

UNIVERSIDAD DE MATANZAS
“CAMILO CIENFUEGOS”
FACULTAD DE INGENIERIAS
CENTRO DE ESTUDIO DE ANTICORROSIVOS Y TENSOACTIVOS (CEAT)



TRABAJO DE DIPLOMA

Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Químico.

Propuesta de un Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación del vehículo (Chrysler), expuesto en el museo Casa Natal José Antonio Echeverría.

AUTOR: Noibys Rubio Cobas.

TUTOR: DrC. Idaelsys López Arias.

Profesor Asistente

Doctora en Ciencias Técnicas

Matanzas, 2014

Declaración de autoridad

Declaro que soy la única autora de este Trabajo de Diploma realizado en la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, como parte final de los estudios en la especialidad de Ingeniería Química, por tanto autorizo que el mismo sea utilizado en la institución con la finalidad que estima conveniente.

Firma: _____.

Noibys Rubio Cobas.

Facultad de Ingenierías.

Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”

Nota de aceptación

—

Presidentedel Tribunal:

Firma:

Miembro del Tribunal:

Firma:

Miembro de Tribunal:

Firma:

Provincia: _____ Fecha: _____

Calificación: ____

Pensamiento

“Acabemos de una vez con la única crisis amenazadora, que es la tragedia de no querer luchar por superarla.”

A. Einstein

Dedicatoria

En especial a mi abuela Elsa, por criarme y ser la persona que me inculcó todo lo que soy en estos momentos.

A mi mamá que en todo momento me ha servido como punto de apoyo, donde siempre encontré una frase de aliento que me permitió llegar a donde he llegado.

A mi papá por creer en mí y apoyarme en todo a lo largo de mi vida estudiantil.

A mi tía que ha sido como una madre para mí desde que nací.

A mi abuela Nery, que aunque no se encuentra físicamente a mi lado, estaría orgullosa de verme llegar hasta aquí.

A mi novio que siempre ha estado a mi lado en momentos difíciles pero también en momentos felices de gran parte de mi vida.

Agradecimientos

A lo largo de mi vida estudiantil son muchas las personas que me han brindado su apoyo por lo que quiero hacer un aparte especial dentro de este documento para hacerle extensivo mis más sinceros agradecimientos, en especial:

1. A mi familia.
2. A la Revolución.
3. A mi tutora Idaelsis quien me apoyo sobremanera durante el proceso de elaboración de este documento.
4. A mis compañeros de aula con los cuales he pasado gran parte de mi tiempo en estos años de universidad.
5. A mis suegros que me ayudaron de alguna manera a formarme.
6. A todos los profesores que de una forma u otra contribuyeron a mi desarrollo estudiantil.
7. A los que se consideran mis amigos,

Muchas Gracias.

Resumen

Entre los bienes culturales que constituyen nuestro patrimonio, hay algunas obras de creación natural o humana que se han considerado monumento nacional. Se entiende por este a todo centro histórico urbano y toda construcción, sitio u objeto que, por su carácter excepcional merezca ser conservado por su significación cultural, histórica o social para el país. En este trabajo se realizará un estudio en el cual se llevará a cabo un análisis exhaustivo del deterioro por corrosión del carro de José Antonio Echeverría, que se mantiene en exposición en su casa natal, ubicada en el municipio de Cárdenas, hoy devenida museo para honrar la memoria de este mártir de la revolución. Se hace una propuesta de Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación (SIPAYC) con vistas a preservar el buen estado del vehículo. Para ello se realiza un diagnóstico del estado actual del mismo, donde se tratan aspectos sobre materiales, tipos de corrosión, problemas de diseño anticorrosivo y luego de proponer los materiales necesarios para llevar a cabo la conservación del objeto en cuestión, se analizará económicamente la propuesta. Se valora el impacto social de la propuesta para la conservación de este vehículo, teniendo en cuenta su significado histórico y como instrumento para la formación de valores en las nuevas generaciones.

Summary

Among the cultural goods that constitute our patrimony there are some works of natural or human creation that have been considered national monument. It understands each other for this to all urban historical center and all construction, place or object that, for their exceptional character it deserves to be conserved by their cultural, historical or social significance for the country. In this work we will make a study in which will be carried out an exhaustive analysis of the deterioration for corrosion of Jose Antonio's car that stays in exhibition in their native house, located in the municipality of Cardenas, today become museum to honor the memory of this martyr of the revolution. It is made a proposal of System of Anticorrosive Protection and Conservation (SIPAYC) with a view to preserving the good state of the vehicle. It is carried out a diagnosis of the current state of this vehicle, where they are aspects on materials, types of corrosion, problems of anticorrosive design and after proposing the necessary materials to carry out the conservation of the object in question, it will be analyzed the previously mentioned proposal economically. It is valued by their historical-social value the social impact of the conservation of the transport that is stored in this installation.

Índice

Introducción	1
Capítulo 1: Análisis bibliográfico	5
1.1 Patrimonio cultural.	5
1.1.1 Conservación del Patrimonio Cultural	7
1.1.1.1 Factores fundamentales a tener en cuenta en la conservación del patrimonio cultural	9
1.1.2 Patrimonio Cultural en Cuba.	10
1.1.2.1 Leyes que rigen el Patrimonio Cultural en Cuba.	11
1.2 Generalidades sobre la corrosión atmosférica	12
1.2.1 La corrosión como un problema económico.	14
1.3 Sistema de protección anticorrosiva y conservación.	15
1.3.1 Diseño Anticorrosivo	15
1.3.2 Preparación superficial.	16
1.3.3 Protección anticorrosiva con pinturas.	18
1.3.4 Protección y conservación adicional con otros recubrimientos.	21
1.3.4.1 Recubrimientos fosfáticos.	21
1.3.4.2 Materiales compuestos de matriz asfáltica.	22
1.3.4.3 Grasas de conservación.	24
1.3.4.4 Cera abrillantadora e impermeabilizante.	25
Conclusiones Parciales	26
Capítulo 2: Materiales y métodos	27
2.1 Metodología para el Análisis y Solución de Problemas de Corrosión.	27
2.1.1 Identificación del problema.	27
2.1.1.1 Diseño anticorrosivo y recomendaciones de puesta en obra. Características mecánicas, químicas y físicas de los materiales empleados en la construcción y protección anticorrosiva.	28
2.1.1.2 Condiciones de trabajo establecidas en el diseño y las reales.	32
2.1.1.3 Cumplimiento de las Normas de Calidad y aspectos legales. Ensayos de recepción.	33
2.1.1.4 Historia del problema.	35
2.1.1.5 Toma de muestras, fotos, videos, entre otros para iniciar el análisis del problema.	36
2.1.2 Análisis del problema. Propuesta de soluciones.	36

2.1.2.1	Tipos de corrosión. Causas, mecanismos y factores que influyen.	36
2.1.2.2	Evaluación de la magnitud del daño por corrosión. Implicaciones técnico – económicas y sociales.	38
2.1.2.3	Medidas que deben aplicarse.	39
2.1.2.4	Métodos de protección que pueden aplicarse.	40
2.1.3	Conclusiones, recomendaciones.	43
2.1.4	Bibliografía y referencias.	43
2.1.5	Anexos.	43
2.2	Análisis de los productos empleados para la conservación del Auto.	44
2.3	Propuesta de un sistema de pintura.	46
2.4	Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación	47
2.5	Metodología para el análisis económico	48
	Conclusiones Parciales.	49
	Capítulo 3: Análisis de Resultados	50
3.1	Agresividad corrosiva de la atmósfera y su influencia en los materiales que conforman el componente estructural del carro de José Antonio Echeverría.	50
3.2	Diseño Anticorrosivo.	51
3.3	Problemas de preparación superficial.	54
3.4	Factores que influyen en la corrosión que se desarrolla en el auto de estudio.	54
3.5	Análisis de las medidas propuestas para disminuir el deterioro por corrosión.	55
3.6	Aplicación del SIPAYC.	57
3.7	Aplicación de los productos DISTIN.	60
3.8	Valoración económica de la propuesta.	61
3.9	Impacto social de la conservación del auto de José Antonio Echeverría.	64
	Conclusiones Parciales	66
	Conclusiones	67
	Recomendaciones	69
	Bibliografía	70
	Anexos.	

Introducción

La noción de Patrimonio ha ido evolucionando a lo largo de los siglos desde un planteamiento particularista, centrado en la propiedad privada y el disfrute individual, hacia una creciente difusión de los monumentos y las obras de arte como ejemplos modélicos de la cultura nacional y símbolos de la identidad colectiva. En los últimos años se ha modificado el concepto hacia un sentido más amplio e integrador, superando el objeto, el monumento aislado, hacia el entorno monumental o el territorio. Si sabemos apreciar esta evolución, aunque sea sólo a grandes rasgos, podremos diferenciar los tipos de manifestaciones culturales producidas por las sociedades humanas y la necesidad de conservarse por su importancia antropológica.

Los museos pertenecen al patrimonio cultural ya que exhiben colecciones, es decir, conjuntos de objetos e información que reflejan algún aspecto de la existencia humana o su entorno. Este tipo de colecciones, casi siempre valiosas, existió desde la Antigüedad. Actualmente existen una gran variedad de museos entre ellos se encuentran los museos históricos, cuyas colecciones han sido concebidas y presentadas dentro de una perspectiva histórica. Un tipo común de museo de historia es una casa histórica, puede ser lugar de nacimiento o casa de una persona famosa, en este caso el museo Casa Natal José Antonio Echeverría ubicado en el municipio de Cárdenas.

Es el objeto social de los museos cubanos, el rescate, la preservación, la protección y la difusión del patrimonio cultural sin fines de lucro. Como parte de este, la preservación de las piezas que constituyen bienes patrimoniales es la tarea que, sin dudas, requiere más esfuerzos y recursos económicos dentro de la institución. Ella incluye dos elementos fundamentales: conservación y restauración. Ambas requieren de grandes recursos materiales y financieros, y además necesitan de una fuerza altamente calificada. (López, 2013)

Los museos en Cuba están sometidos predominantemente a la acción de la humedad atmosférica, además de otros medios agresivos como la alta humedad

relativa, la temperatura y la contaminación microbiológica, presentando alteraciones poco deseadas debido al exceso de humedad, luz, calor o frío, ambientes contaminados, plagas, el contacto con objetos contaminados y la incompatibilidad entre algunos materiales de diferente naturaleza implícitos en su composición (incorrecto diseño anticorrosivo). Estos materiales generalmente se alteran por oxidación o por reacción con los contaminantes del aire. (Espinosa, 2013)

En el Museo José Antonio Echeverría se exponen, entre otros bienes y objetos, el vehículo utilizado en diferentes acciones del Directorio Revolucionario durante la revolución incluso después de la muerte del líder estudiantil de los universitarios. Estos sufren deterioro con el paso del tiempo, pues no se ha logrado todavía, la conservación adecuada para las condiciones a las cuales se encuentran expuestos. Anteriormente se realizó una conservación del carro pero no como sistema de protección anticorrosiva y conservación, ya que no se aplicaron todos los productos de conservación del sistema.

El desarrollo de Sistemas de Protección Anticorrosiva y de Conservación (SIPAYC), es una propuesta que puede ofrecer soluciones al problema de la conservación en museos, con la utilización de productos nacionales que sustituyen a los de importación, respondiendo a lo planteado en los lineamientos del VI congreso del PCC relacionado con la conservación del patrimonio y la sustitución de importaciones. Estos han sido evaluados en almacenes, técnica militar y otros objetos museables en condiciones de alta, muy alta y extrema agresividad corrosiva. El Centro de Estudios Anticorrosivos y Tensoactivos, de la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, desarrolla estos sistemas para objetos y estructuras metálicas, a partir de la aplicación de diferentes productos y soluciones a problemas de diseño anticorrosivo que permiten la conservación del patrimonio.

En el presente trabajo se somete a consideración el estudio de los problemas de corrosión, protección y de diseño anticorrosivo, del automóvil de José Antonio Echeverría expuesto en el museo de mismo nombre, a partir de su caracterización y diagnóstico.

Teniendo en consideración los elementos planteados el **Problema** a solucionar del caso estudio, sería: ¿Cómo disminuir el deterioro por corrosión del vehículo Chrysler, utilizado en la gesta del 13 de Marzo de 1957?

La búsqueda bibliográfica que se realiza permite establecer la **Hipótesis** siguiente: Si se realiza el estudio del deterioro por corrosión del vehículo Chrysler utilizado en la gesta del 13 de Marzo, se puede proponer el Sistema de Protección Anticorrosiva y de Conservación para preservarlo en buen estado de conservación.

Se propone como **Objetivo General**: Proponer el Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación para el vehículo Chrysler del museo Casa Natal de José Antonio Echeverría.

El cumplimiento del objetivo establecido se corrobora con los **Objetivos Específicos**:

1. Realizar el estudio del estado del arte acerca de la conservación en museos, la corrosión y los problemas de diseño anticorrosivo.
2. Realizar el diagnóstico del deterioro del vehículo Chrysler.
3. Determinar tipos de materiales.
4. Determinar los problemas de diseño anticorrosivo.
5. Determinar tipos de corrosión, causas, mecanismos, factores que influyen.
6. Proponer medidas y soluciones a los problemas.
7. Proponer el SIPAYC para el carro.
8. Realizar la valoración económica de la propuesta.
9. Realizar la valoración del impacto social de la propuesta.

Alcance del trabajo:

El presente trabajo aborda lo referente a problemas de diseño anticorrosivo; corrosión con sus causas, mecanismos y factores que influyen en los vehículos

como objetos museables, a los cuales se les propone soluciones y el Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación.

Capítulo 1: Análisis Bibliográfico.

La conservación del patrimonio está vinculada a la identidad cultural de los pueblos y constituye un espacio de conocimiento y reconocimiento mutuo de comprensión y diálogo entre las diferentes culturas y grupos. Esa herencia pertenece en primer lugar a la comunidad en cuyo territorio radica, pero también y por extensión a toda la humanidad, es algo que tenemos el deber de transmitir a las generaciones futuras, pues constituye su herencia y encarna su memoria colectiva. Es a su vez el resultado de valores propios y valores aportados por otras culturas. (Muñiz, 2010)

Con el paso del tiempo todos los materiales sufren deterioro, incluso aquellos que forman parte del patrimonio cultural. En nuestro país, por las condiciones climáticas características del clima tropical húmedo y por el aerosol marino que impregna nuestra atmósfera, las pérdidas de materiales son mayores y más aceleradas, por lo que cobra especial importancia el tema de la conservación anticorrosiva, tarea que en los museos se lleva a cabo, pero aún no se logra la efectividad requerida.

Para abordar la temática de la conservación anticorrosiva en los museos es necesario conocer algunos conceptos y normas referentes a patrimonio; así como, lo fundamental acerca de la corrosión electroquímica, entre otros temas.

1.1 Patrimonio cultural.

El Patrimonio Cultural es el conjunto de manifestaciones u objetos nacidos de la producción humana, que una sociedad ha recibido como herencia histórica, y que constituyen elementos significativos de su identidad como pueblo. Tales manifestaciones u objetos constituyen testimonios importantes del progreso de la civilización y ejercen una función modélica o referencial para toda la sociedad, de ahí su consideración como bienes culturales (Llull, 2005).

Según la UNESCO es la herencia cultural propia del pasado de una comunidad, con la que ésta vive en la actualidad y conserva, para transmitir a las generaciones presentes y futuras. (Citado por: Martínez, 2012)

Fontal,(2003) lo expresa como propiedad en herencia, como selección histórica, como sedimento de la parcela cultural y como conformador de la identidad social, a las que podríamos añadir también su papel como modelo de referencia.

Está formado por los bienes culturales que la historia le ha legado a una nación y por aquellos que en el presente se crean y a los que la sociedad les otorga una especial importancia histórica, científica, simbólica o estética.

Los bienes culturales son el testimonio de la creación humana o de la evolución de la naturaleza; documentan la cultura material y espiritual, su significado científico, artístico o histórico, o están relacionados con las luchas y hechos históricos y revolucionarios, con la vida o las distintas fases de la actividad humana, tanto culturales como científicas (Dirección Patrimonio Cultural, s. a). Para el estudio ordenado de estos bienes podemos clasificarlo en:

- Bienes culturales muebles: Es el conjunto de objetos prehistóricos o actuales y de obras literarias, educacionales, artísticas, científicas y culturales en general que, como su nombre lo indica, se pueden trasladar. Aquí podemos señalar como ejemplos, las obras excepcionales de la escultura, la cerámica, la orfebrería, vestidos y ornamentos personales; documentos y objetos pertenecientes a personalidades del arte, las ciencias y la historia de nuestras luchas sociales; muebles e implementos de trabajo, instrumentos musicales, etc.
- Bienes culturales inmuebles: Son aquellas construcciones arquitectónicas, sitios o centros arqueológicos, históricos o naturales que no son factibles de trasladar, y que se encuentran ubicados o construidos en un lugar determinado. Entre ellos podemos citar las construcciones coloniales, aisladas

o agrupadas en centros urbanos, de gran valor histórico y artístico; al igual que los sitios arqueológicos donde se han encontrado valiosas huellas de la cultura.

Los bienes intangibles o inmateriales son el conjunto de manifestaciones no físicas, los bienes que no se pueden tocar, las manifestaciones espirituales de la inteligencia y la espiritualidad, entre los que se encuentran: las tradiciones orales, la literatura, la música, el baile y el teatro, los descubrimientos científicos y la medicina tradicional, costumbres, celebraciones, creencias, cantos, conocimientos, métodos para fabricar casas, adornos en el vestuario, etc.

El Patrimonio Inmaterial tiene la característica de ser tradicional sin dejar de estar vivo; se recrea constantemente y su transmisión se realiza principalmente por vía oral. Muchos elementos de esta clase de patrimonio están amenazados debido a los efectos de la globalización, las políticas homogeneizantes, la falta de medios, de valoración y de entendimiento que conduce al deterioro de las funciones y los valores de estos elementos y a la falta de interés hacia ellos entre las nuevas generaciones. (Soler, 2012)

Según ICOMOS el Patrimonio Cultural Material e Inmaterial es cada vez más reconocido como factor decisivo en los procesos de desarrollo económico, el turismo, la cohesión social y la afirmación de la identidad cultural de cada pueblo. (Citado por: Martínez, 2012)

1.1.1 Conservación del Patrimonio Cultural.

La Conservación del Patrimonio Cultural es toda actividad humana directa o indirecta encaminada a aumentar la esperanza de vida de los bienes intactos y de los deteriorados, garantizando su perdurabilidad en el tiempo. Constituye una práctica sistemática en la que intervienen diferentes factores, encaminada a la protección y mantenimiento de la integridad del bien cultural con el objetivo de salvaguardar la calidad y los valores del bien, proteger su esencia y asegurar su integridad para las generaciones presentes y futuras.

Actualmente se divide en dos grandes grupos que lógicamente no podemos ver divorciados: la conservación curativa, aquella que se ocupa de los objetos en peligro potencial de perderse por la presencia de un elemento de deterioro, y la conservación preventiva, aquella que se ocupa de todos los objetos del patrimonio, independientemente de que estén en buen estado, o que sean víctimas de un deterioro progresivo, con la finalidad de protegerlos de toda clase de agresiones naturales o humanas.

La conservación de los bienes patrimoniales es una técnica al servicio de la preservación. El personal dedicado a esta tarea es el principal responsable de realizar el examen técnico, la preservación, la conservación y la restauración de los bienes culturales que posee.

Según CENCREM el objetivo primordial de la conservación es preservar la autenticidad e integridad del bien cultural. Para desarrollar una adecuada conservación de los bienes patrimoniales es necesario: (Citado por: López, 2013).

1. Estudio y diagnóstico para un tratamiento correcto.
2. Conocimiento del comportamiento de los diversos materiales.
3. Control del medio ambiente tanto fuera como dentro del inmueble (humedad, temperatura, actividad electrolítica, biológica y bioquímica rayos ultravioletas, suciedad y las perturbaciones causadas por la actividad humana).
4. Adecuado almacenamiento en estructuras espacialmente diseñadas según las especificidades de las colecciones.
5. Seguridad en la manipulación de los bienes patrimoniales. Conocimiento exhaustivo de los materiales en cuanto a cómo y de qué están hechos los objetos; y reflexiones sobre los movimientos a realizar en medios de traslado adecuados.
6. Control y seguridad en el transporte, modos y diseños de un adecuado embalaje y medios de transporte seguros.

7. Tratamiento de los bienes y métodos, tanto de recolección como de consolidación, adecuados para su estudio y demás funciones necesarias, antes de llegar incluso, a la restauración.

8. Limpieza respetuosa de los bienes, conservar significa limpiar, limpiar para estabilizarlos e impedir posibles deterioros subsiguientes.

9. Reparación, restauración con los métodos técnicos más avanzados y una postura ética coherente.

10. Conservación y trabajo sobre el terreno, encaminado a la preservación por medio de su estabilización para prevenir un deterioro mayor.

1.1.1.1 Factores fundamentales a tener en cuenta en la conservación del patrimonio cultural.

- Medio ambiente: entre los cuales se incluye la luz natural o artificial, la humedad, la temperatura, al grado de polución atmosférica, vibraciones o trepidaciones en distintas escalas, sismos, inundaciones, etc.
- Humanos: por el manejo del objeto o de las colecciones, el roce o el maltrato que la concurrencia puede causarles de manera inconsciente o premeditada (vandalismo).
- Biológicos: por intermedio de animales, plantas, microorganismos, los cuales en un momento determinado pueden convertirse en verdaderas plagas.
- Mixtos: la combinación natural de los factores antes mencionados con otros elementos, o bien el manejo humano, suelen producir los elementos desencadenantes que más tarde producirán el daño.

La restauración hace referencia a todas aquellas acciones aplicadas de manera directa a un bien individual y estable, que tengan como objetivo facilitar su apreciación, comprensión y uso. Estas acciones sólo se realizan cuando el bien ha perdido una parte de su significado o función a través de una alteración o un

deterioro pasados. Se basan en el respeto del material original. En la mayoría de los casos, estas acciones modifican el aspecto del bien.

La conservación tiene primacía sobre la restauración, pues mientras más se pueda prolongar esta, el objeto mantiene más su estado original. En la restauración se deben tener en cuenta los materiales homogéneos del objeto que sistemáticamente debe ser retocado. Al realizar la restauración es necesario determinar los faltantes para garantizar que se mantenga la sustancia original y para que la expresión general de la obra se conserve como una unidad de su imagen exterior.

1.1.2 Patrimonio Cultural en Cuba.

El Consejo Nacional de Patrimonio Cultural del Ministerio de Cultura de la República de Cuba considera el Patrimonio Cultural como “las huellas del hombre en su devenir histórico y en su desarrollo económico-social. Tendrá mayor valor en la medida en que mejor refleje la práctica histórico-social a que pertenece. El patrimonio es lo que viene de nuestros padres, lo que se hereda y lo que se adquiere por esfuerzo propio. Tiene un significado amplio que es el de Patrimonio Cultural de una nación entera, ésta es historia y cultura que se desarrolla en todo un país”. (CAB, 2002)

El Patrimonio Cultural de la nación cubana está integrado por aquellos bienes, muebles e inmuebles, que son la expresión o el testimonio de la creación humana o de la evolución de la naturaleza y que tienen especial relevancia en relación con la arqueología, la prehistoria, la historia, la literatura, la educación, el arte, la ciencia y la cultura en general.

Entre los bienes culturales que constituyen nuestro patrimonio hay algunas obras de creación natural o humana que se han considerado monumento nacional. Se entiende por este a todo centro histórico urbano y toda construcción, sitio u objeto que, por su carácter excepcional merezca ser conservado por su significación cultural, histórica o social para el país. (CNPC, 2002)

Los museos de nuestro país juegan un papel importante en el desarrollo turístico y social, entre ellos se incluye el museo "José Antonio Echeverría" por la significación histórica de los bienes atesorados en el mismo, los cuales representan para el mundo un ejemplo de intransigencia revolucionaria a seguir.

1.1.2.1 Leyes que rigen el Patrimonio Cultural en Cuba.

El Consejo Nacional de Patrimonio Cultural realizó, en el año 2002, una compilación de textos legislativos, relacionado con la protección del Patrimonio Cultural, que incluye Leyes, Decretos, Resoluciones e Instrucciones. En el presente capítulo se citan los de mayor importancia para este trabajo en específico.

- Ley No.62. Código Penal, Título VI, Delitos contra el Patrimonio Cultural, capítulos I, II, III y IV de 29 de diciembre de 1987, (con las modificaciones aprobadas por la Ley 87 Modificativa del Código Penal de 16 de febrero de 1999).
- Ley No.1, Ley de Protección al Patrimonio Cultural de 4 de agosto de 1977.
- Ley No.2, Ley de los Monumentos Nacionales y Locales, de 4 de agosto de 1977.
- Decreto No.55 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, de 29 de noviembre de 1979.Reglamento para la Ejecución de la Ley de los Monumentos Nacionales y Locales.
- Ley 23 de Museos Municipales, de 18 de mayo de 1979.
- Decreto No.77 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, de 23 de octubre de 1980, (creando el Centro Nacional de Conservación, Restauración y Museología).
- Resolución No.3/89. Declaración de Patrimonio Cultural. Bienes que se encuentran en las colecciones de los museos y en poder de personas naturales o jurídicas.

1.2 Generalidades sobre la corrosión atmosférica.

La atmósfera es uno de los medios corrosivos naturales más ampliamente difundido y es, precisamente, en este medio donde ocurre la mayor parte del daño por corrosión a equipos y estructuras metálicas, según demuestran los estudios realizados por varios autores. Según Tomashov se plantea que alrededor de un 80 % de las estructuras metálicas están expuestas a la atmósfera y alrededor de un 50 % de las pérdidas por corrosión se deben a la corrosión atmosférica. (Citado por: González, 2012)

La corrosión atmosférica es un proceso de naturaleza electroquímica que ocurre de forma espontánea, causando pérdidas materiales considerables. La importancia de la atmósfera como medio corrosivo natural ha sido demostrada en numerosos estudios. (Cao, *et.al*, 2005; Morales, *et.al*, 2006; Fuente, *et.al*, 2006; Watanabe, *et.al*, 2006; Veleva, *et.al*, 2007).

Los factores que influyen en la corrosión atmosférica son diversos, partiendo de los diferentes tipos de materiales, los efectos fundamentales están dados por los factores climáticos y los contaminantes atmosféricos. El conocimiento más exacto posible de estos factores, ayudaría a la planificación de las medidas anticorrosivas y por ende a la disminución de las pérdidas o costos por corrosión.

En Cuba, la humedad relativa elevada influye de manera decisiva en la formación y permanencia de la capa electrolítica superficial, por lo que en este tipo de clima se obtienen categorías de agresividad corrosiva elevadas. Según el investigador Domínguez, (1987) la humedad relativa es considerada un factor fundamental en la corrosión atmosférica húmeda, se presenta en la mayoría de las horas del día y períodos del año tiene lugar para humedades relativas inferiores al 100 % y superiores al 50 %.

Los vientos juegan un papel fundamental en el transporte del aerosol marino, contaminante de marcada influencia en la velocidad de corrosión. En ausencia de lluvia, si es alta su velocidad, produce un efecto de secado sobre la superficie y por ende un decrecimiento en la velocidad de corrosión; en cambio, en presencia

de lluvia, da lugar al lavado de la superficie del metal, removiendo los contaminantes que aceleran el proceso corrosivo y por tanto, también disminuye la velocidad de corrosión (Gómez, 2000).

Según Torrens, en Cuba la temperatura puede alcanzar niveles (superiores a 70 °C), bajo la acción de la radiación solar, donde se elimina toda humedad, disminuye la velocidad de corrosión o se detiene el proceso y la corrosión atmosférica del acero quedaría restringido prácticamente entre los valores de (10-25)°C (Citado por: Rufín, *et. al*, 2010)

El aerosol marino en Cuba afecta a la casi totalidad del territorio nacional, este hecho está favorecido por la ubicación geográfica y la forma alargada y estrecha de nuestra isla que permite que en los meses de invierno las masas de aire frío penetren por la costa norte, transportando cloruros y compuestos de azufre en forma de aerosol, junto a otros contaminantes menores presentes en el agua de mar. Según (Echeverría, *et.al*, 2002) cuando se analiza la influencia del aerosol marino se hace referencia a la acción de los iones cloruros en la corrosión y al analizar las determinaciones de compuestos de azufre que se expresan como sulfato, se asocia su origen al azufre antropogénico, causas frecuentes de error en los análisis que se realizan. En las zonas bajo la influencia del aerosol marino, la contaminación por compuestos de azufre puede estar determinada por la presencia del sulfato que acompaña al cloruro.

En la intemperie, estudios más amplios y diversos a lo largo de los años, han permitido avances en este tema. En la actualidad se aceptan las categorías de agresividad corrosiva de la atmósfera basadas en la pérdida de peso de metales (acero al carbono, zinc, cobre, aluminio), el tiempo de humectación y los niveles de contaminación ambiental por cloruros y sulfatos (Norma ISO 9223: 2012).

Sin embargo, por los problemas que causa en materiales y equipos almacenados durante el almacenamiento y la transportación, desde hace varios años se realizan estudios simultáneos de corrosión atmosférica en interiores y exteriores (Persson, *et.al*, 2002; Veleva, *et.al*, 2007; Corvo, *et.al*, 2001, 2002, 2006).

1.2.1 La corrosión como un problema económico.

Uno de los fenómenos naturales que más daños ha causado al patrimonio tangible construido por el hombre es la corrosión en los metales. La corrosión ocasiona cada año la destrucción de miles de millones de toneladas de acero en el mundo. La producción de acero y las mejoras de sus propiedades mecánicas, han hecho de él un material muy útil, junto con estas mejoras, se está pagando un tributo muy grande a la corrosión, ya que el 25% de la producción mundial anual del acero es destruida por la corrosión (García, 2012), los cuales con el tiempo, si no son tratados, inducen a su completa destrucción, implicando enormes pérdidas económicas y de producción. Sin embargo, en la práctica las pérdidas producidas por la corrosión rebasan el marco económico y abarcan cuestiones relativas a la salud, la vida y el futuro de la humanidad. La agresividad corrosiva de la atmósfera es un factor de gran importancia cuando se proyectan y construyen nuevas inversiones, mucho más cuando se requiere de instalaciones metálicas expuestas a ella.

En el caso del biodeterioro primero debe ser reconocido como tal antes que se le pueda atribuir costos económicos. El crecimiento microbiano bien mezclado o disperso en materiales, tales como bacterias en fluidos de cortes, hongos en combustibles hidrocarbonados y las manchas en las películas de pintura por microhongos y algas son menos evidentes en algunos casos para reconocer y apreciar, debido al pequeño tamaño de los organismos involucrados, su no familiaridad y el hecho de que el sustrato es químicamente muy diferente de los alimentos para humanos y animales. En casos tales como la corrosión de metales inducida microbiológicamente, donde por separado los mecanismos físico-químicos pueden también estar en juego, puede ser aún más difícil de reconocer y cuantificar. Aún si el daño a los materiales es reconocido como de origen biológico, puede que no se registre en tales reportes de rutina, siendo simplemente clasificado con otros tipos de pérdidas como “putrefacción” o “desperdicio”. La evidencia del verdadero costo del biodeterioro está, por tanto, a menudo escondido o enmascarado. (González, 2006)

1.3 Sistema de protección anticorrosiva y conservación.

El Centro de Estudio de Anticorrosivos y Tensoactivos (CEAT), de la Facultad de Ingenierías de la Universidad de Matanzas ha desarrollado entre sus líneas de investigación, la relacionada con los Sistemas de Protección Anticorrosiva y Conservación (SIPAYC), la cual comprende desde los componentes de un objeto o equipo, hasta las estructuras de las instalaciones industriales, de acuerdo con una metodología desarrollada que se reporta en (Echeverría, *et.al*, 2010).

Este sistema constituye un traje a la medida en cuanto al mantenimiento de protección anticorrosiva y conservación, ello depende del objeto y de la manera en que se le aplique.

1.3.1 Diseño Anticorrosivo.

La Norma ISO 12944 – 3: 2007, establece los criterios básicos de diseño, que deben cumplir con los siguientes aspectos:

- Cuando se presente un problema de diseño anticorrosivo, hay que garantizar mediante una protección adicional la durabilidad del sistema protector.
- Las superficies de las estructuras de acero expuestas a los agentes corrosivos deben ser pequeñas en extensión y tener el número más pequeño posible de irregularidades (por ejemplo, superposiciones, esquinas, bordes).
- Las uniones deben ser realizadas preferiblemente mediante soldadura, en vez de atornilladas o ribeteadas, para conseguir la superficie más uniforme posible.
- Las soldaduras discontinuas y por puntos se deben usar solamente cuando los riesgos de corrosión sean insignificantes.

Según la Norma ISO 12944 – 3: 2007 se puede encontrar en la actualidad varios problemas de diseño anticorrosivo expuestos al medio ambiente como:

- Accesibilidad.
- Tratamiento de orificios.
- Prevención de la corrosión galvánica.
- Manipulación, transporte y montaje.
- Retención de humedad, depósitos y agua.
- Bordes.
- Imperfecciones en la superficie de las soldaduras.
- Conexiones con pernos.
- Áreas cerradas y componentes huecos.
- Refuerzos.

1.3.2 Preparación superficial.

La durabilidad de la pinturas y en general de los recubrimientos está dada por la calidad de la preparación previa. La preparación de la superficie depende de muchos factores, entre los cuales podemos señalar:

- Agresividad corrosiva de la atmósfera.
- Tipo de metal y estado superficial.
- Forma y tamaño de la pieza o instalación.
- Tipo de recubrimiento a aplicar.
- Medios técnicos disponibles.

- Tiempo de duración deseado.

Es aceptado que las fallas de los recubrimientos antes del tiempo de vida útil se debe en un alto porcentaje a deficiencias en la preparación de la superficie, los cuales comprenden los tratamientos físicos y químicos que deben realizarse antes de aplicar la primera capa de pintura sobre la superficie a pintar. Una buena preparación es esencial para su eficaz protección y para su aspecto visual final. (Hassan, 2010; Echeverría, *et.al*, 2010).

Además se tienen que considerar a la hora de realizarse la preparación algunos aspectos como el tipo de metal, el estado superficial, el tamaño del objeto, los costos de operación y las condiciones de trabajo, que pueden ser determinantes en la selección de la preparación superficial a desarrollar.

En general todos los métodos de preparación superficial conllevan los siguientes pasos:

- Desengrasado.
- Decapado.
- Se incluyen enjuagues intermedios y finales.
- Se incluye en dependencia de la situación el pasivado y el fosfatado.

Los enjuagues cumplen la función de eliminar los contaminantes sobre la superficie metálica, que son los causantes de la corrosión interfacial.

En todos los casos es fundamental el secado de la superficie metálica, pues afecta directamente a la adherencia (Ruiz y Echeverría, 2010; Hassan, 2010).

Existen diferentes métodos de decapado de la superficie metálica:

- Métodos manuales: Son los métodos más rudimentarios donde se emplean piquetas, espátulas y cepillos para eliminar gruesas capas de óxido, requiriendo posteriormente de la utilización de otros métodos

manuales mecanizados o químicos para completar la preparación. Estos métodos como máximo logran una superficie con un grado de preparación St 1.

- Métodos manuales-mecanizados: Estos métodos están basados en el empleo de cepillos de alambre con taladros, lijas y discos abrasivos, los que tienen un mayor rendimiento que los manuales pero no logran una superficie bien preparada para recibir posteriormente el recubrimiento. Es necesario completar la preparación con otros métodos.
- Métodos por proyección de partículas y agua: Estos métodos, que están basado en el chorreado de partículas a presión, entre las cuales se encuentra la arena, granallas de acero y de otros metales, aserrín o sales, así como agua a presión, son mucho más efectivos que los anteriores, tienen un mayor rendimiento por hora-hombre y producen acabados de la superficie que cumplen con los requerimientos de las normas internacionales.
- Método químico (fosfatación): La formación de películas fosfóricas consiste en tratar las piezas con una solución compuesta por ácido fosfórico y algunas de sus sales, de la que precipita una fina película cristalina compuesta por fosfatos metálicos que quedan perfectamente adheridos al metal base y posee un elevado poder protector, el cual puede ser incrementado mediante tratamientos complementarios. (Hassan, 2010; Echeverría, *et.al*, 2010)

1.3.3 Protección anticorrosiva con pinturas.

La aplicación de pinturas es un método de protección muy utilizado. En los últimos dos decenios se han producido cambios sustanciales en la composición de los sistemas de pinturas. En los últimos dos decenios se han producido cambios sustanciales en la composición de los sistemas de pinturas. Al respecto (Almeida, *et.al*, 2006), destaca que a finales de los años 80 estaban disponibles excelentes

formulaciones de pinturas. Sin embargo, la necesidad de la protección ambiental mundial y la protección de la salud humana, condujo a la completa prohibición de muchas de esas tradicionales formulaciones de pinturas, debido a que incluían productos tóxicos y/o carcinogénicos en su composición. Por tanto, los años 90 vieron un cambio radical en la dirección de las tecnologías de pinturas, lo que hizo necesario reformular la mayoría de estas, apareciendo las pinturas ecológicas.

La protección por recubrimientos es uno de los métodos más ampliamente utilizados, destacándose entre ellos las pinturas, por las ventajas que representa tanto desde el punto de vista económico, como de su facilidad de aplicación, versatilidad de empleo y propiedades protectoras en sustratos y ambientes muy diversos. (Hassan, 2010)

Las pinturas son permeables al agua y al oxígeno, los cuales la penetran hasta la superficie metálica, pero ambos no pueden provocar el proceso de corrosión de no existir contaminantes sobre la superficie que aumenten la conductividad en la interface acero-pintura y favorezcan el proceso corrosivo. (Muxlhanga, *et.al*, 2010)

Los sistemas de pinturas diseñados para proteger y conservar las superficies metálicas no pueden ser constituidos por una sola capa, sino por una serie de ellas que posibilitarán que se obtenga el espesor deseado (Echeverría, *et.al*, 2010).

Un sistema de pintura está constituido por las siguientes capas:

- **Imprimación:** capa en contacto directo con el sustrato metálico y sobre la cual recaen dos funciones muy importantes: la adherencia al sustrato metálico y el control de la corrosión. La adherencia está influenciada además por la preparación superficial del sustrato.
- **Intermedia:** capa que se aplica a continuación de la capa de imprimación y su composición generalmente no difiere de ésta. Su principal misión es aumentar el espesor total del sistema, de ahí que su requerimiento más

importante sea una elevada compatibilidad con las capas de imprimación y acabado.

- Acabado: capa que está en contacto directo con el medio ambiente, por tanto, será la responsable de la resistencia a los agentes atmosféricos (radiación solar, resistencia a la abrasión, lluvia, etc.), además de cumplir exigencias estéticas.

La Norma ISO 12944 – 5: 2007 ofrece varios esquemas de pinturas en función de la agresividad corrosiva del medio, cada uno de los cuales define el grado de preparación superficial, tipo de pintura, número de capas, espesor y durabilidad. La durabilidad de un sistema de pintura protector depende de varios parámetros tales como: tipo de sistema de pintura, diseño de la estructura, condición del sustrato antes de la preparación, la efectividad de la preparación de superficie, la calidad de la aplicación y las condiciones de exposición antes y durante la aplicación.

Al respecto, se establecen tres niveles de durabilidad de los sistemas de pintura (Norma ISO 12944 – 5: 2007):

- Durabilidad Baja: Sistema sin afectación apreciable de 2 a 5 años.
- Durabilidad Media: Sistema sin afectación apreciable en un período de 5 a 15 años.
- Durabilidad Alta: Sistema sin afectación apreciable por un período superior a 15 años.

En la actualidad los sistemas que más se emplean en Cuba son los de durabilidad Baja, debido a la incidencia de la falta de cultura respecto al tema, las condiciones de agresividad atmosférica existente y a los altos precios que tienen las pinturas de durabilidad media y alta en el mercado. (López, *et.al*, 2013)

Sin embargo los sistemas de pinturas no son totalmente resistentes a los medios de alta, muy alta y extrema agresividad corrosiva, por limitaciones propias y ante la presencia de problemas de diseño anticorrosivo, se emplea otros sistemas protectores como una protección adicional, estos son: recubrimientos fosfáticos, materiales compuestos de matriz asfáltica, grasas de conservación y cera abrillantadora e impermeabilizante. (López, *et.al*, 2013)

La totalidad de los productos que hoy se emplean con estos fines son de importación, exceptuando los de la línea DISTIN que comienzan a comercializarse a través de la prestación del servicio de conservación del transporte en explotación.

En el caso de los materiales que conforman las piezas de museo, no siempre se puede emplear pintura, porque es de importancia conservar el aspecto original de la pieza. No obstante, en los vehículos sí es factible emplear este tipo de recubrimiento, aunque conservando su color original.

1.3.4 Protección y conservación adicional con otros recubrimientos.

Los sistemas de pinturas no son totalmente resistentes a los medios de alta, muy alta y extrema agresividad corrosiva, por limitaciones propias y ante la presencia de problemas de diseño anticorrosivo, se emplea otros sistemas protectores como una protección adicional.

Los problemas que originan la corrosión y degradación de los materiales en especial los metales, tienen que ser de total conocimiento para todos los profesionales de cualquiera de las disciplinas relacionadas con la ingeniería y las ciencias aplicadas, destacando principalmente el concepto de "conservación" que es sin dudas uno de los que hoy poseen mayor vigencia.

1.3.4.1 Recubrimientos fosfáticos.

La disolución de fosfatado actúa como decapante y fue especialmente elaborada para la preparación de las superficies metálicas previo a la aplicación de

recubrimientos. Proporciona una limpieza a fondo de la superficie, penetra en los intersticios, convierte el óxido, sella y forma una capa protectora resistente a deformaciones y a la acción agresiva de la atmósfera. Produce un excelente acabado sobre estructuras previamente tratadas por métodos manuales mecanizados que queden ligeramente oxidadas, protegiéndolas temporalmente de la oxidación hasta que reciban el recubrimiento de pintura. Pueden ser aplicadas sobre recubrimientos de pintura que muestren partes oxidadas, convierte el óxido, penetra a fondo, elimina la mancha en la pintura y además elimina y protege de los microorganismos que manchan a esta. Garantiza la protección temporal de las superficies metálicas durante varios días o semanas, estando estas sometidas a la acción de las condiciones climáticas de Cuba en zonas de agresividad de Muy Alta a Extrema, en dependencia de las condiciones de almacenamiento.(Reyes, 2013)

Condiciones de Conservación:

- Intemperie: De no encontrarse contaminada la superficie con aerosol marino, puede proteger la estructura por un período de hasta una semana.
- Bajo techo: Garantiza la protección temporal por varias semanas.
- Almacén cerrado: Puede mantener las piezas protegidas hasta un mes o más, lo cual no se prefiere, dada la posibilidad de contaminación de la superficie.
- Interior de tanques: Puede utilizarse para preparar la superficie no pintada y protege la superficie durante meses si se logra un buen secado y sellaje. Procedimiento indicado especialmente para instalación de tanques de combustible.

1.3.4.2 Materiales compuestos de matriz asfáltica.

Uno de los materiales más utilizados como matriz en los materiales compuestos es el asfalto y una de las formas de mejorar sus propiedades es oxidándolo; y si se desea mejorar substancialmente sus propiedades mecánicas, en especial su recuperación elástica, ello se logra mediante la modificación con relleno de

elastómeros. Los polímeros son sustancias macromoleculares naturales o sintéticas, obtenidas a partir de moléculas más sencillas por reacciones poliméricas. Por lo tanto, un polímero es un compuesto con un elevado peso molecular, con propiedades vinculadas a su composición. Una de las formas de mejorar sus propiedades es someter este producto al proceso de oxidación (Rodríguez, 2006). Otra de sus características es que presentan buenas propiedades mecánicas, en particular, una excelente resistencia mecánica tanto a tracción, como a compresión, flexión, cortadura y resistencia al impacto, lo cual justifica su utilización en estructuras. (Echeverría. M, *et.al*, 2007)

En el CEAT se producen dos tipos de recubrimientos: Mástique Asfáltico con Goma Tipo Solvente DISTIN 403 L, que se aplica por proyección y resulta muy resistente a la penetración de agua con sales y el producto Mástique Asfáltico Semisólido con virutas de goma DISTIN 403. Este último es especialmente preparado como recubrimiento antigraffiti para la protección inferior y exterior de los automóviles, contenedores y en estructuras o pisos en contacto con agua y humedad, impermeabilizando y protegiendo contra la acción microbiana.

Ambos tienen como principales características que proporcionan un recubrimiento flexible y resistente a los impactos, propiedades que no poseen las pinturas. Por las propiedades que aportan al sistema los mástiques asfálticos con polímeros, forman parte de los SIPAYC.

Condiciones de Protección:

- Intemperie: Por ser un producto elaborado con goma se ve afectado por la radiación ultravioleta, aunque se tienen resultados de protección sin afectaciones sobre acero por períodos de hasta 5 años.
- Bajo techo: Garantiza la protección por mayor período.

1.3.4.3 Grasas de conservación.

Las grasas protectoras constituyen la base de los llamados recubrimientos temporales que tienen como finalidad proteger la superficie de los metales hasta tanto no se les aplique un recubrimiento o protección definitiva. Es una de las formas más usadas en la protección de laminados, piezas, equipos, etc., durante su transportación y almacenamiento.

Por sus propiedades probadas durante muchos años en condiciones de alta, muy alta y extrema agresividad corrosiva, las grasas de conservación de consistencias semisólidas y líquidas, DISTIN 314 y DISTIN 314 L han ofrecido excelentes resultados. Al ser aplicada penetra a fondo formando una capa protectora, lubricante y estable que no se endurece y proporciona una alta impermeabilidad al agua.

Otras propiedades importantes de estas grasas son su alta resistencia al agua, medios salinos, la no afectación a los recubrimientos de pintura y la formación de una capa protectora que se endurece con el tiempo por curado y no se cuartea ni chorrea, resistiendo temperaturas superiores a 80o C sobre la superficie metálica (Echeverría, *et.al*, 2008).

La grasa líquida de conservación DISTIN 314 L está especialmente formulada para el procedimiento de conservación estructural en componentes huecos, intersticios, áreas cerradas y otras zonas inaccesibles de estructuras metálicas y equipos en general, proporcionando una barrera al agua y otros agentes.

La grasa DISTIN 316 L cumple con todos los parámetros de la DISTIN 314 L, pero afecta los recubrimientos de pintura, por su coloración negra, por lo que se recomienda para materiales no pintados almacenados. No se inflama, en contacto con la llama de soplete oxiacetilénico, una vez formada la capa libre del solvente.

El aceite de conservación 318 B es un aceite especialmente preparado para la conservación del grupo cilindro – pistón en los motores de combustión interna, se fabrica con el propio aceite que se emplea en cada tipo de motor, con lo que se

evita tener que retirar el producto para proceder al arranque. Por su composición líquida penetra a fondo y protege a las superficies de la oxidación. Se formula para la conservación de las Centrales Eléctricas.

Debido a las propiedades que presentan las grasas mostradas anteriormente pueden ser aplicadas en los sistemas de protección anticorrosiva y de conservación. (López, 2013)

1.3.4.4 Cera abrillantadora e impermeabilizante.

La cera abrillantadora e impermeabilizante DISTIN 603 L es una cera líquida formulada para la protección de superficies metálicas con recubrimientos de pinturas. Penetra a fondo en orificios, sella e impide la penetración del agua, el oxígeno y los contaminantes atmosféricos impermeabilizando los poros. Proporciona una protección adicional contra la radiación ultravioleta y brillo a los recubrimientos de pintura. Puede ser aplicada sobre madera, hormigón, mortero, no teniendo reacciones adversas. (Echeverría, *et.al*, 2008).

Condiciones de conservación:

- Intemperie: Resiste la acción de la radiación solar, no se chorrea hasta unos 100 °C, resiste años en la conservación de superficies en dependencia de la agresividad del medio y del espesor de la capa.

Conclusiones Parciales.

1. La conservación del patrimonio es tarea priorizada en el mundo y en Cuba, por el deterioro que sufren los materiales al paso del tiempo. Por ello, es importante desarrollar productos y tecnologías para conservar los materiales de forma efectiva y evitar, de esta forma, tener que someterlos a un proceso de restauración, que implica mayor gasto de recursos y pérdidas de las propiedades y características originales de los objetos.
2. El carro de José Antonio Echeverría se encuentra en el museo del mismo nombre perteneciente al patrimonio cultural de nuestro país. Por su gran significación en la historia cubana es necesario llevar a cabo su conservación.
3. Los productos DISTIN, empleados en Sistemas de Protección Anticorrosiva y Conservación (SIPAYC), ofrecen grandes posibilidades para la conservación de objetos, equipos y estructuras metálicas, donde ya existen algunas experiencias positivas, por lo que es necesario continuar empleándolos con estos fines.

Capítulo 2: Materiales y Métodos.

Para llevar a cabo la conservación del auto Chrysler, mediante un Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación, se desarrollan una serie de pasos contemplados en la Metodología para el Análisis y Solución de Problemas de Corrosión, que se relacionan a continuación.

2.1 Metodología para el Análisis y Solución de Problemas de Corrosión.

Esta Metodología está avalada por más de veinte años de experiencia de aplicación y perfeccionamiento por investigadores del Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos (CEAT) de la UMCC, quienes llevan más de 25 años impartiendo la asignatura de Ingeniería de Materiales y la realización de trabajos de investigación donde se han tenido que enfrentar diferentes problemas. Se tomaron, además, referencias de (Domínguez, 1987; González, 1984; Norma ISO 12944: 2007).

2.1.1 Identificación del problema.

Para realizar la correcta identificación de los problemas presentes en las instalaciones fue necesario realizar un estudio a partir de los siguientes pasos:

- Análisis visual

Para efectuar un educado estudio de los problemas por corrosión presentes en las instalaciones, es necesario desarrollar primero un adecuado diagnóstico del objeto de estudio, para ello es necesario ejecutar un examen visual detallado para así poder observar todos los problemas que pueda presentar.

- Fotografía digital

Después de realizado el examen visual detallado, se procede a la captación de los problemas existentes en fotografías digitales para posteriormente formalizar el estudio de mesa.

2.1.1.1 Diseño anticorrosivo y recomendaciones de puesta en obra. Características mecánicas, químicas y físicas de los materiales empleados en la construcción y protección anticorrosiva.

- Comprobar las normas de diseño empleadas y su cumplimiento.
- Un antecedente muy importante de los problemas de corrosión que se presentan frecuentemente, es el “Diseño Anticorrosivo”. Al respecto se plantea que los problemas de diseño anticorrosivo, los crea el diseñador, desde que se realiza el diseño. Existen muchos problemas de diseño muy frecuentes.
- La selección de los materiales, entra dentro del diseño y por tanto hay que prestarle especial atención a los materiales utilizados y los métodos de protección utilizados, de acuerdo con los medios en que se encuentra en contacto.
- Cumplimiento de las recomendaciones de puesta en obra de los materiales, componentes, estructuras, equipos, etc.
- Características de los materiales metálicos y no metálicos. Fichas técnicas de los diferentes productos.
- Fichas técnicas de los diferentes productos anticorrosivos.
- Correspondencia de los materiales con los previstos en el diseño.
- Aspectos legales del proyecto, garantías con su cumplimiento, especificaciones técnicas precisas y correctas, sin expresiones ambiguas y genéricas.

El caso estudio presenta varios problemas de diseño anticorrosivo, entre los que se encuentran las áreas cerradas y componentes huecos, accesibilidad, tratamiento de orificios, prevención de la corrosión galvánica, acumulación de depósito, conexión con pernos, bordes, imperfecciones en la superficie de la soldadura; también existen problemas de preparación superficial, los cuales se pueden apreciar en Anexo (2) (Fig. de la 2 a la 19).

Materiales que conforman el carro. Propiedades.

Acero de bajo contenido de carbono (estructural):

El acero de construcción, constituye una proporción importante de los aceros producidos en las plantas siderúrgicas. Con esa denominación se incluye a aquellos aceros en los que su propiedad fundamental es la resistencia a distintas solicitaciones (fuerzas tanto estáticas como dinámicas). Cabe aclarar que en este concepto de Acero de construcción se pueden englobar tanto los aceros para construcción civil como para construcción mecánica. Históricamente un 90% de la producción total producida mundialmente corresponde a aceros al carbono y el 10% restante son aceros aleados. Sin embargo, la tendencia es hacia un crecimiento de la proporción de los aceros aleados en desmedro de los aceros al carbono. En esta tendencia tiene importancia la necesidad de aligerar pesos tanto para el caso de las estructuras (con el consiguiente ahorro en las fundaciones) como los requerimientos de menor consumo por peso en los automóviles, unido en este caso a la necesidad de reforzar la seguridad ante impactos sin incrementar el peso de los vehículos.

Acero al carbono con tratamiento térmico:

Cuando quieren fabricarse piezas con esas resistencias conviene, en general, utilizar aceros en bruto de forja, laminados o normalizados. Sin embargo, en casos excepcionales, cuando se desea conseguir la mejor combinación de características (resistencia, alargamiento y alto límite elástico), se pueden temprar y revenir los aceros de 0,15 a 0,30% de C, obteniéndose resistencias variables de 38 a 55 kg/mm², alargamientos y límites de elasticidad ligeramente superiores a los que corresponden al estado normalizado. El empleo de los aceros al carbono templados y revenidos para la fabricación de piezas con esas resistencias tiene varias ventajas. Una muy importante es que el límite de elasticidad es más elevado que en los aceros normalizados o recocidos, y otra que la combinación de características (resistencia y alargamiento) también se mejora.

Acero inoxidable (Acero al cromo níquel):

El acero inoxidable es un acero de elevada pureza y resistente a la corrosión, dado que el cromo, u otros metales que contiene, posee gran afinidad por el oxígeno y reacciona con él formando una capa pasivadora, evitando así la corrosión del hierro. Sin embargo, esta capa puede ser afectada por algunos ácidos, dando lugar a que el hierro sea atacado y oxidado por mecanismos intergranulares o picaduras generalizadas. Algunos tipos de acero inoxidable contienen además otros elementos aleantes; los principales son el níquel y el molibdeno. Su resistencia a la corrosión es lo que da al acero inoxidable su nombre. El acero inoxidable al cromo níquel: tiene un 0,18% de C, un 18% de Cr y un 8% de Ni .Tiene una resistencia mecánica de 60 kg/mm² y una dureza de 175-200Hb, Es un acero inoxidable muy utilizado porque resiste bien el calor hasta 400 °C.

Fundición:

Las diferencias entre los aceros y los hierros fundidos, no solo están en el contenido de carbono, sino esencialmente en las características de cada uno de estos materiales, especialmente referidas a los procesos de deformación plástica y de fundición. Las fundiciones presentan alta resistencia a la compresión y gran capacidad de absorber vibraciones, pero a su vez presentan poca aptitud para la deformación plástica.

A la utilización en piezas fundidas contribuyen:

- a) Buenas propiedades de fundición (fluidez, colabilidad, contracción).
- b) Bajo costo.
- c) Propiedades mecánicas y especiales comparables con los aceros en algunos tipos de fundiciones.

Caucho (neumáticos de goma):

Actualmente se fabrican miles de artículos de caucho para usos muy diferentes. El caucho es ampliamente utilizado en la fabricación de neumáticos, llantas, artículos

impermeables y aislantes, por sus excelentes propiedades de elasticidad y resistencia ante los ácidos y las sustancias alcalinas. Es repelente al agua, aislante de la temperatura y de la electricidad. Se disuelve con facilidad ante petrolatos, bencenos y algunos hidrocarburos. El caucho natural suele vulcanizarse, proceso por el cual se calienta y se le añade azufre o selenio, con lo que se logra el enlace de las cadenas de elastómeros, para mejorar su resistencia a las variaciones de temperatura y elasticidad.

Vidrio:

El vidrio es un material inorgánico duro, frágil, transparente y amorfo que ocurre en la naturaleza y también es creado artificialmente por el hombre. El vidrio artificial se usa para hacer ventanas, lentes, botellas y una gran variedad de productos. El vidrio es un tipo de material cerámico amorfo. El vidrio se obtiene por fusión a unos 1.500 °C de arena de sílice (SiO_2), carbonato de sodio (Na_2CO_3) y caliza (CaCO_3).

- Transparencia: deja pasar del 80 al 90 % de la luz visible.
- Dureza: En la escala Mohs está entre 4 y 8. El diamante y el acero muy duro, lo rayan y lo cortan. Tienen la característica de ser más duros en la superficie que en el interior. El plomo disminuye su dureza y el ácido silícico la aumenta.
- El vidrio es en general frágil y muy susceptible a los efectos de entalla y cambios de forma.
- El vidrio es un mal conductor del calor y la electricidad, por lo que resulta práctico para el aislamiento térmico y eléctrico.
- Según su composición, algunos vidrios pueden fundir a temperaturas de sólo 500 °C; en cambio, otros necesitan 1.650 °C.
- La densidad relativa (densidad con respecto al agua) va de 2 a 8, es decir, el vidrio puede ser más ligero que el aluminio o más pesado que el acero.

Conservación del carro por el personal de conservación en el museo.

Durante el año, al auto en cuestión no se le aplica la conservación como tal, sino que se ponen en práctica medidas preventivas aplicando luz brillante o keroseno dos o tres veces a la semana en su parte exterior fundamentalmente, pues la parte interior no recibe tratamiento porque las columnas centrales de la pérgola que lo cubre, obstruyen el acceso a la parte interior delantera del carro.

Se le ha aplicado pintura al vehículo anteriormente una sola vez. Desde hace algunos años, no se aplica ningún tratamiento anticorrosivo.

Correspondencia de los materiales con los previstos en el diseño.

El carro se encontraba en exhibición en un parque a la intemperie junto a un automóvil marca Chevrolet también utilizado en las acciones revolucionarias en aquel entonces. Algunos materiales que actualmente presenta el carro no son los originales, con la llegada del periodo especial el carro pierde los neumáticos y ventanas de vidrio, los cuales tuvieron que reemplazarse para su posterior exhibición en el museo Casa Natal José Antonio Echeverría.

2.1.1.2 Condiciones de trabajo establecidas en el diseño y las reales.

- Identificación de la zona, área, instalación y equipo donde se presenta el problema. Comprobar datos de diseño con datos de puesta a punto de la instalación y de operación en las condiciones de trabajo.
- De tratarse de un proceso o equipo, hay que hacer referencia a los parámetros fundamentales del mismo, entre ellos presión, temperatura, concentración de los electrolitos, pH, materias primas, subproductos, productos finales, etc.
- Caracterización de la agresividad corrosiva de la atmósfera en la zona donde se produce el problema, de ser necesario.
- Ubicación geográfica y con respecto a otras instalaciones. Para con ello poder esclarecer la acción de factores físicos, químicos y biológicos. Contaminación ambiental.

- Observar cambios en los fluidos o los parámetros fundamentales de operación del sistema.

Ubicación geográfica.

El museo Casa Natal de José Antonio Echeverría se encuentra en la Ciudad de Cárdenas, municipio costero que limita al norte con el estrecho de Florida, al este con el municipio de Martí, al sur con los municipios de Jovellanos y Limonar y al oeste con el municipio de Matanzas. El relieve predominante es el llano con altitudes absolutas entre 0 y 160 metros y ocupa la mayor parte del territorio, contando también con algunos agrupamientos cenagosos.

El carro en específico se encuentra en el patio interior del museo, apantallado por las paredes de la propia edificación, prácticamente a la intemperie bajo una pérgola de madera con techo recto de teja plástica acanalada, superpuesta de tal manera que el vehículo recibe sol la mayor parte del día y cuando precipita se moja completamente. El viento crea turbulencia por la forma peculiar de las paredes que rodean el carro (considerablemente altas) y por otra parte, existe contaminación por gases de combustión de automóviles e industrias ubicadas en esta zona. Según Feliú la atmósfera puede considerarse urbano-marina (Citado por: López, 2007) y también es válido señalar que en la zona se explotan yacimientos petrolíferos. La agresividad corrosiva de la atmósfera en el museo se considera alta por estar a menos de dos kilómetros de la costa norte (Anexo 1, Fig. 1).

2.1.1.3 Cumplimiento de las Normas de Calidad y aspectos legales. Ensayos de recepción.

Los aspectos de Normalización, toman cada día mayor importancia, por lo cual desde un principio hay que preguntarse:

¿Tienen implementadas las Normas ISO 9000?

Cómo bien se conoce, para los propósitos de gestión de calidad, tienen que implementarse las Normas de la serie ISO 9000.

¿Qué Normas de Calidad emplean? Normas Cubanas, ISO, etc. Considerar aquí que en Cuba las recomendadas actualmente son las Normas ISO, hasta tanto se actualice el Sistema de Normas Cubanas, que respondía en general a las GOST.

¿Han implementado sus propias Normas de Calidad en los procesos?

Con la respuesta a estas preguntas podemos tener elementos del rigor con que se trabaja. Se puede profundizar al respecto además en:

- Normas de calidad de los materiales de que disponen.
- Normas de calidad en el proceso de construcción y montaje.
- Normas de calidad para el control de los procesos de protección anticorrosivo.
- Ensayos de calidad de los productos que emplean o información precisa al respecto.

Los aspectos legales del cumplimiento de las normas tienen mucha importancia. Baste señalar lo siguiente: En cada contrato, se establece el período de garantía, que tiene una consideración jurídica, objeto de cláusulas en la parte administrativa del contrato. El tiempo de garantía, tiene que ser menor que la durabilidad del sistema protector, que es una consideración técnica que puede ayudar al propietario a establecer un sistema de mantenimiento. En la Norma ISO 12944 – 1: 2007 para sistema de pinturas, se establecen tres clases de durabilidad:

- Baja (L) de 2 a 5 años.
- Media (M) de 5 a 15 años.
- Alta (H) de más de 15 años.

En esta propia norma se precisa: Que son de obligatorio cumplimiento para los países firmantes, en particular la Comunidad Europea y los países que la

suscriban y además no cumplir con los requisitos y recomendaciones dados en esta norma puede conducir a serias consecuencias económicas.

Los ensayos de recepción, constituyen una de las acciones más importantes y a lo cual no se le presta mucha atención.

- Son muy importantes para comprobar la calidad de los productos utilizados en la preparación previa y como recubrimientos.
- Si el componente, equipo o instalación ya viene protegido, hay que exigir los ensayos de calidad realizados a los productos.

El personal de conservación del museo no se rige por ninguna norma, solamente le aplican queroseno al carro dos veces en la semana y lo pulen con un paño seco. Esto no constituye un método de conservación en sí, sino medidas preventivas de limpieza. Para el sistema de pintura aplicado no se tuvo en cuenta el grado de limpieza de superficie necesario según la norma (ISO 12944 – 4: 2007), el grado de agresividad corrosiva y la durabilidad del sistema de pintura que se quiere lograr en este vehículo, lo que determinaría el espesor y número de capas de pintura, entre otras especificidades, como los períodos de reconservación.

2.1.1.4 Historia del problema.

¿Qué experiencia anterior se tiene sobre el problema que se plantea?

- Antecedentes del problema. Historia del problema, que incluye años de servicio de la instalación y de los equipos, así como la acción de factores físicos, químicos, biológicos y combinación de ellos, sin profundizar en los mismos.
- Diagnóstico de la corrosión y protección en el área de haberse realizado con anterioridad. Puede incluir video, toma fotográfica, muestras, mediciones, etc.

Walter Percy Chrysler fue un fabricante estadounidense de automóviles con sede en Auburn Hills, en el estado de Michigan dueño de Chrysler Corporation fundada

el 6 de junio de 1925. El carro en cuestión de misma marca de los años 50 era propiedad del padre de José Antonio Echeverría que posteriormente se le fue dado cuando empezó la universidad en La Habana. También se utilizó por el directorio revolucionario en las luchas clandestinas bajo el mando de Faure Chaumont, el mismo que lo donó al Museo Casa Natal José Antonio Echeverría el día 26 de febrero de 1977. Este carro se encontraba guardado en los talleres de la sección de transporte del Ministerio del Interior, hasta 1977 en que fue donado al museo. Se trasladó para Varadero (Isla del Sur) para su restauración en el año 1991 y desde el 13 de agosto del 2005 ha estado en exhibición en el museo.

Anteriormente se realizó una conservación pero no como un sistema de protección anticorrosiva y conservación, donde se diagnosticó visualmente el vehículo, pero no se detectaron los problemas de diseño anticorrosivo que presenta el carro.

2.1.1.5 Toma de muestras, fotos, videos, entre otros para iniciar el análisis del problema.

Debe de realizarse por el especialista que realizará el análisis correspondiente o cumpliendo indicaciones precisas del mismo. Un error en las muestras que se presentan para iniciar un análisis o la alteración de las mismas por implicados en el problema, pueden originar falsas conclusiones y en la mayoría de los casos pérdidas de tiempo.

Un equipo de profesionales del CEAT, trabajaron en la toma de fotos y video con una cámara marca Fujii Film durante el diagnóstico del estado de la conservación y el deterioro del vehículo donde se detectaron varios problemas de diseño anticorrosivo y corrosión en el mismo. (Anexos 2 Fig. de la 2 a la 19)

2.1.2 Análisis del problema. Propuesta de soluciones.

2.1.2.1 Tipos de corrosión. Causas, mecanismos y factores que influyen.

¿En qué forma se presenta la corrosión?

La forma en que se presenta la corrosión nos permite identificar el tipo de corrosión y con ello las causas que la originan, no obstante en algunos casos

es necesario auxiliarse de medios de observación para poder identificarla, entre ellas el microscopio estereoscópico, metalográfico, mediciones ultrasónicas, rayos X, microscopía electrónica de barrido (MEB) y otros ensayos especiales.

¿Qué tipos de corrosión se presentan?

Ello implica conocer las características de los diferentes tipos de corrosión que pueden presentarse en las condiciones de problema dado. Por ello hay que considerar en este aspecto todos los posibles tipos que puedan estar presentes y considerar además la posibilidad de acción combinada de efectos físicos y químicos que influyen en la corrosión.

¿Cuáles son las causas de la corrosión?

Para contestar esta pregunta es necesario conocer profundamente los factores más importantes que influyen en la corrosión en el sistema estudiado y discriminar entre ellos para obtener el o los factores más influyentes, pues resulta frecuente que la causa de un problema de corrosión resulte de la acción combinada de varios factores, e incluso de problemas operacionales.

Considerando las dos preguntas anteriores, se precisa desarrollar los siguientes aspectos:

- Daños físicos y químicos que afectan por corrosión. Precisando los tipos de corrosión más comunes, descripción detallada de los mecanismos y los factores que influyen.
- Daños biológicos y/o biodeterioro. Precisando los tipos y factores que influyen.

Se identifican varios tipos de corrosión en el auto Chrysler expuesto en el Museo Casa Natal de José Antonio Echeverría. Anexo (2) (Fig. de la 2 a la 19)

Los problemas de corrosión presentes en este auto son ocasionados por diferentes factores, entre ellos los contaminantes cloruros y sulfatos presentes en la atmósfera, que se combinan con otros como el viento y su dirección predominante, precipitaciones, humedad relativa, complejo humedad-temperatura,

temperatura. También pudieran estar influyendo los microorganismos, aunque no son objeto de estudio en este trabajo.

La temperatura media anual en el territorio de Cárdenas es de 24,1 grados Celsius. Con media máxima de 31,6 grados Celsius y mínima media anual de 18,1 grados Celsius. Los meses más calurosos, julio y agosto, alcanzan valores de hasta 34,1 grados Celsius, es decir una temperatura considerable. La humedad relativa predominante se encuentra dentro del rango (80 – 85) %, valores propensos a ataques por corrosión ya que están por encima del 70%. La dirección predominante del viento es Norte-Nordeste pero por la ubicación del carro en el interior de la casa rodeado de paredes altas, siempre hay turbulencia. Con esta aclaración se puede decir que el carro completo está expuesto al ataque por corrosión. Las precipitaciones en esta zona cercana a la costa son menores que hacia el interior y en períodos de verano hay un aumento significativo con respecto al invierno. (López, 2007).

2.1.2.2 Evaluación de la magnitud del daño por corrosión. Implicaciones técnico – económicas y sociales.

- Incluye evaluaciones realizadas de la magnitud de daño con datos técnicos y económicos.
- Aplicación de métodos no destructivos para evaluar el daño causado.
- Ensayos para determinar la magnitud de la velocidad de corrosión y evaluaciones realizadas. Resultados de evaluaciones o fundamentación de los ensayos.
- Ensayos para identificar el biodeterioro. Evaluaciones realizadas.
- Aspectos económicos. En correspondencia con las Normas Internacionales actualmente vigentes, la relación coste – eficacia de un determinado sistema protector frente a la corrosión será, generalmente, directamente proporcional al tiempo durante el cual dicha protección es efectiva, reduciendo al mínimo el volumen de los trabajos de mantenimiento o de

sustitución necesarios durante la vida en servicio de la estructura. Para recubrimientos protectores, la intensidad del fallo, antes de que sea sometido al primer trabajo de mantenimiento general, debe acordarse entre las partes interesadas y valorarse conforme a las Normas ISO 4628 – 1: 1982 y 4628 – 3: 1982. La primera establece los principios generales y el esquema de evaluación y la segunda establece los grados de oxidación permisibles, que son los que se acuerdan entre las partes. Al respecto se establece como máximo de afectación un 1% de la superficie afectada, posterior a lo cual hay que ejecutar el mantenimiento.

- Otros datos económicos que pueden obtenerse sobre el problema objeto de estudio, entre ellos monto de la inversión, pérdidas que se producen, costo de los mantenimientos, etc.
- Impacto ambiental con resultado del problema de corrosión. Posibles afectaciones.

El vehículo estudiado tiene afectadas más del 1% de la superficie pintada, por lo que es necesario restablecer el sistema de pintura anticorrosiva (ISO 12944-5: 2007) del cual no se tienen datos para evaluar la relación coste-eficacia. Por otra parte, los problemas de corrosión en el vehículo no provocan afectaciones al medio como tal, pero sí causan pérdidas al valor patrimonial del mismo, lo que implica afectaciones sociales.

2.1.2.3 Medidas que deben aplicarse.

Este aspecto no se incluye en los textos, sin embargo en la práctica es de gran importancia ya que en la mayoría de los casos en que se presentan problemas de corrosión, los mismos son ocasionados por modificaciones introducidas por el propio hombre y que se resuelven con medidas que eliminen las causas que provocan el problema.

- Medidas que deben aplicarse a corto, mediano y largo plazo. Incluye acondicionamiento, rehabilitación, así como las derivadas de la disminución o eliminación de la contaminación.

- Otras medidas que normalmente no se consideran métodos de conservación y/o protección. Ubicación de las instalaciones, apantallamiento con vegetación, etc.
1. El techo que cubre el carro no debe ser recto, debe ser de dos aguas para evitar goteras, de lo contrario cambiar la disposición de las tejas o inclinación del techo.
 2. Ponerle lona por las madrugadas no directamente al carro, sino a los toldos para evitar el rocío.
 3. Pasarle diariamente un paño seco por la situación del salitre en esa zona costera.
 4. Abrir periódicamente el capó del carro para evitar que se genere corrosión microbiológica.
 5. Eliminar las columnas del centro en la pérgola para poder abrir las puertas del carro de forma periódica y poder realizarle la limpieza de superficies y accesorios en el interior, así como la conservación (SIPAYC).
 6. Solucionar los problemas de diseño anticorrosivo cuidando de no afectar el valor patrimonial de la pieza.
 7. Aplicar métodos de protección anticorrosiva.

2.1.2.4 Métodos de protección que pueden aplicarse.

Se aplican una vez analizadas todas las medidas que puedan proponerse, ya que económicamente, la aplicación de métodos motiva un incremento de los costos.

Los métodos de protección se seleccionan en base a las características del sistema y se fundamentan convenientemente.

Hay que tener en cuenta que dentro de los métodos de protección contra la corrosión, se incluye el diseño y la operación adecuada.

- Métodos de protección contra el deterioro por corrosión.

- Métodos de protección contra el biodeterioro. Métodos de conservación.
- Métodos de diseño para la protección y conservación.
- Protección por operaciones adecuadas durante los procesos.

Uno de los métodos de protección más ampliamente difundidos es la aplicación de recubrimientos de pinturas. Al respecto la Norma ISO 12944 establece todos los aspectos a tener en cuenta en la elaboración, ejecución y control de un proyecto de pintura, precisa las especificaciones del proyecto, del sistema de pintura, de los trabajos de pintado y de inspección y ensayo, tal cual se tiene que proceder al ejecutar cualquier proyecto de protección anticorrosivo.

La durabilidad de un sistema de pintura se garantiza en mayor grado con una buena preparación de la superficie, y esto precisamente es uno de los aspectos en que se presentan mayores deficiencias. La preparación de la superficie metálica antes de aplicar un recubrimiento de pintura, está en función del nivel de corrosividad del acero, es decir, a medida que aumente la categoría de corrosión, aumentará la exigencia en cuanto a la preparación de la superficie metálica.

En general en la preparación de superficie, se hace necesario primeramente, eliminar todo tipo de partícula de suciedad, contaminante, grasa, etc.

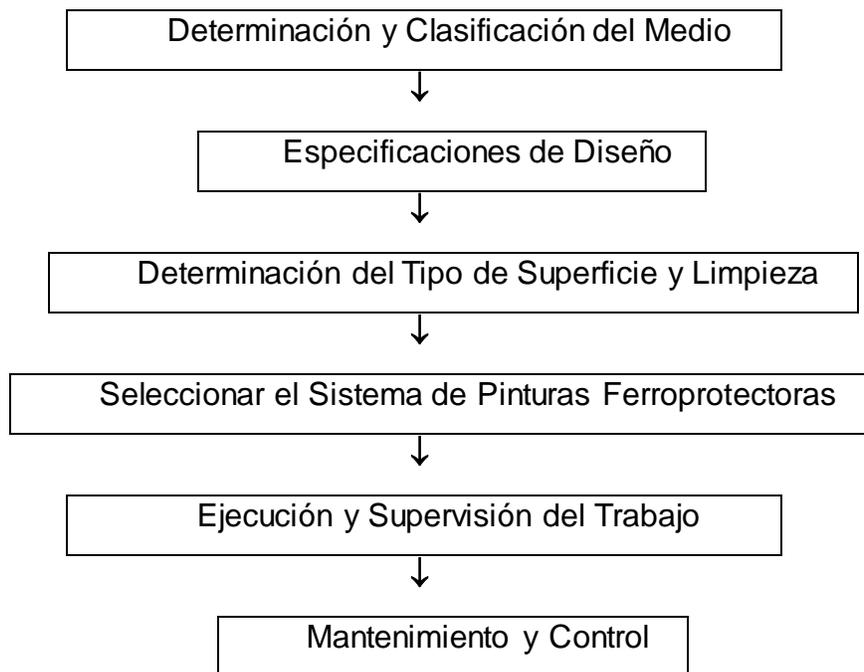
Por tanto la preparación de la superficie se puede resumir en los siguientes pasos:

- Eliminación de óxido y películas de pintura desprendibles.
- Descontaminación de la superficie metálica. Por lo anterior el lavado de la superficie, además de eliminar el polvo de la operación anterior, disuelve y arrastra todas las sales depositadas y fundamentalmente las antes señaladas que son fuertes y solubles.
- Fosfatación como recubrimiento temporal y acabado de la superficie. Como se observa de lo planteado con anterioridad, con respecto al proceso de formación de la capa de fosfato, es necesario que transcurra cierto tiempo, una vez aplicada la misma y convertido todo el óxido de la superficie, operación que en ocasiones conlleva más de una aplicación.

Por ello, se hace necesario establecer una secuencia de trabajo que permita por una parte realizar limpieza, lavado de superficie, y por otra, ir aplicando el fosfatado antes de pintar.

Otro aspecto importante de este proceso, es que permite mantener preparada la superficie por varios días, en espera de que existan condiciones adecuadas para pintar (la temperatura por debajo de los 30°C; la humedad por debajo de 75 % y que no halla frente frío). Si se sospecha de una posible contaminación de la superficie por aerosol marino y otro contaminante, hay que lavar la misma antes de pintar.

Diagrama de aplicación de pinturas ferroprotectoras.



Como se observa, para la aplicación de un sistema de pintura que se corresponda con los requerimientos de durabilidad establecidos internacionalmente, tienen que cumplirse un grupo de requisitos o pasos del proceso. Todo ello se observa que en la práctica se viola frecuentemente, afectando la durabilidad de los sistemas de pintura.

2.1.3 Conclusiones, recomendaciones.

- En el trabajo se realizan conclusiones parciales, por lo tanto las conclusiones y recomendaciones que se reflejan aquí tienen que dar solución al problema general.
- Las conclusiones deben dar respuesta a los objetivos del trabajo, precisando las principales causas del problema de corrosión y protección objeto de estudio.
- Las recomendaciones deben contener aquellas investigaciones que deben ser realizadas o todos aquellos aspectos que deben ser profundizados con posterioridad.

Las conclusiones generales y recomendaciones aparecen al final del trabajo. Además, en cada capítulo aparecen conclusiones parciales.

2.1.4 Bibliografía y referencias.

- Tiene que emplear con carácter obligatorio varias referencias en idioma inglés. Utilizar la norma establecida para el uso correcto de la bibliografía. Consultar en el CICT.

2.1.5 Anexos.

- Los anexos contienen tablas, mapas, gráficos, fichas técnicas, normas etc., que sean necesarios para la fundamentación del trabajo. Las figuras utilizadas para fundamentar los mecanismos de los tipos de corrosión, deben incluirse en el desarrollo del trabajo.

2.2 Análisis de los productos empleados para la conservación del Auto.

Los materiales que se analizaron fueron productos de fabricación nacional, que se utilizarán para conformar la tecnología del SIPAYC. Ellos son:

Disolución de Fosfatado Decapante de Acción Rápida DISTIN 504.

Grasa Líquida Tipo Solvente DISTIN 314 L.

Mástique Asfáltico Semisólido con Goma DISTIN 404.

Cera Impermeabilizante y Abrillantadora Líquida DISTIN 603 L.

Para la evaluación de cada producto anticorrosivo se realizaron dos tipos de ensayos:(González, 2011)

- 1. Ensayos acelerados en cámaras de niebla salina:** permiten evaluar la resistencia a la corrosión de materiales metálicos, con o sin recubrimiento de protección temporal o permanente. Verifica que se mantenga la calidad comparativa de un material metálico, con o sin recubrimiento protector. No están previstos como ensayos comparativos para clasificar diferentes materiales uno respecto a otros frente a la corrosión.

Evaluación de los resultados

Se pueden aplicar diferentes criterios a la hora de evaluar los resultados del ensayo tales como:

- El aspecto después del ensayo.
- El aspecto después de la eliminación de los productos superficiales de corrosión.
- La variación de la masa.
- La modificación de las propiedades mecánicas.
- La alteración revelada por un examen micrográfico.

La evaluación se realiza por cada un ciclo de 100 horas con una exigencia de 500 horas sin afectaciones. En nuestro caso la Grasa Líquida Tipo Solvente DISTIN 314 L, el Mástique Asfáltico Semisólido con Goma DISTIN 404, la Cera Impermeabilizante y Abrillantadora DISTIN 603 L, sin afectaciones. Estos ensayos se realizaron por el Laboratorio LABET. Este resultado corrobora que el recubrimiento formado proporciona una protección temporal por años de las superficies metálicas en las condiciones climáticas de alta, muy alta y extrema

agresividad, propias de las zonas marítimas. Resiste la acción del agua, no se emulsiona por contacto.

2. Ensayos de resistencia a la humedad y temperatura con condensación

constante: Las atmósferas de ensayo con condensación de agua originan la condensación de humedad atmosférica sobre la superficie de las probetas de ensayo, cuya temperatura es inferior a la del aire saturado de la cámara climática, debido a la radiación de las paredes de la cámara o al enfriamiento de las probetas de ensayo. La atmósfera de ensayo con condensación de agua es a humedad constante (CH). La temperatura atmosférica en la cámara climática durante el proceso de condensación descrita en la Norma UNE-EN ISO 6270: 2006 es de 40 °C. El ensayo termina cuando se produzca un deterioro específico del recubrimiento, o cuando se haya completado la duración del ensayo o el número de ciclos especificado.

Evaluación de los resultados

Se lleva a cabo la evaluación y se registran los resultados, incluyendo el número y el momento de las evaluaciones intermedias y el tipo de evaluación realizada en la evaluación final de las probetas de ensayo. En nuestro caso la Grasa Líquida Tipo Solvente DISTIN 314 L, , el Mástique Asfáltico Semisólido DISTIN 404, las disoluciones de fosfatado DISTIN 504 y la Cera Impermeabilizante y Abrillantadora DISTIN 603 L pasaron el ensayo de Resistencia a la humedad y temperatura con condensación constante durante 1600 horas, sobre probetas de acero de bajo contenido de carbono según la norma correspondiente, sin afectaciones. Estos ensayos se realizaron por el Laboratorio LABET. Este resultado corrobora que el recubrimiento formado proporciona una protección temporal por años, de las superficies metálicas en las condiciones climáticas de alta, muy alta y extrema agresividad, propias de las zonas marítimas. Resiste la acción del agua, no se emulsiona por contacto.

2.3 Propuesta de un sistema de pintura.

Para llevarse a cabo una correcta selección del sistema, obligatoriamente se tiene que consultar el planteamiento que rige la Norma ISO 12944-5: 2007, 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 (Anexo 1).

Un primer factor con mucha influencia en la durabilidad de los sistemas de pintura, en ambientes de alta, muy alta y extrema agresividad corrosiva, es el diseño anticorrosivo, al respecto se han desarrollado diferentes trabajos (Echeverría, 2012), que confirman esta afirmación. Un segundo aspecto reconocido en toda la literatura consultada es la preparación superficial, en lo que influye con mucha frecuencia el diseño anticorrosivo antes mencionado (ISO 12 944-4 2007). Se comprende que en la durabilidad de los sistemas de pintura, resulta fundamental la agresividad del medio corrosivo, el estado de la superficie metálica y en correspondencia, hay que establecer, el tipo de tratamiento superficial a utilizar y los espesores de recubrimiento que deben ser aplicados, entre otros factores.

En la Norma ISO 12 944-5 2007, se establece en la Tabla A-4 correspondiente a la categoría de corrosividad C4, los sistemas de pintura a emplear. Se precisa fijar por tanto la durabilidad que se desea obtener del recubrimiento que se aplicará, que en el caso del carro de Echeverría la durabilidad que se desea es baja, ya que son los más empleados en la actualidad. Esto incide falta de cultura y experiencia en las condiciones climáticas de Cuba. Para seleccionar la pintura adecuada para las capas primarias y de acabado (incluyendo la intermedia) se consultaron las fichas técnicas de pintura de la firma HEMPEL. Los rangos recomendados para el espesor final del sistema de pinturas con agresividad ambiental alta son de 140-250 micrones.

De lo anterior se deriva la necesidad de implementar las Normas Internacionales para la selección y aplicación de un sistema de pintura al carro Chrysler.

2.4 Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación.

En la aplicación del Servicio DUCAR al automóvil, primeramente se identificaron los problemas de diseño anticorrosivo que presenta el auto: todos los tipos de corrosión presentes en los componentes estructurales; los problemas de protección por recubrimientos y otros que se detectaron en el equipo y la aplicación de técnicas de conservación en los distintos componentes y recubrimientos.

Cada producto especialmente preparado para dar el servicio en específico el auto que no se encuentra en explotación, tiene su función y característica específica:

1. La disolución de fosfatado (DISTIN 504) es un producto para el tratamiento de superficies oxidadas que elimina y convierte el óxido, formando una capa protectora y adherente, la cual penetra a fondo en las hendiduras y solapes.
2. La grasa de conservación líquida (DISTIN 314 L) se aplica en todos los componentes huecos, áreas cerradas y zonas inaccesibles, solapes, intersticios y hendiduras de estructuras metálicas del transporte, ya que al ser aplicada penetra a fondo formando una capa protectora, lubricante y estable que no se endurece y proporciona una alta impermeabilidad al agua.
3. El mástique asfáltico semisólido (DISTIN 404) se aplica en zonas de acumulación de depósitos y para el sellaje de orificios o resquicios, además de recubrimientos en pisos y otras superficies.
4. Cera impermeabilizante y abrillantadora (DISTIN 603L), se aplica sobre todas las superficies pintadas de la carrocería, la que protege la pintura y proporciona brillo. También se utiliza para aislar metales de diferente naturaleza. Además, para el caso de este vehículo la mayoría de los resquicios, por estar en zonas visibles al público, se deben sellar usando varias capas de este producto.

2.5 Aspectos a tener en cuenta para la valoración económica.

En el presente trabajo se realizó el análisis de factibilidad económica de la aplicación del servicio DUCAR al carro de José Antonio Echeverría mediante la elaboración de la Ficha de Costo de dicho procedimiento avalada por la Resolución Conjunta No. 1 del Ministerio de Finanzas y Precios (Tabla 3.1 Capítulo 3). Se confeccionó la Estructura de Costo (Figura 3.3 Capítulo3), los costos que más influyeron al realizar la conservación del carro y lo que aporta la propuesta de introducción del servicio DUCAR con productos nacionales.

Conclusiones Parciales.

1. Los problemas de diseño anticorrosivo, es el factor más influyente en los problemas por corrosión que se presentan en el museo Casa Natal José Antonio Echeverría.
2. A pesar de encontrarse el vehículo en un área apantallada, está sometido a una alta agresividad corrosiva que es evidente por el alto deterioro del mismo que ya necesita chapistería.
3. El sistema de protección anticorrosiva y conservación debe tener sus particularidades a la hora de la aplicación para no afectar el valor patrimonial.
4. Los productos DISTIN son de alta calidad y de bajo costo, lo que los avala para ser empleados en la conservación de este vehículo con valor patrimonial.
5. A partir de la metodología para el análisis económico se pudo elaborar la ficha de costo y establecer el precio para el SIPAYC propuesto.

Capítulo 3: Análisis de Resultados.

3.1 Agresividad corrosiva de la atmósfera y su influencia en los materiales que conforman el componente estructural del carro de José Antonio Echeverría.

El auto objeto de estudio se encuentra ubicado en el museo Casa Natal José Antonio Echeverría cito en la Ciudad de Cárdenas a menos de 2 kilómetros de la costa. Atendiendo a esto se clasifica la atmósfera de categoría alta (C4) según el mapa da agresividad corrosiva de Cuba y la Norma ISO 12944-2:2007. En este ambiente las pérdidas de peso en el acero oscilan entre 400-650 g/m² al año, todo esto por concepto de la influencia del aerosol marino. Pero hay que tener en cuenta que existe contaminación por gases de combustión de automóviles, algunas industrias y el asentamiento urbano de la propia ciudad. Esto puede elevar la agresividad corrosiva de la atmósfera con respecto a la que se reporta. Por otra parte, el auto se encuentra en el patio interior de la casa apantallado por las paredes de la propia edificación, lo que puede influir y atenuar el efecto del aerosol marino sobre el auto. No obstante, esta forma de disposición de las paredes y la altura de las mismas crean turbulencias dentro del patio y provocan mayor deposición de polvos y materias sobre la superficie, lo que favorece la ocurrencia de la corrosión por las características de higroscopicidad del polvo que adsorbe humedad y ayuda al transporte de sales.

El acero estructural que compone la estructura del carro es particularmente propenso al ataque corrosivo del oxígeno y los iones cloruros y sulfatos. Esto se agrava por la existencia de problemas de diseño anticorrosivo en la estructura, que propician la ocurrencia del fenómeno y la aceleración de su velocidad, por la influencia de diferentes factores que serán analizados más adelante. No obstante, este material por sus propiedades mecánicas y tecnológicas es usado tradicionalmente para fabricar carrocería de automóviles pero debe ser debidamente protegido para evitar su deterioro.

Las aleaciones especiales como el acero al cromo níquel utilizados en los cintillos y defensas del vehículo son por lo general muy resistentes a la corrosión

atmosférica. Sin embargo, en el vehículo estudiado aparece la corrosión picadura en este material y manchas de celdas de aireación diferencial debido a la deposición de núcleos de sal de mar, provenientes del aerosol marino que originan este tipo de corrosión en este material. El lavado periódico de la superficie podría evitar este problema.

El vidrio utilizado en las ventanas y parabrisas no sufre deterioro a la atmósfera, pero es poco resistente a los impactos por lo que debe tenerse cuidado en cuanto a este particular.

El caucho sintético es empleado en las juntas de puertas y ventanas por su flexibilidad. Este material además es inerte ante los contaminantes atmosféricos, aunque el oxígeno y los microorganismos pueden deteriorarlo; pero debe conservarse el material original del carro para no afectar su valor patrimonial. Desde este punto de vista deben buscarse las formas de proteger este material para evitar que con el paso del tiempo se destruya.

3.2 Diseño Anticorrosivo.

Los problemas de diseño anticorrosivo favorecen la ocurrencia de la corrosión ya que crean condiciones propicias para que se desencadene este fenómeno. Así tenemos:

Tratamiento de orificios: Se presenta en las uniones metal-metal de guardafangos con la estructura base, el capó con la base, entre otras estructuras; en las uniones metal-polímero de la junta de las ventanas y las puertas con el metal de la estructura base. En ellos se acumula la humedad, los contaminantes, el polvo y otras materias y desencadenan procesos de corrosión localizada por la formación de celdas de aireación diferencial o de concentración, donde se crea una zona anódica y ocurre la oxidación del metal y una zona catódica donde ocurre la reducción del agente oxidante. Esta corrosión intersticial es electroquímica, atmosférica, húmeda localizada. Se presentan solapes en la parte inferior del auto donde aparecen planchas superpuestas unidas por pernos y se

crean intersticios en estos acoples donde también se desarrolla la corrosión intersticial ya explicada con anterioridad.

Acumulación de depósito: En todos los diseños de piezas metálicas expuestas al medio ambiente las cuales su propósito no sea la de embazar agua y contaminantes, tienen que estar desprovistas de configuraciones superficiales en las que el agua pueda quedar retenida ya que conjuntamente con la presencia de agentes corrosivos (polvo, residuos abrasivos, aerosol marino, etc.) incrementa el potencial corrosivos de estos agentes. En el carro se manifiesta este tipo de problema en el chasis, las puertas y maletero del mismo.

Imperfecciones en la soldadura: Tienen que estar libres de imperfecciones (aspereza, fracturas, orificios, cráteres, proyecciones), que son difíciles de cubrir eficientemente con un sistema protector de pintura. En estos casos se presenta una corrosión localizada, ya que en esas zonas es por donde primero fallan los recubrimientos de pintura por una deficiente preparación superficial, al no estar pareja la superficie. Con el objetivo de atenuar este comportamiento corrosivo se propone tratar e todos los casos de realizar soldaduras parejas y continuas.

Conexiones con pernos: Los pernos, tuercas y arandelas son también muy susceptibles a la corrosión por ser elementos tensionados, y es por ello que en los mismos surge la corrosión bajo tensión la cual contiene efectos mecánicos que posibilitan que se incremente el tipo de corrosión que tenga lugar inicialmente ya sea la corrosión generalizada o la corrosión en resquicios u orificios. El auto en su mayoría está conformado por uniones con pernos.

Bordes: Estos son producidos por lo general desde el proceso mismo de fabricación o por las rebabas resultantes en los tornos y taladradoras. En los bordes por lo general tiene lugar una acumulación de tensiones debido a que no se les realiza un tratamiento térmico en estas zonas, por lo que se convierten en centros de disolución activa, ya que estas tensiones acumuladas disponen al material al ataque corrosivo. Es por ello que estos bordes deberían eliminarse

porque además de comportarse como un objeto cortante, posibilita que las capas protectoras de pintura no se apliquen de modo uniforme y sean más susceptibles al deterioro al no lograrse un espesor de película adecuado.

Prevención de la corrosión galvánica: Existe una continuidad eléctrica entre dos metales de diferente potencial electroquímico en condiciones de exposición continua o periódica a la humedad (electrolito), se corroe el metal menos noble de los dos. La formación de este par metálico también acelera la velocidad de corrosión del menos noble, que depende entre otros factores, de la diferencia de potencial entre los dos metales conectados, sus áreas relativas y la naturaleza y período de acción del electrolito. En el auto existen uniones de acero al cromo-níquel con la estructura de acero estructural.

Áreas Cerradas: Es evidente en las puertas del auto y la tapa maletero que es un área donde queda un espacio entre las dos planchas que conforman las puertas por donde circula el aire húmedo cargado de contaminantes y se desarrolla la corrosión electroquímica, atmosférica, por lo que es necesario conservar esta área.

Componente hueco: Se presenta en el marco del parabrisas del auto. Es un área por la que penetra el aire con humedad y contaminantes, y desarrolla la corrosión de adentro hacia afuera.

Accesibilidad: Reducido espacio existente entre la unión de dos materiales donde al menos uno de estos tiene que ser metálico y se comporte vulnerable ante la corrosión. Es por ello que se plantea que la separación entre las partes o estructuras no puede ser menor de 50 mm de ancho y mayores de 100 mm en profundidad, ya que imposibilitarían que se ejecutaran las labores vinculadas a la protección anticorrosiva, es decir, inspeccionar, diagnosticar y aplicar como tal las distintas técnicas de protección e impidiendo a su vez que estas áreas queden desprotegidas y expuestas al ambiente agresivo. Se presentan problemas de accesibilidad en el chasis del carro.

3.3 Problemas de preparación superficial

Es aceptado que las fallas de los recubrimientos antes del tiempo de vida útil se deben en un alto porcentaje a deficiencias en la preparación de la superficie, los cuales comprenden los tratamientos físicos y químicos que deben realizarse antes de aplicar la primera capa de pintura sobre la superficie. Una buena preparación es esencial para su eficaz protección y para su aspecto visual final. La preparación de la superficie suele ser la parte más larga y de mayor gravedad para la operación de pintado. Las superficies, una vez tratadas, deben de estar totalmente exentas de: polvo, material mal adherido, aceite, grasas, agua. Así, es un axioma que un recubrimiento duradero se logra con una mayor calidad de la preparación de la superficie.

Puede emplearse una pintura costosa, de la mayor calidad, para lograr la máxima protección de un objeto y suceder que debido a una deficiente preparación superficial, el recubrimiento se deteriore con rapidez, mientras que si se aplica un recubrimiento de calidad media sobre una superficie convenientemente preparada, la pintura puede desarrollar las propiedades esperadas y proteger satisfactoriamente el objeto. Cuando la superficie queda sucia debajo de la pintura, se desencadena la corrosión interfacial. En esta los contaminantes y la humedad atrapados debajo del recubrimiento, forman celdas de concentración y se oxida el metal provocando su deterioro y el desprendimiento de la capa de pintura. También ocurre cuando el recubrimiento de pintura por estar vencido o poroso, permite la penetración de la humedad y los agentes corrosivos hasta la superficie del metal.

3.4 Factores que influyen en la corrosión que se desarrolla en el auto de estudio.

La corrosión electroquímica que se desarrolla en este vehículo se ve favorecida por la humedad que propicia el transporte electrónico de las especies actuantes, la concentración de oxígeno y contaminantes que aceleran el proceso corrosivo. Esta que también es corrosión atmosférica por el medio en que se desarrolla, tiene una relación directa con el viento que transporta el aerosol marino y eleva la concentración de contaminantes en la zona, sobre todo en períodos de invierno,

cuando las masas de aire frío penetran en la isla. Pero el viento también puede arrastrar contaminantes de la superficie metálica y disminuir el ataque corrosivo. La lluvia por su parte, influye aumentando la humedad y por ende favoreciendo la corrosión, pero también pueden lavar la superficie arrastrando parte de los contaminantes y disminuyendo la corrosión. El polvo como ya hemos mencionado, adsorbe humedad y contaminantes sobre la superficie metálica y ayuda a la corrosión. La temperatura puede favorecer el proceso corrosivo catalizándolo, pero también puede secar la superficie metálica y detener la corrosión. De todos estos factores el de mayor influencia es la concentración de contaminantes que determina la intensidad del ataque corrosivo.

3.5 Análisis de las medidas propuestas para disminuir el deterioro por corrosión.

Las medidas propuestas para disminuir el ataque corrosivo sobre la superficie metálica del auto en el museo Casa Natal José Antonio Echeverría, son un conjunto de acciones que de ser puestas en práctica ayudarían a lograr un mejor efecto de los productos anticorrosivos que para él se proponen. Estas son:

1. El techo que cubre el carro no debe ser recto, debe ser de dos aguas para evitar goteras, de lo contrario cambiar la disposición de las tejas o inclinación del techo. Esta medida ayudaría a evitar la formación de celdas de aireación diferencial en el techo del auto donde se observaron manchas por el chorreado de óxidos metálicos, donde podría sobrevenir la picadura.



Fig. 3.1 *Techo del auto de José Antonio manchado por celdas de aireación diferencial formadas por goteras que caen.*

2. Ponerle lona por las madrugadas, no directamente al carro, sino a los toldos para evitar el rocío. Con esta medida se disminuyen las horas de humectación, o sea, aquellas en que la superficie metálica permanece húmeda disminuyendo así el efecto de la corrosión.
3. Pasarle diariamente un paño seco por la situación del salitre en esa zona costera. De esta forma se disminuye la concentración de contaminantes en la superficie metálica y disminuye la posibilidad de ocurrencia de la corrosión.
4. Abrir periódicamente el capó del carro para evitar que se genere corrosión microbiológica. Esto es importante porque en esa área cerrada se crean condiciones de humedad y temperatura propicias para el desarrollo y proliferación de microorganismos, cuyo metabolismo genera sustancias ácidas y puede provocar corrosión microbiológica.
5. Eliminar las columnas del centro en la pérgola para poder abrir las puertas del carro de forma periódica y poder realizarle la limpieza de superficies y accesorios en el interior, así como la conservación (SIPAYC). Con esto se

puede aplicar correctamente la limpieza diaria y la conservación anual y quinquenal que en estos momentos no se puede realizar.



Fig. 3.2 Columnas centrales de la pérgola impiden el acceso al interior del carro.

6. Solucionar los problemas de diseño anticorrosivo cuidando de no afectar el valor patrimonial de la pieza. Es necesario por una parte solucionar los problemas de diseño anticorrosivos para disminuir la corrosión, pero por la otra el auto debe conservar la misma estructura que tenía cuando se desarrollaron los hechos del 13 de marzo de 1957, para así, mantener su valor patrimonial.
7. Aplicar métodos de protección anticorrosiva. Esto es muy necesario puesto que es una de las formas más efectivas para garantizar el buen estado de la superficie metálica del componente estructural del auto.

3.6 Aplicación del SIPAYC.

Para la aplicación del SIPAYC, en primer lugar se deben resolver aquellos problemas de diseño anticorrosivo de la primera etapa (antes de pintar) tales como emparejar superficies de soldaduras irregulares, para eliminar los resquicios que

en ellas se crean; los bordes deben ser biselados para que las capas protectora de pintura se apliquen de forma uniforme y sean menos susceptibles al deterioro al lograrse un espesor de película adecuado; abrir orificios en componentes huecos para poder atomizar Grasa Líquida DISTIN 314 L y evitar la corrosión desde adentro hacia fuera; también en aquellas zonas de acumulación de depósitos se deben abrir orificios de drenaje para que el agua no se acumule. Se retiran los pernos, y se limpian mediante método manual (cepillo de alambre), se le aplica Disolución de Fosfatado, se pintan y sellar con mástique asfáltico, antes de aplicar el sistema de pintura. Otro problema muy importante que debe ser resuelto es la preparación superficial para garantizar la durabilidad del sistema de pintura que será aplicado posteriormente.

Preparación superficial.

La preparación de la superficie, resulta fundamental para la durabilidad de los recubrimientos de pinturas, metálicos y similares. Una buena preparación superficial contribuye a disminuir los costos y que se logre la durabilidad de los recubrimientos. El carro en cuestión se encuentra deteriorado por la corrosión en la mayor parte de la estructura de acero, por lo que necesita la aplicación de métodos de limpieza superficial en gran parte de la superficie. Según la Norma ISO 12994-5: 2007, el grado de preparación que debe alcanzar la superficie metálica es Sa 2 ½ para que se encuentre bien preparada y con la aplicación de métodos manuales y manuales mecanizados solamente alcanza el grado de preparación St 3. Un método químico muy utilizado actualmente en nuestro país para la preparación superficial es el fosfatado. El acero es el material base más importante para la fosfatación y pintado final y la mayoría de las experiencias se han hecho con este material, lográndose un grado superficial de Sa 2 ½ cumpliendo con la norma ISO antes mencionada. Las disoluciones de fosfatado son las que presentan mayores ventajas en cuanto a condiciones para su aplicación y por la protección temporal que ofrecen a las superficies tratadas. Proporcionan una protección adicional de días, hasta tanto se le aplique el recubrimiento. Para el caso de estudio se propone la Disolución de Fosfatado Decapante de Acción Rápida DISTIN 504.

Sistema de pintura.

Para la selección del sistema de pintura adecuado hay que tener en cuenta lo establecido en la Norma UNE EN ISO 12944: 5: 2007, que expone tablas que proponen sistemas de pinturas adecuadas a las condiciones de agresividad existentes. Para la selección del sistema de pintura el nivel de agresividad corrosiva de la atmósfera es fundamental conocerlo, en nuestro caso es C4. Además, hay que tener en cuenta el tiempo de duración del sistema de pintura, que para el auto estudiado se propone que sea de 2 a 5 años, categorizándose de durabilidad baja. Este tiempo no es necesariamente un periodo de garantías, pero sirve para poder planificar los periodos de mantenimiento.

De forma general tenemos que el sistema tiene que cumplir con el número S4.08, con un grado de preparación superficial similar al Sa 2 ½. El tipo de ligante es Clorocaucho (CR). El número de capas de imprimación es 2 y las de acabado 3, siendo siempre el espesor por capas de 40 µm para un espesor total de 200 µm.

Cumpliendo este esquema tenemos que para el carro, el primario sería HEMPATEX PRIMER 16320 y la de acabado HEMPEL'S MIO ESMALTE CR 667E0.

Las pinturas antes señaladas pertenecen a la firma HEMPEL y pueden emplearse para el pintado del vehículo, teniendo en cuenta que en el caso de la pintura de acabado se deben solicitar el color que coincida con el original que tuvo el auto en los hechos del 13 de marzo de 1957 (color uva).

De darle solución a los problemas de diseño anticorrosivo existentes en el vehículo y la preparación superficial como se señaló anteriormente, los resultados serán satisfactorios, lográndose una durabilidad de 5 años, que es el tiempo que por lo general establece la norma para este tipo de agresividad.

Todos los pasos para la aplicación de los recubrimientos de pinturas deben ser controlados, ya que es la garantía de que los esquemas de pinturas propuestos den los resultados esperados. Se debe controlar desde el momento en que se adquiera la pintura hasta que se haya obtenido el espesor final del recubrimiento.

Las principales ventajas que inducen el empleo de este tipo de protección son, entre otras, su aplicación sencilla a pie de obra, diversidad de colores, gran variedad de tipos de pinturas con diferentes características y resistencia, bajo costo y posibilidad de combinación con recubrimientos metálicos (metalizado, galvanizado, etc.).

Solución a los problemas de diseño anticorrosivo después de pintar.

Una vez pintada la superficie se solucionan el resto de los problemas de diseño anticorrosivo como el sellaje de intersticios, orificios, hendiduras y solapes atomizando grasa líquida anticorrosiva para que penetre a fondo y sellar con mástique asfáltico; se colocan los pernos ya pintados y se sella el resquicio utilizando el producto apropiado según la posición de la pieza en la estructura (si está visible se utiliza cera abrillantadora, si está oculto se utiliza mastique asfáltico semisólido), se aísla el par metálico utilizando cera abrillantadora e impermeabilizante por encontrarse visibles; se abren orificios de drenaje en la parte inferior de las puertas y maletero donde existe acumulación de depósitos, de forma tal que no afecte el valor patrimonial de la pieza y que al constituir también áreas cerradas, se atomiza grasa líquida anticorrosiva; en las zonas inaccesibles se atomiza grasa en el interior, ya que por su composición líquida penetra a fondo y protege la zona.

3.7 Aplicación de los productos DISTIN.

Los productos DISTIN se aplican desde la limpieza superficial en que se utiliza como ya se explicó Disolución de Fosfatado DISTIN 504, para lograr el grado de limpieza requerido de Sa 2 ½. Se aplicará también grasa anticorrosiva DISTIN314 L en lugares inaccesibles, áreas cerradas y componentes huecos como en la zona del maletero, marco del parabrisas y el chasis. La cera abrillantadora DISTIN 603 se aplicará sobre la pintura para sellar poros y también para sellar los resquicios e intersticios que se crean en las uniones metal-metal, metal-caucho y todos aquellos que queden a la vista del público, como el par metálico. El mástique semisólido DISTIN 404 para sellar resquicios en las áreas no visibles.

3.8 Valoración económica de la propuesta.

El estado de los vehículos sin explotación, que se encuentran en lugares a la intemperie en zonas de alta agresividad corrosiva (como nuestro caso de estudio), se ven afectados mayormente por la corrosión atmosférica, donde el aerosol marino es el agente corrosivo más influyente para que ocurran ataques por corrosión. La conservación con productos anticorrosivos es fundamental para que disminuya el deterioro por corrosión del carro y así prolongar la chapistería del mismo, ya que este es un objeto museable que necesita conservar su significado patrimonial.

Siguiendo la metodología antes planteada en el capítulo 2, de la valoración económica de la propuesta se elaboró la ficha de costo del auto (tabla 3.1) para la aplicación del Servicio DUCAR.

Tabla 3.1 *Gastos de la aplicación del servicio DUCAR para un auto mediano.*

Concepto de gastos	Total Unitario	De ello: CUC
Materias Primas y Materiales	69,8	19,8
Materia Prima y materiales fundamentales	66,5	18,5
Combustible y Lubricantes	1,4	1,4
Energía Eléctrica	1,9	0,0
Agua	0,0	0,0
Sub total (Gastos de elaboración)	120,0	9,8
Otros Gastos directos	10,6	1,0
Depreciación	10,2	0,6
Arrendamiento de equipos	0,0	0,0
Ropa y calzado (trabajadores directos)	0,3	0,3
Gastos de fuerza de trabajo	70,6	0,0

Salarios	47,4	0,0
Vacaciones	4,3	0,0
Impuesto utilización de la Fuerza de trabajo.	12,9	0,0
Contribución a la seguridad social.	5,9	0,0
Estimulación en pesos convertibles	0,0	0,0
Gastos indirectos de producción	31,7	4,8
Depreciación	0,0	0,0
Mantenimiento y Reparación	4,8	4,8
Gastos Generales y de Administración	2,6	1,9
Combustible y Lubricantes	1,3	1,3
Energía Eléctrica	0,7	0,0
Depreciación	0,0	0,0
Ropa y Calzado (trabajadores indirectos)	0,0	0,0
Alimentos	0,0	0,0
Otros	0,6	0,6
Gastos de Distribución y Venta	1,4	1,4
Combustible y Lubricantes	0,3	0,3
Energía Eléctrica	0,0	0,0
Depreciación	0,0	0,0
Ropa y Calzado (trabajadores indirectos)	0,0	0,0
Otros	1,0	1,0
Gastos Bancarios	3,8	0,59
Gastos Totales o Costo de producción	190,5	29,5
Margen utilidad S/ base autorizada	19.0	

Precio según lo establecido por el MFP	209.5	
% Sobre el gasto en divisa (hasta el 10 %)		2.9
Componente total en pesos convertibles		32.4

Fuente: Datos del CEAT

Según datos del CEAT el costo del servicio DUCAR para un auto mediano tiene un costo total de 190.5 y de ello 29.5 CUC. El costo de los productos anticorrosivos que entra en la materia prima y materiales de la ficha de costo se pueden observar en el anexo 4 tabla 2. Los resultados en la aplicación de este servicio traen aparejado, no sólo ingresos sino ahorro de recursos monetarios y materiales porque de no aplicarse, el auto debe ser sometido a chapistería, como en los momentos actuales por el grave deterioro que presenta.

Analizando el auto en la zona costera de Cárdenas, en relación al costo de la chapistería y el periodo de durabilidad de la chapa, podemos valorar que en atención al término de durabilidad, el costo de chapistería medio (necesita chapistería hasta un 60 % de la estructura metálica) está valorado en los \$2500-\$3500 pesos y el costo de chapistería grave (más de un 60 % de la estructura metálica) está valorado en más de \$3500 pesos (Anexo 4).

Teniendo en cuenta esto, se ahorran entre \$2339.8 - \$3339.8 pesos o más por cada 2 años porque el grado de deterioro es elevado en este auto. Con solo el 6.4 % - 4.58% del costo total de chapistería se puede aplicar el SIPAYC propuesto y lograr una protección efectiva por 5 años, que hoy no se logra.

Se puede expresar mediante la estructura de costo (Fig. 3.3), los elementos que presentan el mayor porcentaje con respecto a los costos totales para la aplicación del Servicio DUCAR. Para este, los mayores costos son debido a la materia prima y materiales (36.65%) y la fuerza de trabajo (37.07%)

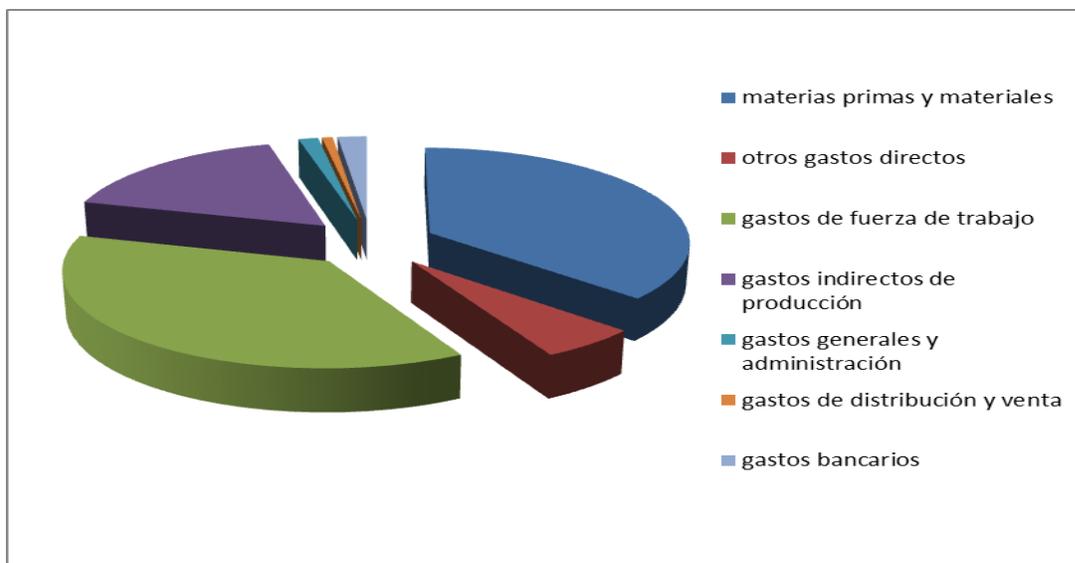


Fig. 3.3 Estructura de Costo para la aplicación del Servicio DUCAR.

Los costos del servicio DUCAR son relativamente bajos si se comparan con el beneficio que generan. En sentido general los productos empleados en el servicio se elaboran a partir de materias primas nacionales, que en varios casos son residuales de procesos industriales.

3.9 Impacto social de la conservación del auto de José Antonio Echeverría.

Los hechos del 13 de marzo de 1957 marcaron un hito en la historia de las luchas revolucionarias cubanas. En estos hechos se emplearon vehículos para el transporte de revolucionarios y de armamento que fue utilizado en este asalto. Uno de estos fue el auto del líder estudiantil y mártir de la revolución José Antonio Echeverría, que hoy se encuentra en el museo que radica donde fuera su casa natal. Allí asiste público interesado en la obra de este mártir y sobre todo lo relacionado con el hecho donde perdió la vida.

En esta instalación se realizan actividades con pioneros y estudiantes de todas las enseñanzas, incluidos los estudiantes de la FEU, ya que esta se considera su casa. Todos los objetos que allí se atesoran tienen valor patrimonial, pero el auto que se expone en su patio bajo una pérgola de madera, despierta un interés particular, porque fue testigo del 13 de marzo y de otras actividades de la clandestinidad. El visitante, a través de esta pieza de museo, se pone en contacto

con aquel pasaje de la historia que cada año se revive y se recuerda por su trascendencia. Muchos han dejado plasmadas sus impresiones, acerca del significado que tiene para ellos el patrimonio resguardado en las salas de este museo y estas son reflejo de sentimientos de patriotismo, identidad, humanismo, espíritu revolucionario, entre otros.

Teniendo en cuenta que este auto es símbolo e instrumento de la historia de nuestro país y que tiene un importante papel en la formación de valores en las generaciones actuales y futuras, es desde todo punto de vista necesario mantenerlo en buen estado de conservación. No obstante, se presentan dificultades para lograr este objetivo por la carencia de recursos materiales y financieros. Esto se refleja en el estado de avanzado deterioro que presenta el auto en cuestión, que ya requiere de restauración y conservación preventiva y curativa. El SIPAYC propuesto y aplicado parcialmente al mismo, ofrece soluciones viables a este problema, respondiendo a los lineamientos aprobados en el VI Congreso del PCC y relacionados con la protección del patrimonio y la sustitución de importaciones, ya que los productos empleados para conservar a este auto son nacionales. Por otra parte, el personal encargado de la conservación, así como la dirección del museo, se manifiestan de forma muy positiva por el trabajo realizado en su conservación y son receptivos ante las medidas propuestas que tienen como finalidad mejorar la preservación y conservación del auto.

Como reflejo del impacto de esta propuesta ya se trabaja por parte de la dirección de patrimonio y la del museo conjuntamente con sus trabajadores, para implementar las medidas propuestas y aplicar el SIPAYC también en el interior del auto, donde no se ha podido trabajar por el hecho de que no se pueden abrir las puertas obstruidas por las columnas centrales de la pérgola. Además, quienes visitan hoy el museo, se encuentran con este auto en mejores condiciones por la conservación y las partes en que fue aplicada, están protegidas y no corren riesgo de destruirse y tener que ser sustituidas por materiales nuevos, con lo que se afectaría su valor patrimonial.

Conclusiones Parciales

1. El contaminante de mayor influencia en el deterioro por corrosión del auto Chrysler es el aerosol marino proveniente del océano.
2. Entre los factores climáticos que influyen en la corrosión, el viento juega un importante papel por ser el encargado de transportar el aerosol marino desde las costas hasta el interior, incluido el museo.
3. Existen dificultades para llevar a cabo la conservación del auto Chrysler en las condiciones actuales, que pueden ser resuelto cumpliendo con las medidas propuestas y la aplicación del SIPAYC.
4. El gasto de mayor influencia en los costos totales que determina el precio del SIPAYC, es el de materias primas y la fuerza de trabajo.
5. La conservación del auto es importante desde el punto de vista social, porque contribuye a mantener en buen estado esta pieza, que es utilizada como instrumento para transmitir vivencias históricas revolucionarias y formar valores en quienes visitan este museo.

Conclusiones

1. Con el estudio del deterioro por corrosión del auto se logró proponer el Sistema de Protección Anticorrosiva y conservación para preservarlo en buen estado de conservación, validando así la hipótesis planteada.
2. De la búsqueda bibliográfica se puede concluir que la actividad de conservación del patrimonio es muy importante, ya que este representa un vehículo de contacto con la historia y la cultura de los países y épocas; pero se necesita el conocimiento teórico acerca de los requerimientos para esta actividad, donde conservar el valor de la pieza es fundamental.
3. El componente estructural de este equipo está conformado por acero al carbono estructural de baja resistencia a la corrosión, que es agravada por los problemas de diseño anticorrosivo que presenta.
4. El problema de diseño anticorrosivo de mayor incidencia que se presentan en este vehículo es el de orificios.
5. La corrosión electroquímica atmosférica es la de mayor incidencia en el deterioro del caso estudio, agravado por el aerosol marino presente en esta zona cercana a la costa norte.
6. Se proponen una serie de medidas para disminuir el deterioro por corrosión del vehículo Chrysler, entre las que se encuentran algunas de carácter preventivo y otras relacionadas con la protección anticorrosiva y la conservación.
7. Con el SIPAYC propuesto se pueden solucionar los problemas de diseño anticorrosivo y de corrosión que se presentan en el auto Chrysler y de esta forma mantener su valor patrimonial evitando su deterioro.
8. Los productos de conservación DISTIN de producción nacional permiten lograr una conservación adecuada a menor costo comparado con otros similares en el mercado.

9. La propuesta de SIPAYC para el auto tiene impacto social, ya que da respuesta al problema de la conservación de esta pieza de valor patrimonial, que sirve de instrumento para transmitir la historia y formar valores en las generaciones actuales y futuras.

Recomendaciones

1. Ejecutar las medidas preventivas propuestas.
2. Aplicar el Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación al auto de José Antonio Echeverría.

Bibliografía

1. Almeida, E., D. Santos, et al. (2006). "Anticorrosive painting for a wide spectrum of marine atmospheres: Environmental-friendly versus traditional paint systems." *Progress in Organic Coatings*: 11–22.
2. CAB. (2002). IV Premio CAB Somos Patrimonio. Experiencias en apropiación social de patrimonio cultural y natural para el desarrollo comunitario.
3. Cao, X., Xiao, Y., Xiao, Y., Tang, Z. (2005) Evaluation of atmospheric corrosivity with ACM Electrochemical Method. Proceedings of 16th International Corrosion Congress. September 19-24, Beijing, China.
4. CNPC. (2002). Protección al Patrimonio Cultural. Compendio de textos legislativos. Consejo Nacional de Patrimonio Cultural Ministerio de Cultura.
5. Corvo, F., Torrens, A. D, Mendoza, A. R. (2001). Performance of metallic materials in tropical climate. Influence of exposure conditions. *Corrosion Science*, vol., no., p. Available online at www.sciencedirect.com, www.corrosionsource.com/discuss2/ubb/Forum40/HTML/000016.html.
6. Corvo, F., Betancourt, N., Mendoza, A. (2002). Atmospheric corrosion in the tropics. Experiences obtained after more than 20 years of research in Cuba. *Corrosion Science*, vol., no., p. Available online at: www.sciencedirect.com.
7. Corvo, F., Torrens, A. D., Betancourt, N., Pérez, J, González, E. (2006). Indoor atmospheric corrosion in Cuba. A report about indoor localized corrosion. *Corrosion Science*, vol. 48, no.6, p. 615-620. Available online at www.sciencedirect.com.
8. Dirección de Patrimonio Cultural. (s.a). Registro e Inventario de Bienes Culturales. Guía de estudio No. 1. Escuela Nacional de Museología, Dirección de Patrimonio Cultural, Cuba.
9. Domínguez, J. (1987). Introducción a la corrosión y protección de metales. La Habana: Editorial EMPES, p. 25-29, p. 426-431, p. 325-368.
10. Echeverría, C. A, González, A, López. I, Echeverría, M. (2002). Corrosión atmosférica del acero en condiciones climáticas de Cuba: Influencia del aerosol

- marino. Matanzas: Universidad de Matanzas. 32 p. Disponible en: <http://monografias.umcc.cu>. ISBN: 9590-16-0188-3.
11. Echeverría, C. A. *et al.* (2008). Grasas de Conservación Anticorrosivas Características y Aplicaciones. Parte 1: Primeros desarrollos en la Universidad de Matanzas y en Cuba. CD Monografías. Matanzas, Universidad de Matanzas. ISBN 978-959-16-0632-7.
 12. Echeverría, C.A. *et al.* (2010). Los sistemas de protección anticorrosiva y conservación (SIPAYC) y sus aplicaciones. CD de Monografías. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". ISBN: 978 - 959 - 16 - 1326 - 4.
 13. Echeverría, C. A., Méndez, O. *et al.* (2012). Etapas para la solución o mitigación de los problemas de diseño anticorrosivo en los proyectos con sistemas de pinturas protectoras. CD Monografías. ISBN 978 - 959 - 16 - 2070 - 5. Matanzas, Universidad de Matanzas.
 14. Echeverría, M. *et al.* (2007). Estudio y evaluación de materiales compuestos de matriz asfáltica modificado con polímeros (MAP) para su aplicación como recubrimientos anticorrosivos. CD Monografías. Matanzas, Universidad de Matanzas. ISBN 959-16-0490-4.
 15. Espinosa, A.R. (2013). Impacto sociocultural del procedimiento para la conservación de la colección de armas atesoradas por el Museo Provincial "Palacio de Junco" de Matanzas. Tesis presentada para optar por el título de Licenciado en Estudios Socioculturales. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Matanzas.
 16. Fontal, O. (2003). La educación patrimonial. Teoría y práctica en el aula, el museo e Internet. Editorial Trea. Gijón.
 17. Fuente de la, Castellano.J.G, Morcillo, M (2006). Long-term atmospheric corrosion of zinc. Corrosion Science: doi: 10.1016/ j.corsci. Available online at: www.sciencedirect.com, www.elsevier.com/locate/corsci.
 18. García. H, Pérez A. M. (2012). Procedimiento de intervención del servicio DUCAR en entidades del sector transportista cubano. CD de Monografías. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". ISBN 978 - 959 - 16 - 2070 - 5

19. González. A (2011). Contribución a la disminución del deterioro por corrosión de una Central Eléctrica Diesel MTU Serie 4000.” Tesis en Opción al Título de Máster en Ingeniería Química. Universidad de Matanzas, Matanzas.
20. González. A (2012). Propuesta de un Sistema Anticorrosivo y de Conservación para en área de combustibles de la Central Eléctrica MTU Diesel de Varadero. CD de Monografías Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. ISBN 978 - 959 - 16 - 2070 - 5
21. González J A .Teoría y práctica de la lucha contra la corrosión. (1984) Hernández y Col. Madrid, España. 684 páginas.
22. González, L (2006). Estudio de la corrosión atmosférica interior y exterior en dos estaciones de la provincia de Matanzas. Tesis presentada para optar por el título de Ingeniero químico. Matanzas: Universidad “Camilo Cienfuegos”.
23. Gómez, J. (2000). Estudio corrosivo sobre cuatro metales en estaciones cubanas del proyecto MICAT. La Habana. Ministerio de Industria Básica. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.
24. Hassan, A. (2010). Aprende los fundamentos de la tecnología de la preparación de superficies. CD de Monografías. Centro de Estudio de Anticorrosivos y Tensoactivos. Universidad de Matanzas. Parte I. ISBN: 978 - 959 - 16 - 1326 – 4.
25. ISO 9223 (2012). Corrosion of metals and alloys – Corrosivity of atmospheres – Classification.
26. ISO/CD11844 (2000). Corrosion of metals and alloys – Classification of corrosivity of indoor atmospheres – Determination and estimation of indoor corrosivity.
27. ISO 12944 – 1(2007). Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. General Introduction.
28. ISO 12 944-2 (2007). Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Part2: Clasificación de ambientes.
29. ISO 12944 – 3 (2007). Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Design considerations.

30. ISO 12 944-4 (2007). Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Part4: Tipos y preparación de superficies.
31. ISO 12944 – 5 (2007). Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Protective paint systems.
32. ISO 12944 – 6 (2007). Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Laboratory performance test methods.
33. Llull Peñalba, Josué. (2005). Evolución del concepto y de la significación social del patrimonio cultural.
34. López, I. (2007). Corrosión Atmosférica y Conservación en Obras Soterradas en Matanzas. Tesis de opción a grado científico de Doctor en Ciencias técnicas. Matanzas: Universidad “Camilo Cienfuegos”.
35. López, I. (2013). Conservación del patrimonio. CD Monografías. Matanzas: Universidad Camilo Cienfuegos.
36. Martínez, R. (2012). El Patrimonio Cultural Material Mueble atesorado por personas jurídicas en el Consejo Popular Matanzas Este. Trabajo de diploma en opción al título de Licenciado en Estudios Socioculturales. Matanzas.
37. Morales, J., Díaz, F., Hernández-Borges, J., González, S., CANO, V. (2006). Atmospheric corrosion in subtropical areas: Statistic study of the corrosion of zinc plates exposed to several atmospheres in the province of Santa Cruz de Tenerife (Canary Islands, Spain). *Corrosion Science*, doi:10.1016/j.corsci.2006.04.023. Available online at www.sciencedirect.com, www.elsevier.com/locate/corsci.
38. Muñiz, Y. (2010). Fuentes bibliográficas para el proceso de Interpretación del Patrimonio. Metodología para su utilización efectiva. Tesis en opción al título de Licenciado en Estudios Socioculturales. Matanzas.
39. Muxlhanga, R. *et al.* (2010). Diagnóstico de los problemas de diseño anticorrosivo, corrosión y propuesta de soluciones en la empresa salineras de Matanzas, Cuba. CD Monografías. Universidad de Matanzas. ISBN: 978 - 959 - 16 - 1326 – 4.
40. Persson, D., Mikhailov, A and Thierry, D (2002). Atmospheric corrosion of confined zinc surfaces during exposure to periodic wet-dry conditions.

-
41. Reyes, R. (2013). Propuesta de un sistema de mantenimiento y protección anticorrosiva y conservación, para las áreas de combustible y centrifugado del Diesel de la Central Eléctrica de Varadero. Tesis en Opción al Título de Máster en Ingeniería Mecánica. Universidad de Matanzas, Matanzas.
 42. Rodríguez. (2006). Desarrollo de aditivos para asfaltos modificados con bajos contenidos de hule. Publicación Técnica, 160.
 43. Rufín. G, López. I, Echeverría. C. (2010). Caracterización atmosférica en obras soterradas en Matanzas. CD Monografías. Universidad de Matanzas. ISBN 978 - 959 - 16 - 1326 – 4.
 44. Ruiz, R y Echeverría, C. (2010). Protección y corrosión en el filtro del intercambiador catiónico ciclo sodio de la Planta Piloto de la Universidad de Matanzas. CD Monografías. Universidad de Matanzas. ISBN: 978 - 959 - 16 - 1326 – 4.
 45. Soler, P. (2012). Los oficios como parte del Patrimonio Inmaterial en el barrio La Marina del Consejo Popular Matanzas Este. Trabajo de diploma en opción al título de Licenciado en Estudios Socioculturales. Matanzas.
 46. Veleva, L., Dzib, L., Gonzales, J., Pérez, T (2007). Initial stages of indoor atmospheric corrosion of electronics contact metals in humid tropical climate: tin and níkel. Revista de Metalurgia, vol. 43, no.2, p.101-110.
 47. Watanabe, M., Toyoda, E., Handa, T., Ichino, T., Kuwaki, N., Higashi, Y., Tanaka, T. (2006). Evolution of patinas on copper exposed in a suburban area Corrosion Science, doi:10.1016/j.corsci.2006.05.044. Available online at www.sciencedirect.com.

Anexos

Anexo 1: Mapa de Agresividad corrosiva de la atmósfera en Cuba.



Fig.1 Mapa regional de la agresividad corrosiva de la atmósfera en Cuba.

Anexos 2: Problemas de diseño anticorrosivo. Corrosión que presentan.

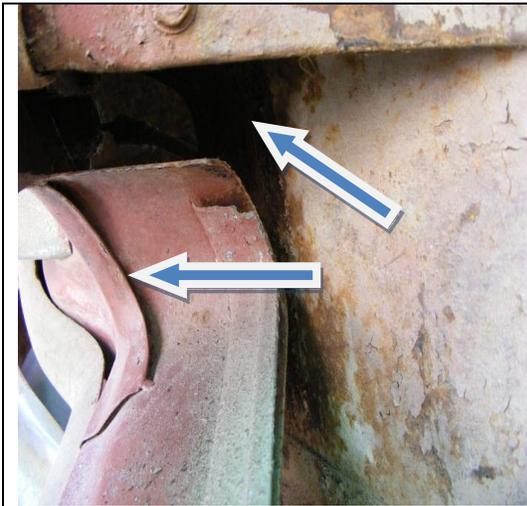


Fig. 2 Problemas de accesibilidad y tratamientos de orificios en el área del guardafangos. Corrosión intersticial y celdas de concentración.

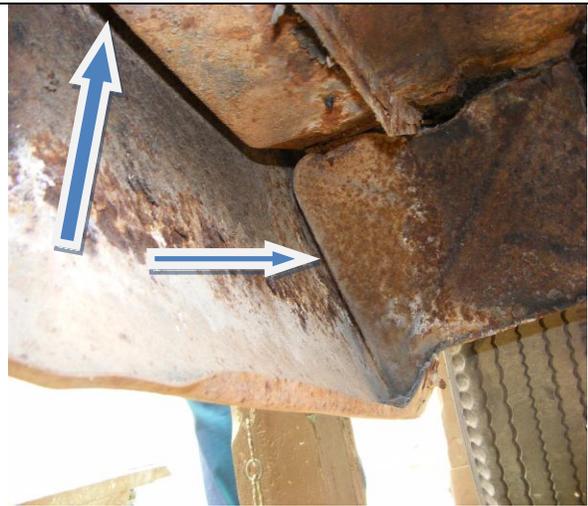


Fig.3 Zona inaccesible y tratamiento de orificios por debajo del auto. Corrosión intersticial.



Fig. 4 Par metálico creado por la unión de los cintillos de acero inoxidable con la estructura de acero al carbono del carro. Pieza de componente hueco. Corrosión por par metálico y por picadura.



Fig. 5 Par metálico creado por la unión del llavín con la puerta delantera del auto. Corrosión por par metálico.



Fig. 6 Solape, conexión con pernos y bordes en el chasis. Presencia de resquicios en esta zona. Corrosión intersticial y presencia de celdas de concentración.



Fig. 7 Problemas de accesibilidad y Conexión con pernos en el capó. Componente hueco en refuerzos del capot. Presencia de resquicios en la zona. Corrosión intersticial.



Fig. 8 Problemas en la preparación superficial por dentro de la tapa del maletero. Corrosión interfacial.



Fig. 9 Problemas en la preparación superficial en la estructura de acero al carbono. Corrosión interfacial.



Fig. 10 La puerta es un área cerrada donde ocurre de adentro hacia fuera el ataques por corrosión. Como la puerta no tiene drenaje en la parte inferior existe acumulación y depósito.



Fig. 11 EL maletero del auto representa un área cerrada con acumulación y depósito se aprecia la corrosión por celdas de aireación diferencial.



Fig. 12 Irregularidades en la superficie de la soldadura cerca de la defensa delantera. Se puede apreciar también celdas de concentración y par metálico.

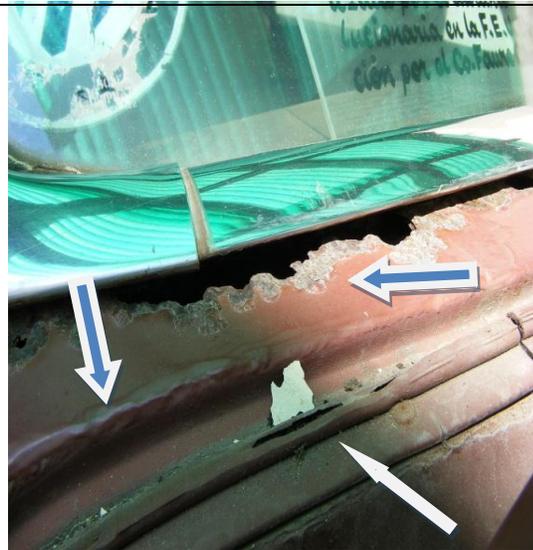


Fig. 13 Irregularidades en la superficie de la soldadura y resquicios pegados al parabrisas. Presencia de corrosión intersticial y por picaduras.



Fig. 14 Guardafangos con problemas en los bordes y resquicios. Presencia de corrosión por celdas de aireación diferencial e interfacial.



Fig. 15 El marco que se encuentra a lo largo del parabrisas es un componente hueco donde la corrosión comienza de adentro hacia fuera, existiendo problemas de preparación superficial. Celdas de concentración y corrosión interfacial.



Fig. 16 Mala preparación superficial en la estructura de acero. Presencia de corrosión por picadura, corrosión intersticial e interfacial.



Fig. 17 Irregularidades en la superficie de la soldadura. Presencia de celdas de aireación diferencial encima de la puerta.



Fig. 18 La defensa delantera del auto de acero inoxidable es un componente hueco con presencia de corrosión por picadura.

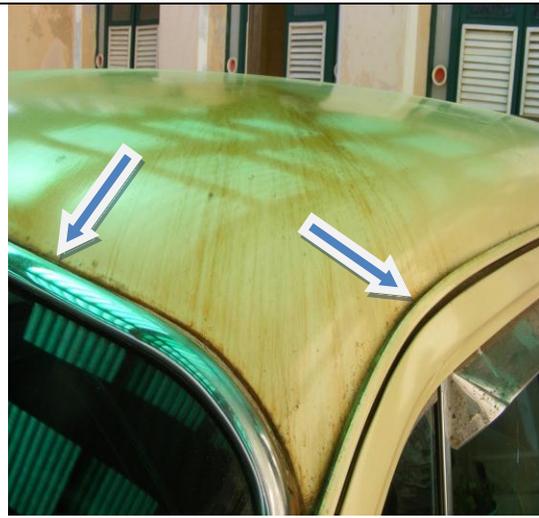


Fig. 19 Par metálico y Resquicios. Presencia de celdas de aireación diferencial en el techo del carro y corrosión interfacial.

Anexo 3 Fichas técnicas de los productos anticorrosivos utilizados.

FICHA TÉCNICA DISTIN 504

Disolución de Fosfatado Decapante Acción Rápida.

Disolución de fosfatado decapante para la preparación rápida de superficies metálicas. Proporciona una limpieza a fondo de la superficie, penetra en los intersticios, convierte el óxido, sella y forma una capa protectora y resistente a deformaciones y a la acción agresiva de la atmósfera. Produce un efecto inmediato al tratar superficies oxidadas de chapas, accesorios, piezas, equipos del transporte, etc., previo a la aplicación de recubrimientos. Puede ser aplicada sobre recubrimientos de pintura que muestren partes oxidadas, convierte el óxido y elimina la mancha en la pintura. Forma una capa protectora con sales insolubles, requiere del enjuague y secado posterior si va a aplicar algún recubrimiento antes de las 72 horas. El recubrimiento penetra en la capa de fosfato logrando un excelente anclaje.

Modo de Aplicación:

- **Proyección:** Pudiera aplicarse en áreas de difícil acceso, pero no resulta el método más adecuado por su carácter ácido, que requiere de protección.
- **Inmersión:** Se introduce la pieza desde 5 a 15 minutos en dependencia del grado de oxidación de la superficie a tratar, lográndose un alto rendimiento del baño, no requiere enjuague ni neutralización posterior si se espera al menos 72 horas para completamiento de la reacción.
- **Frotado:** Se emplea este método cuando no pueden ser empleado el método de inmersión, sobre todo en estructuras montadas, en el tratamiento de superficies oxidadas. Se recomienda para el aluminio y el zinc frotados ligeros.

Para aplicar este producto es necesario desengrasar, eliminar el polvo, los óxidos desprendibles y descontaminar con agua.

Rendimiento: Se corresponde con el generalmente establecido para los productos líquidos de 10 m² /l en la preparación de superficies por frotado con más de una aplicación. En baños donde se introducen las piezas, permite tratar hasta 50 m²/litro.

Protección Anticorrosiva: Garantiza la protección temporal de las superficies metálicas días, semanas e incluso meses, en las condiciones climáticas de Cuba en zonas de

agresividad de alta a extrema, en dependencia de las condiciones de almacenamiento.

Condiciones de Conservación:

- **Intemperie:** De no encontrarse contaminada la superficie con aerosol marino, puede proteger la estructura por un período de hasta una semana.
- **Bajo techo:** Garantiza la protección temporal por varias semanas.
- **Almacén cerrado:** Puede mantener las piezas protegidas hasta un mes o más, lo cual no se prefiere, dada la posibilidad de contaminación de la superficie.
- **Interior de tanques:** Puede utilizarse para preparar la superficie no pintada y protege la superficie durante meses si se logra un buen secado y sellaje. Procedimiento indicado especialmente para instalación de tanques de combustible.

Almacenamiento: El producto debe ser almacenado en tanques plásticos de diferentes capacidades. En estas condiciones se garantiza varios años sin afectación del producto.

Medidas de protección: Por constituir una solución ácida deben tomarse todas las medidas que evite contactos con ojos, cortaduras. El producto no daña la piel y no contamina el ambiente del área de trabajo

FICHA TÉCNICA DISTIN 314 L

Grasa Líquida Tipo Solvente.

Es una grasa especialmente preparada para la protección por proyección de componentes huecos, áreas cerradas, intersticios y otras partes de las estructuras metálicas de los equipos del transporte, contenedores, puentes, estructuras en edificaciones, etc. Por su composición líquida penetra a fondo, protege a las superficies oxidadas y a los recubrimientos de pintura. Proporciona impermeabilidad al agua en superficies oxidadas, no oxidadas o con recubrimiento, con resistencia a la corrosión en condiciones climáticas de alta, muy alta y extrema agresividad. La capa que se forma por evaporación del solvente, resiste el contacto con agua de mar, no se emulsiona, ni chorrea a temperatura ambiente. No afecta los recubrimientos de pintura y le proporciona una protección adicional por formación de una capa impermeable a los agentes agresivos. El recubrimiento que se forma por evaporación del solvente, es un producto derivado de la

oleoquímica, biodegradable, que no contamina al medio por emulsión en contacto con los líquidos. No se inflama en contacto con la llama de soplete oxiacetilénico, una vez formada la capa libre del solvente.

Método de Protección:

- **Proyección:** Es el método de aplicación que se recomienda.
- **Inmersión:** Se introducen las piezas que se quieren proteger en la grasa líquida, pero no es el más recomendado.
- **Brocha o frotado:** Se emplea este método cuando no existen condiciones para los anteriores.
- **Rendimiento:** Se corresponde con el generalmente establecido para líquidos de 8 a 10 m² /Litro.

Protección Anticorrosiva:

El recubrimiento formado toma el espesor por proyección por capas, proporciona una protección temporal de las superficies metálicas por años en las condiciones climáticas de alta, muy alta y extrema agresividad, propias de las zonas marítimas. Resiste la acción del agua de mar, no se emulsiona por contacto y no contamina el agua por este efecto. Se recomienda más de una capa por proyección. Existen experiencias de su aplicación en la conservación de componentes huecos y áreas cerradas del componente estructural del transporte por más de 10 años sin afectaciones por corrosión.

Condiciones de Conservación:

- **Intemperie:** Resiste la acción de la radiación solar que chorrea a muchas grasas, resiste años en la conservación de superficies en dependencia de la agresividad del medio y del espesor de la capa.
- **Bajo techo:** Garantiza la protección temporal por más de 3 años y resiste el ataque de microorganismos causantes de la corrosión microbiológica.
- **Almacén cerrado:** Garantiza más de 5 años con las mismas características que bajo techo.

Aplicaciones derivadas de sus propiedades:

Por sus características está especialmente formulada para el procedimiento de conservación estructural en componentes huecos, áreas cerradas y zonas inaccesibles de estructuras metálicas del transporte, edificaciones, puentes, instalaciones industriales, ya que al ser aplicada penetra a fondo formando una capa protectora, lubricante y estable que no se endurece y proporciona una alta impermeabilidad al agua.

Transportación y Almacenamiento:

El producto puede ser suministrado en tanques de 220 litros o plásticos de 20, 5 y 1 litro y otras capacidades en función de los requerimientos del cliente. En estas condiciones se garantiza varios años sin afectación del producto exceptuando la evaporación del solvente por deficiente hermeticidad.

FICHA TÉCNICA DISTIN 404

Mástique Asfáltico Semisólido con goma.

Mástique asfáltico de consistencia semisólida con goma, de alta flexibilidad, resistencia a la corrosión y adherencia, especialmente preparado para las uniones metal – metal, metal – mortero y metal – hormigón, donde resiste vibraciones sin partir, evitando la penetración de los contaminantes. Sella orificios y protege superficies sometidas a la acción del agua y la humedad. Ofrece una capa protectora a la superficie, resistente a temperaturas, deformaciones por golpes de agua, piedras y a la acción agresiva de la atmósfera. Su espesor estará en dependencia de la aplicación específica que se requiera, tanto para sellar cavidades, formar recubrimientos, etc. Especialmente preparado para sellar orificios.

Modo de Aplicación:

- **Proyección:** Pudiera aplicarse cuando se prepara de forma líquida, en este caso se recomienda el producto DISTIN 403 L.
- **Esparcimiento:** Se recomienda el esparcimiento con espátula del producto en frío o en caliente donde mejora la aplicación.

Para aplicar este producto es necesario desengrasar, eliminar el polvo y los óxidos desprendibles. Puede ser aplicado directamente sobre superficies fosfatadas y secas con

DISTIN 504.

Rendimiento: Como es un producto semisólido que puede aplicarse con diferentes espesores de recubrimiento, ello determina el rendimiento del productos.

Protección Anticorrosiva: Garantiza la protección anticorrosiva durante años, por ser un producto flexible, asimila las vibraciones, no parte. Tiene alta resistencia a la humedad de la atmósfera en las condiciones climáticas de Cuba, es resistente al biodeterioro.

Condiciones de Protección:

- **Intemperie:** Por ser un producto elaborado con goma se ve afectado por la radiación ultravioleta, aunque se tienen resultados de protección sin afectaciones sobre acero por períodos de hasta 5 años.
- **Bajo techo:** Garantiza la protección por un mayor período.

Almacenamiento: El producto debe ser almacenado en cajas de cartón, para facilitar su aplicación. No cambia sus propiedades con el tiempo.

Medidas de protección: Por ser un producto semisólido elaborado con asfalto oxidado y goma entre otras materias primas, estos productos le confieren combustibilidad, por tal motivo cuando se trabaje con oxicorte o sopletes, debe ser retirado con espátula y colocado nuevamente en caliente.

FICHA TÉCNICA DISTIN 603L

Cera Abrillantadora e Impermeabilizante Líquida.

Es una cera líquida especialmente preparada para la protección de superficies metálicas pintadas, en las cuales penetra a fondo, impermeabiliza los poros, impidiendo la penetración del agua y el oxígeno, que junto con los contaminantes atmosféricos son los causante del deterioro de las pinturas. Por su composición líquida penetra a fondo en orificios, sella e impide la penetración de contaminantes. Proporciona a los recubrimientos de pintura una resistencia a la corrosión adicional en condiciones climáticas de alta, muy alta y extrema agresividad. Además de mayor resistencia a la radiación ultravioleta, causante del deterioro de los recubrimiento de pintura. No afecta los recubrimientos de pintura y le proporciona una protección por formación de una capa

impermeable a los agentes agresivos. Puede ser aplicada sobre madera, hormigón, mortero, no teniendo reacciones adversas.

Método de aplicación:

- **Proyección:** Pudiera aplicarse pero no se recomienda, ya que se pierde mucho producto.
- **Frotado:** Es el método más recomendado, para producir una fina capa sobre la superficie de pintura.
- **Rendimiento:** Se corresponde con el generalmente establecido para los productos líquidos de 8 a 10 m²/Litro.

Protección anticorrosiva:

El recubrimiento proporciona una protección adicional y temporal de las superficies metálicas pintadas e incrementa su durabilidad en las condiciones climáticas de alta, muy alta y extrema agresividad, propias de las zonas marítimas. Resiste la acción del agua de mar por salpicaduras. Como recubrimiento temporal debe ser aplicado con la frecuencia que requiera el tipo de técnica. En automóviles cuando se observe que el agua moja la pintura debe ser aplicado.

Condiciones de conservación:

- **Intemperie:** Resiste la acción de la radiación solar, no se chorroa hasta uno 100 ° C, resiste años en la conservación de superficies en dependencia de la agresividad del medio y del espesor de la capa.

Aplicaciones derivadas de sus propiedades:

Por sus características está especialmente formulada para la protección adicional de recubrimientos de pinturas, ya que las impermeabiliza contra la acción del agua, el oxígeno y los contaminantes que la penetran, le proporciona protección adicional contra la radiación ultravioleta y brillo.

Transportación y almacenamiento:

El producto se suministra en frascos de 1 litro de capacidad.

Anexo 4

Tabla 1: Gastos por concepto de chapistería.

Tipo de medio de transporte	Costo promedio chapistería. Ligera	Costo promedio chapistería. Media	Costo promedio de chapistería grave.
Auto pequeño	100-1000	1000-2000	2000-4000
Auto mediano	2000-2500	2500-3500	Más de 3500
Auto grande	2500-3000	3000-4000	4000-5000

Fuente: Datos técnicos del CEAT.

En la tabla anterior se muestran los costos para diferentes tamaños de autos por concepto de chapistería sin utilizar el servicio DUCAR.

Tabla 2: Precio de los productos anticorrosivos en CUP y CUC

Productos del Servicio	UM	INS	P/CUP	C/CUC	PU/CUP	CU/CUC	PT/CUP	CT/CUC
DISTIN 314 L General	L/Auto	9,00	2,66	1,12	23,93	10,07	23,93	10,07
DISTIN 403 Mástique	Kg/Auto	2,00	2,04	0,65	4,07	1,30	4,07	1,30
DISTIN 504 Dis. Fosfat.	L/Auto	1,20	1,91	0,98	2,30	1,18	2,30	1,18
DISTIN 603 Cera.	L/Auto	1,20	5,87	0,77	7,04	0,92	7,04	0,92
COSTO TOTAL:					37,3	13,48	37,3	13,5

Anexo 5: Fichas técnicas de pinturas.

HEMPATEX PRIMER 16320

DESCRIPCION

Imprimación anticorrosiva de clorocaucho modificado, exenta de plomo y cromatos. Contiene fosfato de cinc como pigmento inhibidor de la corrosión.

USO RECOMENDADO

Imprimación de tipo general para superficies de acero.

PROPIEDADES TÉCNICAS GENERALES

- Excelente adherencia sobre acero convenientemente preparado
- Buena humectación del sustrato
- Excelente resistencia al agua dulce y salada
- Buena resistencia a polucionantes atmosféricos
- Secado rápido
- Buena flexibilidad
- Repintable con clorocauchos y acrílicos gama HEMPATEX
- Apto para trabajos de mantenimiento

DATOS TECNICOS

Aspecto	Mate
Color	Verde 41270, Rojo 50890
Volumen de sólidos	46%
Rendimiento teórico	9.2 m ² /litro a 50 micras
Punto de inflamación	32°C, copa cerrada
Peso específico	1.4 Kg/litro
Secaje superficial ventilación	30 min (aprox) a 20°C (ISO 1517) con buena ventilación
Secaje al tacto	2-4 horas a 20°C según ventilación

APLICACIÓN

Método	Dilución
Pistola sin aire	5% máx
Pistola aerográfica	15% máx
Brocha	5% máx

Diluyente THINNER 08080

Espesor Húmedo: 125 micras
Seco: 50 micras

Intervalo de repintado Mín: cuando esté seco
Máx: no tiene (Ver OBSERVACIONES)

Limpieza

THINNER 08080

Pistola sin aire

Boquilla: 0.023" - Presión: 150 atm (Datos orientativos)

PREPARACION DE LA SUPERFICIE Y ESQUEMA RECOMENDADO

Acero nuevo:

- Chorreado abrasivo al grado Sa2½ de la norma ISO 8501-1.
- Puede utilizarse un shopprimer para la protección preliminar.
- Antes del repintado limpiar cuidadosamente la superficie de los daños del shopprimer y la contaminación acumulada durante el almacenaje de las planchas y el período de fabricación.
- Utilizar HEMPATEX PRIMER 16320 para reparaciones y parcheos.

Mantenimiento:

- Eliminar el aceite y la grasa con un detergente adecuado.
- Eliminar las sales y otros contaminantes con agua dulce a alta presión.
- Eliminar la herrumbre y otros productos por chorreado abrasivo o limpieza mecánica.
- Parchear a continuación hasta el espesor de película original.

CAPAS SUBSIGUIENTES

Sistemas HEMPATEX o de acuerdo con la especificación.

OBSERVACIONES

Si las superficies pintadas han quedado expuestas durante un tiempo prolongado en ambientes contaminantes, limpiar cuidadosamente la superficie con agua dulce a alta presión, dejándola secar antes de repintar.

Temperatura de servicio

Tolera temperaturas de hasta 60°C en continuo y puntas de hasta 80°C. Siendo un producto termoplástico, la exposición prolongada a temperaturas superiores a 40°C puede provocar reblandecimiento de la película. Cuando la temperatura descienda de dicho valor, recuperará las propiedades mecánicas.

Espesores

Puede especificarse con otro espesor distinto al indicado. Ello alterará el rendimiento y puede influir en el tiempo de secado e intervalos de repintado. Espesor habitual 40-50 micras.

Intervalo de repintado

En sistemas multicapa con 50 micras por capa, el intervalo mínimo de repintado es de 4 horas a 20°C.

SEGURIDAD

Los envases llevan las correspondientes etiquetas de seguridad, cuyas indicaciones deben ser observadas. Además, deben seguirse las exigencias de la legislación nacional o local. Como regla general, debe evitarse la inhalación de los vapores de disolventes y de la neblina de pintura, así como el contacto de la pintura líquida con la piel y los ojos. Cuando se aplica pintura en espacios cerrados debe facilitarse ventilación forzada, acompañada de la adecuada protección respiratoria, de la piel y de los ojos, especialmente cuando se aplica a pistola.

EDICION

(G) Junio 2002

(16320-41270-00508)

HEMPEL'S MIOESMALTE ESMALTE CR 667E0

DESCRIPCION

Pintura de acabado a base de clorocaucho pigmentada con óxido de hierro micáceo.

USO RECOMENDADO

Como capa de acabado para la protección de estructuras de acero y acero galvanizado en ambientes marinos e industriales.

PROPIEDADES TECNICAS GENERALES

- Secaje rápido
- Buena flexibilidad
- Excelente adherencia sobre imprimaciones de clorocaucho y acrílicas.
- Resistente a la intemperie, al agua de mar y a salpicaduras ocasionales de ácidos y álcalis
- Cumple con el sistema de pintado SERCA ET.004/86 (B) de IBERDROLA

DATOS TECNICOS

Aspecto	Semi-mate
Color	Gris aluminio 0175E, Crema 1043E y Verde 4014E
Volumen de sólidos	47%
Rendimiento teórico	6.7 m ² /litro a 70 micras
Peso específico	1.4 Kg/litro
Secaje al tacto	1 hora a 20°C (INTA 16 02 29) con buena ventilación
Punto de inflamación	39°C, copa cerrada

APLICACION

Método	Brocha	Pistola sin aire
Dilución	5% máx	5% máx
Diluyente	THINNER 08630	
Espesor	Húmedo: 125-150 micras	
Seco:	60-70 micras	
Intervalo de repintado	Mín: 18 horas a 20°C Máx: no tiene (Ver OBSERVACIONES)	
Limpieza de equipos	THINNER 08630	

CONDICIONES DE APLICACIÓN

De acuerdo con la práctica normal de un buen pintado. Cuando se aplica en locales cerrados, debe facilitarse buena ventilación durante la aplicación y el secaje.

CAPAS PRECEDENTES

HEMPEL'S MIO PRIMER CR 649E0 o de acuerdo con la especificación.

OBSERVACIONES

Puede especificarse en espesores distintos de los indicados anteriormente, lo cual influirá sobre el rendimiento, el tiempo de secado y del intervalo de repintado.

Después de una exposición prolongada en ambientes contaminantes, debe limpiarse cuidadosamente la superficie con agua dulce a alta presión, antes de repintar.

SEGURIDAD

Los envases llevan las correspondientes etiquetas de seguridad, cuyas indicaciones deben ser observadas. Además, deben seguirse las exigencias de la legislación nacional o local. Como regla general, debe evitarse la inhalación de los vapores de disolventes y de la neblina de pintura, así como el contacto de la pintura líquida con la piel y los ojos. Cuando se aplica pintura en espacios cerrados debe facilitarse ventilación forzada, acompañada de la adecuada protección respiratoria, de la piel y de los ojos, especialmente cuando se aplica a pistola.