lograr un espesor de película adecuado sobre bordes agudos. Las capas protectoras en los bordes agudos son más susceptibles al deterioro. Por consiguiente, todos los bordes agudos deberían redondearse o biselarse desde el proceso de fabricación y las rebabas en torno a orificios y a lo largo de otros bordes cortantes deberían eliminarse.
- **Imperfecciones en la superficie de la soldadura:** Según las normas las soldaduras deberían estar libres de imperfecciones (por ejemplo: aspereza, fracturas, orificios, cráteres, proyecciones), que son difíciles de cubrir eficientemente con un sistema de pintura protector.

- **Conexiones con pernos:** Plantean las normas: Conexiones antideslizantes con pernos de alta resistencia. Las superficies de fricción en conexiones antideslizantes deben prepararse por chorreado, previo al montaje, hasta un grado de preparación mínimo de Sa 2 ½ con una rugosidad acordada. En la superficie de fricción puede aplicarse un material protector con un coeficiente de rozamiento apropiado.

Conexiones precargadas. Se debe prestar una atención especial a la especificación de películas de pinturas para conexiones con pernos precargados. Pernos, tuercas y arandelas. Los pernos, las tuercas y las arandelas deben protegerse contra la corrosión para obtener la misma durabilidad que la protección de la estructura.

- **Áreas cerradas y componentes huecos:** Plantean las normas dado que las áreas cerradas (interior accesible) y los componentes huecos (interior inaccesible) minimizan la superficie expuesta a la corrosión atmosférica, constituyen una sección especialmente bien adaptada a la protección frente a la corrosión, siempre que se cumplan los requisitos dados a continuación.

Las áreas cerradas y los componentes huecos que estén expuestos a la humedad superficial, deben estar provistos de aberturas de drenaje y estar protegidos de un modo efectivo contra la corrosión.

Mantenimiento aplicado en el taller a los carros eléctricos

El mantenimiento aplicado en el taller es un mantenimiento correctivo el cual es realizado anualmente o siempre que surja una falla. En él se remplazan todas las piezas que se encuentren en muy mal estado por piezas nuevas. La aplicación de un mantenimiento correctivo se debe a que los productos utilizados como conservantes (Castrol) han acelerado el proceso de corrosión en las piezas del carro, lo que ha obligado a dejarlas sin ningún tipo de protección. La grasa de la cual se dispone para las ruedas es Castrol de tipo High Temperature Grease.

Problemas de diseño anticorrosivo encontrados en el carro eléctrico

Figura 1: muestra un componentes hueco en la estructura que soporta el techo del carro, este tipo de corrosión va picando la estructura desde su interior, al igual que las áreas cerradas, los componentes hueco tienen que ser protegidos por el tiempo de vida de la estructura, de lo contrario hay que aplicar otros métodos de protección no basados en las pinturas, ya que estas áreas no pueden ser preparadas convenientemente. También se

observan resquicio u orificios producto a la soldadura irregular que hay en la base. La solución para este problema sería preparar bien la superficie eliminando las proyecciones de la soldadura con una pulidora, aplicación de disolución de fosfato pintar y aplicar los productos anticorrosivos adecuados.

Figura 2: tornillos sujetadores de la defensa trasera que como los demás está siendo afectado por la corrosión por par metálico, este tipo de corrosión se presenta cuando se ponen en contacto metales que presenten potenciales diferentes, en este caso el elemento utilizado como arandela es de aluminio y el tornillo es de acero. Lo adecuado sería cambiar la arandela de aluminio por un material que no genere par metálico con el tornillo o aplicar productos anticorrosivos para aislar ambos elementos.

Figura 3: Muestra en azul una zona de acumulación y depósitos en la armadura que sostiene el techo del carro, la misma tiene una ubicación visible para el cliente por lo que se debe eliminar la ondulación mecánicamente o aplicar mastique semisólido. También se aprecia una irregularidad en la soldadura mostrada en rojo en la superficie de la armadura. Esta podría solucionarse convirtiendo la soldadura discontinua en una continua y después aplicar productos anticorrosivos.

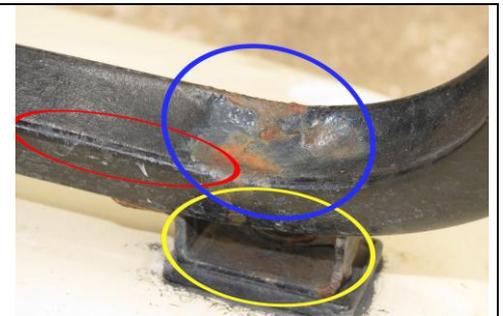
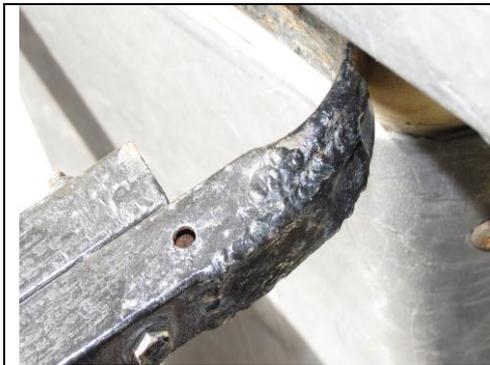


Figura 1. Componente hueco en la base de la armadura que soporta el techo del carro.

Figura 2. Par metálico en los tornillos sujetadores de la defensa trasera.

Figura 3. Zona de acumulación y depósito en la armadura que sostiene el techo del carro.

Figura 4: Muestra en azul un área inaccesible en el chasis del carro con la pieza que une los amortiguadores mostrado en azul y con el amortiguador mostrado en rojo, como se aprecia estos elementos carecen de protección lo cual es muy importante en un ambiente tan agresivo. También se existen problemas de corrosión en los pernos que mantienen unidas las piezas. Toda esta área se encuentra tan afectada que existen problemas de resquicio u orificio en toda la superficie de la misma en este caso solo se puede eliminar la corrosión con el uso de productos anticorrosivos.

Figura 5: área inaccesible en la pieza encargada de unir la carrocería con el chasis del carro ya que no permite una correcta preparación de la superficie(limpiar y pintar), como solución se deben sellar ambos extremos de la pieza y aplicar los productos adecuados en su interior . Existe también un par metálico entre los pernos y la pieza del chasis puesto que la misma es de un acero galvanizado y los pernos de acero al carbono, esto crea un desgaste excesivo apoyado por la corrosión atmosférica donde se afectan más rápido los pernos ya que se convierten en el metal anódico(el de menor potencial de reducción) y se retrasa la corrosión del metal catódico(chasis) hasta punto de detenerse, lo conveniente sería utilizar pernos de un material que no genere par metálico con el chasis o hacer uso de recubrimientos lo cual sería lo más económico.

Figura 6: área de inaccesible en el pedal del carro donde no se puede aplicar pintura sobre su superficie para protegerla de la corrosión, además presenta un par metálico entre el pedal y el resorte de tal forma que ya se aprecia un desgaste sobre la superficie del pedal. En este caso no se puede aplicar una solución mecánica por lo que se debe hacer solamente uso de los productos anticorrosivos.

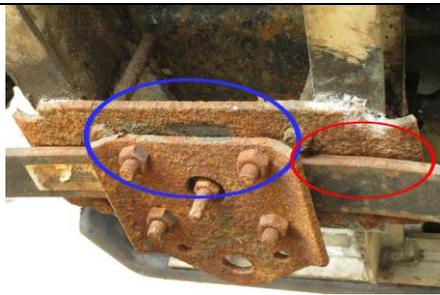


Figura 4. Área inaccesible en la unión de los amortiguadores.



Figura 5. Área inaccesible en la pieza encargada de unir la carrocería con el chasis del carro.



Figura 6. Área inaccesible en el pedal de freno y de aceleración.

Figura 7: el chasis es de un acero galvanizado lo que trae consigo que todas las piezas utilizadas en el deben ser del mismo material o que no generen corrosión por par metálico ya que el medio en que se circula presenta una alta corrosión atmosférica lo cual acelera cualquier tipo de proceso químico entre estos metales. En la imagen se muestra un perno afectado por la corrosión por par metálico, por la falta de productos anticorrosivos que lo aíslan del acero galvanizado y del muelle y también toda la zona

está llena de resquicios. el amortiguador también se encuentra afectado del mismo modo que el perno y a su vez crea un área inaccesible con el chasis, como solución solo se recomienda el uso de recubrimientos una vez preparada la superficie.

Figura 8: existen defectos de bordes en todo el chasis creando resquicios sobre la superficie bordeada, como solución se redondean los bordes y eliminando el efecto de borde. También se aprecia un perno afectado por la corrosión galvánica y por la falta de un aislante anticorrosivo.

Figura 9: el tornillo, la tuerca y la arandela son de materiales diferentes de los cuales el más afectado es la tuerca debido a que es el material de menor potencial de reducción. Como solución se hace uso de los productos anticorrosivos para aislar los diferentes elementos.

		
<p>Figura 7. Corrosión en el perno en el chasis del carro.</p>	<p>Figura 8. Corrosión en el perno de la suspensión delantera del carro.</p>	<p>Figura 9. Corrosión en el perno en la parrilla trasera del carro.</p>

Figura 10: se muestra un perno deteriorado por corrosión galvánica, además de no estar protegido con ningún producto anticorrosivo. También en la unión del chasis con la defensa se crea un área cerrada que estimula la corrosión en el perno y en el chasis.

Figura 11: se observa que el diferencial es de un acero galvanizado y los pernos que lo unen son de un acero al carbono, por lo que los mismo se encuentran deteriorados por la corrosión galvánica que fluye entre ellos. Lo mismo sucede con los arboles en su unión con el diferencial, ambos son de diferente material, además de crear un área cerrada que se encuentra desprotegida.

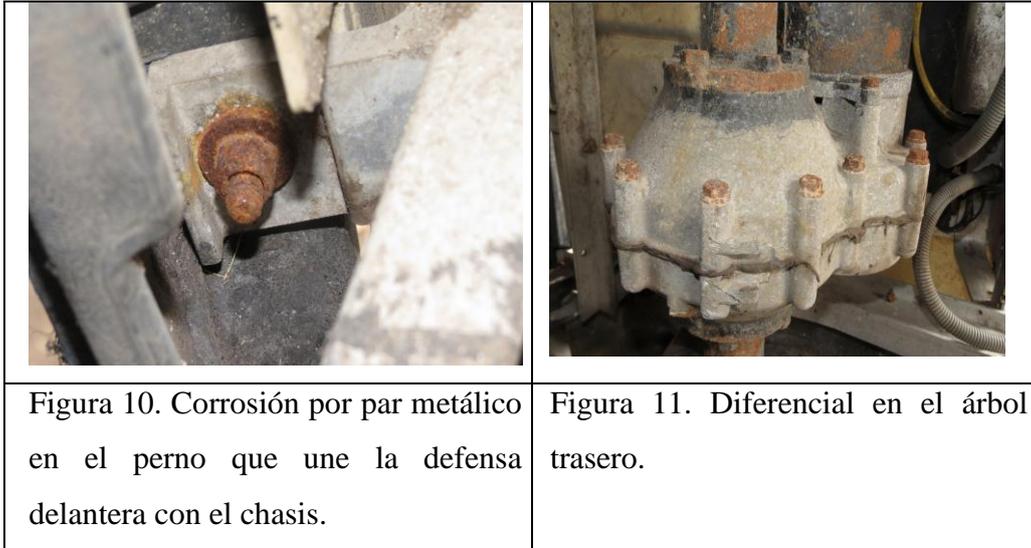


Figura 12: la llanta es una pieza visible para el cliente, por lo que para la estética del carro no es conveniente el estado en que se encuentran. Como se observa abunda el resquecio en el borde de la llanta y en su superficie la cual no se preparo antes de pintar, lo que podría traer consigo una corrosión interfacial. La superficie debe ser raspada y pulida hasta eliminar todo el resquecio y después hacer uso de los productos anticorrosivos.

Figura 13: el interior de la llanta se convierte en un área inaccesible una vez instalada, por lo que se hace difícil preparar la superficie y pintarla. También libre de cualquier tipo de producto anticorrosivo como grasa o mástique, lo que trae consigo que la corrosión vaya picando la llanta desde su interior hasta su exterior como se muestra en la figura 14 y 15.

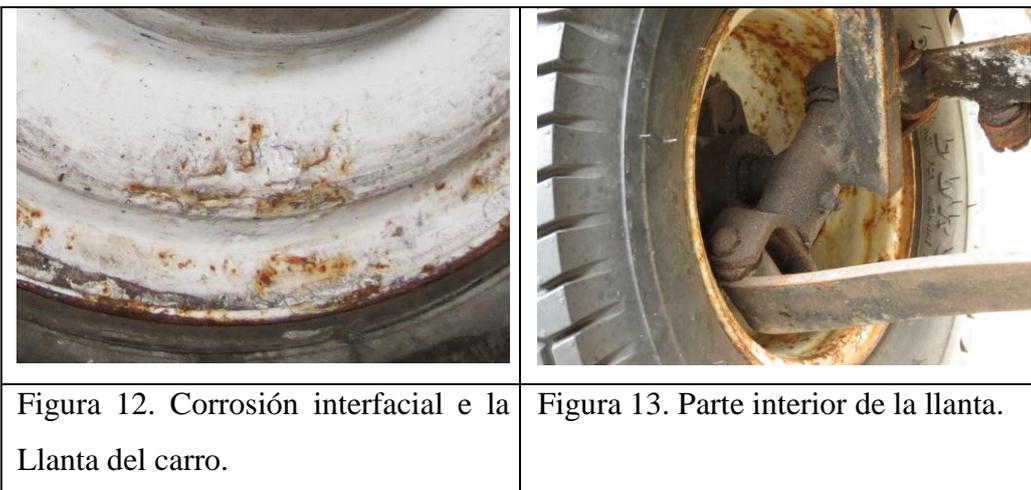




Figura 14. Llanta en desuso picada por la corrosión desde su interior.



Figura 15. Interior de la llanta en desuso.

Corrosión por falta de preparación y protección de las superficies metálicas del carro

Las siguientes figuras muestran las causas de la mala preparación de las superficies metálicas y uso de productos anticorrosivos en los carros eléctricos cuando se está en presencia de un ambiente de muy alta agresividad.



Figura 16. Corrosión interfacial y por resquicio u orificio en el extremo superior de la suspensión del carro.



Figura 17. Corrosión atmosférica en la dirección del carro.

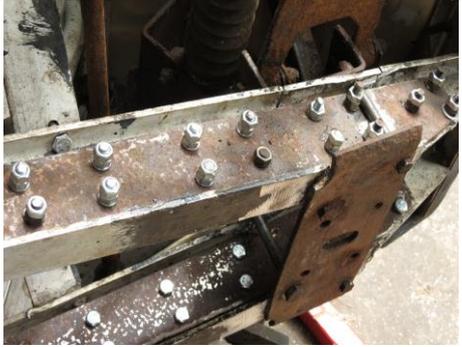


Figura 18. Unión con perno mal protegida en la parrilla al carro.

Figura 19: el muelle mostrado se fracturo producto a la corrosión fatiga, la misma se crea producto a las tensiones cíclicas a las que es sometido el amortiguador creando picaduras en su superficie en las cuales va penetrando el agente agresivo que con el tiempo provoca la fractura de la pieza.

Figura 20: este es un problema preocupante puesto que cuando se van oxidando los frenos, el oxido penetra en las en la cubierta de los cables de freno, lo que impide el frenado en los carros. La causa principal es el hecho de estar desprotegido en un medio tan agresivo.

Figura 21: los pernos instalados muestran una de las causas principales de la corrosión en todos los pernos del carro, como se observa en la figura fueron instalados sin aplicarles ningún producto anticorrosivo antes y después de su instalación, esto trae consigo la corta duración de los pernos ya que no fueron aislados del chasis de acero galvanizado que genera un par metálico el cual es acelerado por la alta corrosión atmosférica del medio.

		
<p>Figura 19. Muelle fracturado por la corrosión fatiga.</p>	<p>Figura .20. Corrosión atmosférica en los frenos del carro.</p>	<p>Figura 21. Perno acabados de instalar en el chasis sin el uso de productos anticorrosivos.</p>

Ejecución del fregado

Concluida la identificación y modificación mecánica de los problemas de diseño anticorrosivo se procede a la ejecución del fregado con el objetivo de realizar posteriormente una correcta aplicación de los productos anticorrosivos y estos no sean contaminados por superficies sucias. Por lo que es de vital importancia que durante la ejecución del fregado, se eliminen bien todas las acumulaciones de suciedades que puedan ser futuras celdas de concentración. Si se encuentran problemas con superficies oxidadas, se procede a limpiar todo el óxido desprendible con cepillo de alambre y con ello una vez fregado, queda descontaminada la superficie, que por lo general tiene sales que son conjuntamente con la humedad las causantes del deterioro de los recubrimientos.

Secado del equipo

Durante el proceso de secado, que se realiza al aire libre, sobre todo al sol, se completa la verificación de todos los problemas de corrosión y protección que se presentan. En función del tiempo, para completar el secado, auxiliarse de aire a presión.

Ejecución de las acciones previstas para la atenuación, modificación o eliminación de los problemas de diseño anticorrosivo. (Segunda etapa). Aplicación de recubrimientos de conservación

- **Componente hueco en la armadura que soporta el techo del carro.**

Para convertir el óxido y frenar la corrosión en el interior de la armadura se aplica con una pistola que penetre en los agujeros ya existentes, la disolución de fosfatado (DISTIN 504) y después se atomiza con grasa DISTIN 314L, de no ser posible tener accesibilidad, entonces crear agujeros tecnológicos con el tamaño adecuado y después ponerle tapones. Para la base de la armadura se pule la superficie de la soldadura dejándola libre de irregularidades y aplicar una disolución de fosfatado (DISTIN 504) en las zonas más afectadas, recubrir con una capa de pintura y posteriormente aplicar Cera Impermeabilizante Abrillantadora (DISTIN 603L) la cual sella los poros de la pintura y forma una capa protectora y resistente a deformaciones y a la acción agresiva de la atmósfera, además protege el recubrimiento de pintura de los rayos ultravioletas que son los principales causantes de su deterioro.

- **Par metálico en los tornillos sujetadores de la defensa trasera.**

En caso de que no exista la posibilidad de cambiar la arandela de aluminio por un material con igual potencial, se debe aislar el tornillo de la arandela con los recubrimientos de conservación. Primero se saca el tornillo, se le aplica un DISTIN 504 para eliminar el óxido y frenar la corrosión, se pinta, se recubre con grasa DISTIN 314L, se inserta con la arandela y se vuelve a engrasar.

- **Zona de acumulación y depósito en la armadura que sostiene el techo del carro.**

Lo primero que se debe hacer es eliminar el óxido con una disolución de fosfatado, se pinta, se rellena la forma ondeada con mastique semisólido DISTIN 404, el cual adopta una forma dura y gruesa además de proteger el material y se pinta para mantener la estética del carro.

- **Área inaccesible en la unión de los amortiguadores.**

Después de haber limpiado la superficie mecánicamente, se procede a la aplicación de los recubrimientos de conservación. En este caso se le aplica una disolución de fosfatado en toda la superficie y como no se trata de una zona visible para el cliente, se atomiza con mastique asfáltico líquido DISTIN 404L, este creará una capa impermeable resistente a golpes de agua, de piedras, etc. y protegerá la superficie por largo tiempo.

- **Área inaccesible en la pieza encargada de unir la carrocería con el chasis del carro.**

Después de haber sellado ambos extremos libres, se le aplica un DISTIN 504 para eliminar el óxido, se pinta y recubre su interior con grasa DISTIN 314L para que proteger mejor. De no poderse cambiar el material de los pernos para evitar el par metálico, se deben aislar ambos elementos a través de los recubrimientos. Al igual que en el caso anterior, se limpia el perno con una disolución de fosfatado, se pinta, se introduce con mastique semisólido DISTIN 404 o con grasa DISTIN 314 para tapar los orificios.

- **Área inaccesible en el pedal de freno y de aceleración.**

En este caso no se puede convertir la pieza en un componente hueco, por lo que dependemos de los productos anticorrosivos. Recubrimos toda la parte no visible con grasa semisólida DISTIN 304.

- **Corrosión en el perno en el chasis del carro.**

Tanto para los pernos que se reemplazan como para los que todavía cumplen su función eficientemente se le realizará la siguiente operación. A los usados con sus respectivas tuercas se les preparará la superficie eliminando la pintura y herrumbre presente con cepillos eléctricos. Ahora se enjuagarán con agua, se secarán y se sumergirán en disolución de fosfatado para obtener una superficie de mayor calidad. Posteriormente todos serán cubiertos con una capa de pintura. Ya secos, se le aplicará al conjunto tornillo - tuerca Grasa de Conservación (DISTIN 404), la cual por su composición flexible cubre los resquicios y proporciona impermeabilidad al agua.

- **Corrosión interfacial en la llanta del carro.**

Para eliminar la corrosión interfacial, se debe eliminar el resquicio y la pintura de toda la superficie, una vez concluida la operación, se le aplica la disolución de fosfatado para eliminar el óxido y detener la corrosión, después se procede a pintar y para rellenar los poros creados por la pintura se le aplica cera impermeabilizante.

Selección del sistema recubrimiento de pintura.

Para llevarse a cabo una correcta selección del sistema, obligatoriamente se tiene que consultar el planteamiento que rige la Norma UNE EN ISO 12944: 5: 1998, en la cual se exponen varias tablas donde se registran diferentes tipos de sistemas de pinturas, en correspondencia con las condiciones de agresividad predominante en la zona analizada. Otro aspecto descrito en dichas tablas es el referido al tiempo de duración del sistema de pintura, que sin dudas resulta importante tener en cuenta poder planificar los periodos de mantenimiento. Como se conoce el nivel de agresividad corrosiva de la atmósfera en la zona donde está ubicado el campo de golf, C5-M (muy alta), se selecciona el sistema S 7.08 que ofrece una durabilidad de 5 a 15 años categorizándose de durabilidad media.

Características del S 7.08:

- 1- Grado de preparación de la superficie: Sa 2 $1/2$.
- 2- Capas de imprimación: 1 capas de 40 μm .
- 3- Capas intermedias: 1 capas de 100 μm .
- 4- Capas de acabado: 1 capa de 100 μm .
- 5- Número de capas: 3
- 6- Espesor total: 240 μm .

Los ligantes que se emplearan en este esquema, son Epoxídico y Poliuretanos para las capas de imprimación y Epoxídico más Clorocaucho para las capas intermedias y de acabado respectivamente. En la actualidad el centro no conoce las propiedades de la pintura que utilizan puesto que no han tenido en cuenta la norma UNE EN ISO 12944: 5: 1998 para sistemas de pinturas protectoras. Existe la posibilidad de que la pintura que se está utilizando actualmente en el campo de golf cumpla los requisitos especificados por la norma; de ser así, los problemas de corrosión se enfocarían mayormente en la preparación de la superficie antes de pintar. El uso de la pintura adecuada para este medio permitiría aumentar grandemente la durabilidad de las piezas donde sea aplicado

Identificación de la agresividad corrosiva de la atmósfera presente en el Golf Club

La elevada corrosión atmosférica en Cuba es la principal causa del deterioro excesivo en los metales, por tal motivo el diseño de las piezas y máquinas debe brindar una adecuada protección ante la corrosión. Los carros eléctricos fueron diseñados para

operar en un clima frío, con bajo nivel de corrosión (Canadá) por lo que el clima de Cuba resulta destructivo para los mismos.

La provincia de Matanzas, producto de sus enormes llanuras, no ofrece resistencia alguna a los vientos que soplan de la costa norte a la sur, los cuales arrastran atravesando la isla, agua de mar o sales contenidas en ella, conociéndose esto como aerosoles marinos. Tales aerosoles son los que justifican la aparición de zonas corrosivas de agresividad media, alta, muy alta y extrema en esta provincia, agudizándose en la costa norte y disminuyendo hacia la costa sur.

Factores que influyen en la corrosión atmosférica del Varadero Golf Club:

- Aerosol marino: Es el principal causante de la alta agresividad corrosiva en esta zona, está constituido por agua de mar o sal de mar que en pequeñas partículas son arrastradas por los vientos desde la superficie del mar y transportado a grandes distancias (cientos de kilómetros) y grandes alturas (decenas de kilómetros). Sus principales agentes agresivos son los iones cloruros y los iones sulfato que forman los ácidos respectivos y atacan al metal.

- Viento: En este caso es la brisa marina localizada en la costa que se producen por el efecto de las diferencias de calentamiento y enfriamiento que experimenta la Tierra y las masas de agua. Este es el medio de transporte fundamental del aerosol marino, el polvo y los gases agresivos y por tanto una de las principales fuentes causantes de contaminación.

- Humedad: Depende del tiempo de permanencia de la superficie húmeda y para igual tiempo de permanencia, la presencia de humedad sobre la superficie metálica, hace mayor la corrosión, en aquellas condiciones donde se presente la humedad adsorbida. Además es la causa de que la grasa utilizada como conservante en el taller de mecánica se dejó de utilizar producto a que estimula la corrosión, ya que crea humedad en el metal.

Ventajas que proporciona la aplicación de un Sistema de Protección Anticorrosivo (SIPAYC) en los carros eléctricos

Para entender las ventajas que proporcionaría la aplicación de un Sistema de Protección Anticorrosiva (SIPAYC), se partió del tiempo de vida útil que poseen las piezas actualmente y se comparó con los que podrían tener con un SIPAYC aplicado. Los

datos de duración del SIPAYC son demostrados a través de experimentos realizados a lo largo de los años de investigación y experiencia.

Conclusiones

La implementación de un Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación (DUCAR), posibilitará que exista una disminución del deterioro por corrosión en los componentes metálicos de los carros eléctricos. Después de haber analizado el estado de las estructuras metálicas de los carros eléctricos y comparado ambos métodos de protección anticorrosiva, actual y DUCAR, se llega a la conclusión de que este último, ofrece un amplio campo de aplicación para los recubrimientos, al proporcionar soluciones para situaciones específicas en este ámbito, logrando así disminuir los problemas de corrosión en los carros eléctricos. La aplicación de la tecnología DUCAR permitió diagnosticar los problemas de diseño anticorrosivo presentes en los carros eléctricos, dando a conocer las posibles soluciones o atenuaciones a los mismos. El análisis costo-beneficio demostró que se producen significativos beneficios para los carros eléctricos, cuando se aplica el servicio DUCAR. Las ventajas que se alcanzan por concepto de ahorro de dinero, reducción del tiempo de mantenimiento, y alargamiento de los períodos inter reparación, son destacables. La aplicación por atomización del mástique asfáltico líquido DISTIN 404 permitirá alargar el ciclo de mantenimiento, permitiendo así disminuir los gastos en la compra de los productos anticorrosivos. Los productos utilizados actualmente en el taller de mantenimiento del Varadero Golf Club representan elevado por ciento de gastos para la entidad.

Bibliografía

Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos (CEAT). Ficha Técnica DISTIN 504. Disolución de fosfatado decapante de acción rápida: Universidad de Matanzas; 2007.

Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos (CEAT). Ficha Técnica DISTIN 314 L. Grasa líquida tipo solvente.: Universidad de Matanzas; 2007.

Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos (CEAT). Ficha Técnica 403 L. Mástique asfáltico líquido.: Universidad de Matanzas, 2007. 62.

Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos (CEAT). Ficha Técnica DISTIN 403. Mástique asfáltico semisólido.: Universidad de Matanzas; 2007.

Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos (CEAT). Ficha Técnica DISTIN 603L. Cera abrillantadora e impermeabilizante: Universidad de Matanzas; 2007.

Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos (CEAT). Ficha Técnica DISTIN 318. Aceite de Conservación: Universidad de Matanzas; 2007.

Chico B, De la Fuente D, Almeida E, Morcillo M. Lap-joint corrosion of precoated materials for building applications. *Surface & Coatings Technology*. 2004;190(4):65

Corvo, F. Estudio de la corrosión atmosférica en el clima tropical húmedo de Cuba. Tesis para optar por el grado científico de Candidato a Doctor en Ciencias. (1980).

Domínguez et al. Introducción a la corrosión y protección de metales. La Habana: Editorial EMPES; 1987.

Espada LR. La corrosividad atmosférica: zonas costeras, de interior y agresivas. [Página Web] 2005 [cited 2006 Marzo]; Available from: Disponible en <http://www.nervion.com.mx.web.htm>.

Echeverría, C. Etapas del Procedimiento DUCAR. Matanzas, Centro de Estudio Anticorrosivo y Tensoactivo, Universidad de Matanzas; 2007.

Echeverría CA. Métodos de protección a la atmósfera. Conferencia Especializada. Matanzas: Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos (CEAT), Universidad de Matanzas; 2003.

Echeverría, C. A. y col. Corrosión Atmosférica del Acero en Condiciones Climáticas de Cuba: Influencia del Aerosol Marino. ISBN: 959 – 16 – 0188 – 3. 32 p. (monografía). (2002). <http://monografias.umcc.cu>

Fragata F. La pintura como técnica de protección anticorrosiva. Corrosión y protección de metales en las atmósferas de Iberoamérica Parte II-Protección anticorrosiva de metales en las atmósferas de Iberoamérica (Red Temática Pátina, XVD/CYTED). Madrid: MORCILLO, M. ALMEIDA, E.FRAGATA, F.PANOSSIAN, Z.; 2002. p. 111-202.

Morcillo M. Fundamentos sobre protección anticorrosiva de metales en la atmósfera. 2002.

Morcillo et al. Corrosión y protección de metales en atmósferas de Iberoamérica. Parte II- Protección anticorrosiva de metales en las atmósferas de Iberoamérica (Red temática Pátina). 1ra ed. Madrid; 2002.

Pérez C. Estudio de los sistemas de protección de las superficies metálicas expuestas a la intemperie [Dr.C.]. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela.; 1998.

.

Shifler D. Understanding material interactions in marine environments to promote extended structural life. Corrosion Science. 2005;47(5):2335-52.

Sánchez MC. Obtención de una disolución óptima de fosfatado [M.Sc]. Matanzas: Matanzas; 1999.

Santos D, Brites C, Costa MR, Santos MT. Performance of paint systems with polyurethane topcoats, proposed for atmospheres with very high corrosivity category. Progress in Organic Coatings. 2005;54:344–52.