

**Universidad de Matanzas**  
**Sede “Camilo Cienfuegos”**  
**Facultad de Ciencias Técnicas**  
**Departamento de Química e Ingeniería Química**



## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**Título:** Propuesta de Tecnologías de Protección Anticorrosiva y Conservación en el hotel, “Meliá Península Varadero”

**Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Químico.**

**Autor:** Yurisnel Almeida Polo.

**Tutor:** MSc. Asael González Betancourt

**Matanzas, 2019.**

# *Pensamiento.*

*"La revolución se lleva en el corazón, no en la boca para vivir de ella"*



## **DECLARACION DE AUTORIDAD**

Yo, Yurisnel Almeida Polo declaro que soy el único autor de este Trabajo de Diploma Titulado: Propuesta de Tecnologías de Protección Anticorrosiva y Conservación en el hotel, "Meliá Península Varadero, realizado en la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", como parte de la culminación de los estudios en la especialidad de Ingeniería Química, por tanto autorizo que el mismo sea utilizado en la institución con la finalidad que estimen conveniente.

Firma: \_\_\_\_\_

**Yurisnel Almeida Polo**

Facultad de Ciencias Técnicas

Universidad de Matanzas Sede "Camilo Cienfuegos"

# NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma:

---

Presidente del Tribunal

---

---

Miembro del Tribunal

---

---

Miembro de Tribunal

---

Provincia: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Calificación: \_\_\_\_\_

# Dedicatoria.

*A mi madre, Gladys que desde que abrí mis ojos me ha dado todo su amor, cariño y comprensión, y me ha guiado en todo momento.*

*A mi esposa Greter, por darme todo su amor y cariño, por enfrentar junto a mi los buenos y malos momentos y por brindarme todo su apoyo y dedicación incondicional.*

*A mi hija que ha sido mi inspiración para continuar esforzándome cada día más y para ser su ejemplo y su guía en el camino de lo bien hecho.*

*A mi familia por apoyarme en momentos difíciles y compartir conmigo momentos de alegría.*

# **Agradecimientos.**

*A mi madre por creer siempre en mí.*

*A mi mujer por su amor, apoyo y comprensión y sobre todo por ser una madre excepcional.*

*A toda mi familia y amistades por su solidaridad y apoyo.*

*A mi tutor Asael por la ayuda brindada, y las instrucciones para lograr esta gran meta.*

*A todos los profesores que durante la carrera me brindaron sus conocimientos y consejos.*

*A Dios por hacer que se cumplan mis sueños.*

*Muchas gracias a todos.*

## **Resumen:**

El pronto deterioro de la instalación del Hotel Meliá Península Varadero, el incremento de los gastos de mantenimiento evidencia el impacto de la corrosión en estructuras metálicas; influyendo de manera decisiva en la agresividad del medio ambiente y las prácticas inadecuadas para la protección anticorrosiva. Atendiendo a esta problemática, se estudia la corrosión atmosférica, se evalúa el diseño anticorrosivo, se muestran imágenes de la agresividad corrosiva y los sistemas de protección en correspondencia con las Normas Internacionales. Los resultados obtenidos en la investigación, demuestran que la influencia del aerosol marino unido a los diseños anticorrosivos inapropiados, los deficientes sistemas de protección empleados y la falta de preparación del personal, son las causas fundamentales en la reducción del tiempo de vida útil de las estructuras metálicas de dicha instalación, incrementando por tanto los gastos cada año. Se propone un sistema de protección anticorrosiva y conservación como respuesta a esta problemática, el cual involucra los factores antes mencionados en su calidad, incidiendo así en la disminución de los gastos por este concepto. Realizándose una valoración económica de la propuesta.

## **Summary:**

The fast deterioration of Meliá Varadero Peninsula Hotel's installation and the increment of the maintenance expenses evidences the impact of the corrosion in metallic structures; which influences in the environment aggressiveness and in the inadequate practices for the anticorrosive protection in a decisive way. Taking into account this problem, the atmospheric corrosion is studied; the anticorrosive design is evaluated, and images of the corrosive aggressiveness and related to the protection systems are shown in correspondence with the International Norms. The results obtained in the investigation, demonstrate that the influence of the marine aerosol, joined to the inappropriate anticorrosive designs, the protection systems of poor quality and the lack of the personnel preparation are the fundamental causes in the reduction of lifetime of the metallic structures of this installation and they provoke, therefore, an increase of the expenditure every year. In this work it is proposed a system of anticorrosive protection and conservation as an answer to this problem, which involves the factors mentioned before in its quality, and this will have a bearing on the reduction of the expenditure for this concept. The impacting this way in the decrease of the expenses for this concept. Being carried out an economic valuation of the proposal.



# Indice

Introducción.....	1
Capítulo I: Análisis Bibliográfico.....	3
1.1) Corrosión en instalaciones Hoteleras .....	3
1.1.1) Antecedentes de la Corrosión en instalaciones Hoteleras.....	3
1.1.2) Corrosión en Bala de Gas en instalaciones hoteleras.....	4
1.1.3) Corrosión bajo atmosferas de Cloro en Instalaciones Hoteleras.....	4
1.2) Corrosión atmosférica del acero.....	5
1.2.1) Corrosión atmosférica y agresividad corrosiva.. ..	5
1.2.2) La corrosión atmosférica en Cuba. Factores que influyen.....	6
1.2.3) Factores que influyen en la velocidad de corrosión.....	10
1.3) Diseño anticorrosivo y su influencia en la corrosión. Enfoque en sistemas..	11
1.3.1) Clasificación de la corrosión. Tipo de corrosión.....	14
1.4) La protección anticorrosiva y conservación en instalaciones y equipos. .	20
1.4.1) Enfoque en sistema de la protección anticorrosiva con recubrimiento ...	22
1.4.2) Sistemas de protección anticorrosiva con pinturas. ....	22
1.4.3) Protección anticorrosiva y conservación adicional.....	24
1.4.3.1) Materiales compuestos de matriz asfáltica.....	24
1.4.3.2) Grasas de conservación.....	25
1.4.3.3) Cera abrillantadora e impermeabilizante.....	26
1.4.3.4) Disolución de Fosfatado.....	26
Conclusiones parciales del capítulo .....	27
Capítulo II: Diagnóstico del diseño anticorrosivo, corrosión, protección y conservación. Ensayos.....	28
2.1) Materiales y métodos.....	28

2.1.1) Análisis visual .	28
2.1.2) Fotografía digital	28
2.2) Diagnósticos de los problemas de diseño anticorrosivos y de corrosión existente.....	29
2.2.1) Bala de Gas.....	29
2.2.2) Cuarto de Máquina.....	38
2.3) Diagnóstico de la preparación de superficies.....	43
Conclusiones Parciales del Capítulo.....	45
Capítulo III: Propuesta de un sistema de protección anticorrosiva y conservación.	
Análisis de resultados.....	46
3.1) Materiales y Métodos .....	46
3.2) Propuesta de la tecnología para un sistema de protección anticorrosiva y conservación. ....	47
3.2.1) Agresividad corrosiva de la atmósfera. ....	47
3.2.2) Diseño anticorrosivo. ....	48
3.2.3) Protección anticorrosiva adicional y conservación. Fundamentación del sistema.....	49
3.3) Cartas Operacionales. ....	52
3.3.1) Carta operacional para la conservación de la Bala de Gas.. ....	53
3.3.2) Carta operacional para la conservación en el Cuarto de Máquina. ....	63
3.4) Algunos resultados económicos esperados.....	73
3.4.1) Valor Actual Neto (VAN).....	76
Conclusiones parciales del capítulo. ....	79
Conclusiones. ....	80
Recomendaciones. ....	81
Bibliografía.....	82

# Introducción.

El vertiginoso desarrollo de la ciencia y la técnica ha hecho posible que la corrosión se manifieste a diario como un severo enemigo que provoca grandes pérdidas económicas y afectan a la humanidad en sentido general. Cuba por su ubicación geográfica y con una configuración larga de Este a Oeste y estrecha de Norte a Sur, sus vientos predominantes del Noroeste propician de forma decisiva la influencia del aerosol marino, fuente importante de contaminantes que es arrastrado según su velocidad y dirección; esto nos obliga a prestarle gran atención a dicho fenómeno, pues dichas condiciones favorecen que la corrosión de los metales sea más agresiva; todo esto unido a la alta humedad relativa y la presencia de oxígeno, lo cual contribuye al deterioro acelerado de los materiales, piezas, equipos e instalaciones expuestas a dicho medio. Afecta a lo anterior para toda Cuba, la agresividad corrosiva imperante que se clasifica de media, alta, muy alta y extrema con predominio de las últimas clasificaciones. Ello junto con los problemas de diseños anticorrosivos y la poca preparación del personal provoca el deterioro prematuro de los materiales fundamentalmente metálicos y sus sistemas de protección. En el hotel Meliá península Varadero específicamente, en Bala de gas y cuarto de máquina, en estos la gran mayoría de sus partes son metálicos y están sometidos en lo fundamental a la acción de la atmósfera, además de otros medios agresivos, por lo que se justifica la aplicación del sistema de protección anticorrosiva y conservación para contrarrestar estos daños que pueden ser disminuido pero no eliminados. Otra de las causas del deterioro es la incorrecta utilización de los materiales empleados para la construcción de los equipos, afectando el diseño anticorrosivo. Además de la violación de las normas establecidas en el propio país, por falta de exigencia y control de la calidad de los procesos de diseño, construcción, preparación superficial, pintura, protección adicional, transportación y montaje. A partir del diagnóstico realizado, se han observado problemas de diseño anticorrosivo, insuficiencias en la preparación de las superficies metálicas, deficientes sistemas de pintura y falta de protección anticorrosiva y conservación adicional, que exige las condiciones del ambiente de

Cuba. Además se pudo observar que en ocasiones se seleccionan incorrectamente los materiales de construcción de los diferentes equipos.

**Problema Científico:**

Deterioro por corrosión de Bala de gas y equipos dentro del cuarto de máquina.

**Hipótesis**

Si se realiza el estudio del deterioro por corrosión a la Bala de gas y equipos dentro del cuarto de máquina, se puede proponer una adecuada tecnología para un sistema de protección anticorrosiva y conservación a dichos equipos.

**Objetivo General:**

Proponer una adecuada tecnología para un sistema de protección anticorrosiva y conservación en la Bala de gas y equipos dentro del cuarto de máquina.

**Objetivos específicos:**

- Realizar una búsqueda bibliográfica del estado del arte.
- Diagnosticar los problemas de diseño anticorrosivo, corrosión, protección y conservación en la Bala de gas y equipos dentro del cuarto de máquina en el Hotel Meliá Península de Varadero.
- Proponer tecnologías de protección anticorrosiva mediante un manual.
- Evidenciar la Factibilidad económica de la aplicación del sistema de protección anticorrosivo y conservación.

**Alcance del trabajo:**

Este Trabajo de Diploma comprende el estudio del deterioro por corrosión en la Bala de Gas y el cuarto de máquina del Hotel Meliá Península Varadero.

En el mismo se aborda lo referente a problemas de diseño anticorrosivo; corrosión con sus causas, mecanismos y factores que influyen en la Bala de Gas y el cuarto de máquina, a los cuales se les propone soluciones y el SIPAYC, con el objetivo de alargar el tiempo de vida útil del equipo.

## **Capítulo I: Análisis Bibliográfico.**

Este capítulo tiene como finalidad ampliar los conocimientos teóricos, mediante una búsqueda bibliográfica de algunas temáticas tales como: La Corrosión en instalaciones Hoteleras en Varadero y la corrosión atmosférica del acero. Además se exponen los problemas de diseño anticorrosivo y la protección anticorrosiva en instalaciones y equipos.

### **1.1) Corrosión en instalaciones Hoteleras.**

#### **1.1.1) Antecedentes de la Corrosión en instalaciones Hoteleras.**

Las principales zonas de desarrollo en Cuba se localizan en la costa norte y cayería norte, destacándose en la industria turística tales como las instalaciones Hoteleras. La estructura de las instalaciones Hoteleras es de acero estructural. En toda esta zona existe una gran influencia del aerosol marino, lo que contribuye a la contaminación de las superficies expuestas, a la adsorción y condensación de humedad, entre otros factores desencadenantes del deterioro por corrosión. En las condiciones antes expuestas el diseño anticorrosivo juega un papel fundamental, ya que contribuye a que las estructuras metálicas de equipos e instalaciones sean más vulnerables a los ataques corrosivos. De ahí que constituya un objetivo del presente trabajo identificar y proponer soluciones para los principales problemas de diseño anticorrosivo que se presentan en estas instalaciones. (Echeverría, M. et al. 2009).

En diferentes investigaciones realizadas en instalaciones Hoteleras, conjuntamente con trabajos de asesoría que se han desarrollado, se ha constatado, la importancia del diseño anticorrosivo en estructuras metálicas expuestas a la atmósfera. Al respecto, hay que consultar de forma obligada la norma de diseño anticorrosivo (NC ISO 12944 – 3: 2007), ya que en ellas se establecen los criterios básicos de diseño que tienen que cumplirse para prevenir la corrosión (Echeverría, M. et al 2010). De acuerdo a esos criterios, las superficies expuestas a los agentes corrosivos deben ser pequeñas en extensión y tener el número más pequeño posibles de irregularidades.

### **1.1.2) Corrosión en Bala de Gas en instalaciones hoteleras.**

Existen diferentes condiciones de Corrosión en el interior de una Bala de gas en instalaciones hoteleras. La Corrosión en fase vapor puede ocurrir en las áreas del interior de las balas de gas que pueden dar lugar a las corrosión tipo uniforme, hendiduras y localizada (Picadura), dependiendo de la temperatura y de las características del gas almacenado. (González, A. et al. 2015.)

Por estar en contacto directo en la atmósfera, tanto las paredes externas como la parte superior sufren problemas de corrosión atmosférica, que se pueden manifestar como corrosión generalizada líquida y mojada y del tipo picadura. Las Balas de Gas sufren corrosión externa como resultado de que el fondo de estas esta soportado directamente sobre el suelo con una gran variedad de materiales de relleno o bien está colocado sobre un anillo de concreto relleno. En ambos tipos de soportes pueden producirse problemas de corrosión localizada (Picadura) en la placa de acero del fondo. (Echeverría, M. et al. 2015).

### **1.1.3) Corrosión bajo atmosferas de Cloro en Instalaciones Hoteleras**

La presencia de cloruros en los depósitos se puede resumir, básicamente, en dos formas:

Por generación de altas presiones parciales de especies cloradas que se generan en el depósito cerca de la superficie metálica, causando un mecanismo de corrosión similar al del ataque en fase gaseosa. La generación de especies cloradas gaseosas podría originarse a partir de la sulfatación de cloruros alcalinos o por reacción entre cloruros del depósito y la capa del óxido del metal.

Los cloruros en el depósito forman eutécticos a bajas temperaturas y causan la fusión de la capa de óxido.

Para los cloruros férricos en los sistemas donde no se han tenido los cuidados necesarios para evitar la entrada de humedad, la corrosión del cloro deja como resultado un residuo formado principalmente por cloruro férrico. Dicho residuo provoca daños en sistemas de medición y control, reduciendo la eficiencia en vaporizadores y siendo indicativo de un deterioro anormal. Se puede utilizar vapor o agua caliente para disolverlo, sin embargo válvulas, equipos y otros accesorios

deben ser limpiado mediante métodos tradicionales. (Echeverría, M. et al. 2015).

## **1.2) Corrosión atmosférica del acero.**

La National Association of Corrosion Engineering, define la corrosión como un proceso natural de deterioro de los materiales a causa de su interacción con su medio ambiente.

Los aceros son los materiales más versátiles, menos caros y más ampliamente usados para la construcción de muchos sistemas ingenieriles. Sin embargo, una de sus principales limitaciones es su gran corrosividad (González, A. 2013)

Al respecto, (Dangersam, 2013) señala que la producción de acero y las mejoras de sus propiedades mecánicas, han hecho de él un material muy útil.

### **Los elementos que pueden beneficiar al acero son:**

Aluminio, azufre, boro, circonio, cobalto, cobre, cromo, fósforo, manganeso, molibdeno, niobio, níquel, nitrógeno, plomo, selenio, silicio, titanio, vanadio y wolframio.(Guerra, C.H.2014)

### **Los elementos que perjudican al acero son:**

Antimonio, arsénico, estaño, hidrógeno y oxígeno.

#### **1.2.1) Corrosión atmosférica y agresividad corrosiva.**

La corrosión es considerada como la causa más importante de fallo en los materiales metálicos, y la corrosión atmosférica es la de mayor influencia. El elevado interés por el estudio de la corrosión atmosférica se debe a la frecuencia de su acción destructiva (Samoilova, O.V. et al. 2005).

La clasificación de las atmósferas es de gran aplicación cuando se proyectan y ejecutan nuevas inversiones, se investiga sobre métodos de protección y se proyectan sistemas de recubrimiento (Rodríguez, M.T. 2004; Cook, D.C. 2005; Shifler, D. 2005; Echeverría, C.A. et al. 2005; 2008, 2010; Almeida, E. et al. 2006; Echeverría, M. et al. 2007, Núñez, C.A.2014)).

Dada la alta corrosividad de las atmósferas a que están sometidas las construcciones metálicas, la necesidad conduce al desarrollo de recubrimientos

anticorrosivos de gran eficiencia (Almeida, E. et al. 2006). Los ambientes corrosivos afectan la durabilidad del material, reduciendo así el rendimiento o funcionamiento y vida de servicio de las estructuras metálicas. Por tanto, la velocidad de corrosión proporciona las bases para decidir las medidas preventivas requeridas para proteger las estructuras (González, A. et al. 2018).

### **1.2.2) La corrosión atmosférica en Cuba. Factores que influyen.**

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. 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. (González, A. et al. 2018).

Se plantea que el conocimiento más exacto posible, acerca de los factores atmosféricos en los diferentes ambientes, ayudaría a la planificación de las medidas anticorrosivas y por ende a la disminución de las pérdidas por corrosión. (González, A. et al. 2018).

Las preocupaciones que causa este tema, han llevado a científicos e investigadores a realizar numerosos trabajos. Esto se debe, en gran medida a que el fenómeno no es fácilmente tratable con las técnicas de la ciencia de los materiales y de la electroquímica. Uno de los mayores problemas a que se enfrentan los investigadores es la simulación precisa de las condiciones meteorológicas y atmosféricas que se dan en la práctica. (Echeverría, M. et al. 2015).

Para cada ambiente, es necesario tener en cuenta la influencia sobre los materiales, de las condiciones atmosféricas del macroclima (oxígeno; humedad; contaminantes: SO<sub>2</sub>, NaCl, NO<sub>x</sub>, etc.; la radiación solar global) y del microclima (la formación de rocío, o en general, el tiempo de humectación de la superficie; el calentamiento de la superficie por la radiación solar global, especialmente la radiación infrarroja; la acumulación de iones de naturaleza ácida (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, Cl) en



la película acuosa depositada sobre el objeto. (Echeverría, M. et al, 2008).

“La corrosión atmosférica, que es la causa más frecuente del deterioro de los metales y aleaciones, es posible únicamente cuando la superficie metálica está humedecida”, señala (Echeverría, 2010).

**Factores que afectan la corrosión atmosférica.** (Guerra, C.H.2014).

Siendo la corrosión un proceso electroquímico, es necesaria la presencia de los tres elementos que la constituyen, el metal que se corroe, los agentes corrosivos y el electrolito, la ausencia de alguno de ellos implica la no ocurrencia. En este sentido el agente corrosivo naturalmente presente en la atmósfera es el oxígeno.

- a) Humedad relativa del aire.
- b) Temperatura
- c) Salinidad ambiental
- d) Vientos
- e) Polución
- f) Sólidos circundantes acarreados por el viento

### ***Humedad***

El factor más importante de la corrosión atmosférica es la humedad, sea en forma de lluvia, rocío, condensación o alta humedad relativa. En ausencia de humedad, la mayoría de los contaminantes tienen poco o ningún efecto sobre la corrosión. La lluvia tiene un efecto beneficioso sobre la corrosión debido a que es capaz de lavar la superficie metálica. Sin embargo, si la lluvia se acumula en zonas que inducen estancamiento del agua puede acelerar la corrosión mediante el suministro continuo de humedad.

La humedad provee el electrolito para que la corrosión atmosférica ocurra. El electrolito está constituido de una película muy delgada o de una película acuosa cuando el metal aparece perceptiblemente mojado. Se ha demostrado que la humedad relativa (HR) ejerce un papel decisivo en la corrosión atmosférica. Por debajo de un determinado nivel de HR la corrosión es insignificante, pues no

existe película apreciable de electrólito sobre el metal. Un espesor mínimo de 5 a 10 mono capas es necesario para que la película de agua permita que ocurra la reacción electroquímica en la superficie del metal. La humedad crítica no es una constante, varía de acuerdo a diferentes factores, por ejemplo: rugosidad de la superficie del metal que se corroe, capacidad de adsorción de humedad de los productos de corrosión y de los sólidos polucionantes que se depositan en la superficie.

### ***Temperatura***

La temperatura del aire ocasiona efectos antagónicos en la corrosión atmosférica. Por un lado, hay que considerar que un aumento de la temperatura acelera la velocidad de los diversos procesos físicos y químicos involucrados en la corrosión metálica: reacciones químicas y electroquímicas y procesos de difusión. Sin embargo, un aumento de la temperatura también conduce a velocidades más altas de volatilización de la película acuosa, reduciendo, por tanto, el tiempo de humectación de la superficie metálica. Un aumento de la temperatura reduce, asimismo, la solubilidad de los gases en la película de humedad y, por tanto, del contenido de oxígeno disuelto, fundamental para el desarrollo del proceso catódico en el mecanismo de corrosión electroquímica de los metales en la atmósfera. El efecto resultante de un aumento de la temperatura suele ser un incremento de la velocidad de corrosión bajo condiciones de humectación permanente de la superficie metálica, tales como las que ocurren durante la precipitación. Sin embargo, bajo condiciones de humectación variable, la velocidad de corrosión aumenta con la temperatura hasta un cierto valor máximo y, posteriormente, decrece.

### ***Salinidad ambiental***

Son diversas las fuentes que motivan la presencia de cloruros en la atmósfera, siendo la actividad industrial (origen antropogénicos) y el agua de mar (origen natural) las más importantes.

(Dangersam, 2013), reporta que el depósito de partículas salinas sobre la superficie metálica acelera la corrosión, sobre todo si estos pueden dar lugar a

productos de corrosión solubles. Por otro lado, los cloruros, disueltos en la capa de humedad, elevan considerablemente la conductividad de la película del electrólito sobre el metal.

Para que el ion cloruro acelere la corrosión es necesario que la superficie metálica esté humedecida. El valor de HR, a partir del cual la comienza a absorber, agua (higroscopicidad). (Dangersam, 2013) refieren que Ambler y Bain comprobaron que la humedad del 78 %, que es la de equilibrio con una solución saturada de NaCl, coincidía con una fuerte aceleración de la corrosión del acero al carbono.

### ***Vientos.***

Las partículas de aerosol marino pueden ser arrastradas por los vientos hacia el interior del continente, donde tienden a sedimentar o bien impactar y adherirse sobre superficies.

### ***Polución***

El dióxido de azufre, producto de la combustión de hidrocarburos, carbono, gas natural, se ha convertido en uno de los gases contaminantes que contribuyen a la corrosión de metales.

Menos promotores de corrosión, son los óxidos de nitrógeno (NOx) que también son productos de combustión.

El dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno (NOx) y las partículas de aerosol pueden reaccionar para formar nuevas sustancias químicas que pueden ser transportadas como aerosoles.

### ***Sólidos circundantes acarreados por el viento***

El transporte de partículas por el viento es causa de que estas se depositen en las superficies mecánicas. Su capacidad de absorción de humedad, adherencia a la superficie y capacidad de aglomeración con otras partículas influye en diferentes grados sobre la corrosión.

La diversidad de los contaminantes y su sinergia hacen que la predicción y extrapolación de resultados de la corrosión atmosférica sea difícil.

La corrosión es un proceso espontáneo que provoca pérdidas muy importantes de energía y materiales y el deterioro acelerado de máquinas, equipamientos, estructuras y productos metálicos en general, con el consecuente impacto en la economía. La identificación de los agentes ambientales agresivos y los de proceso, es fundamental en la etapa de diseño y en la selección de materiales de construcción y protección. Cuando por diversas razones la operación y/o el mantenimiento no son adecuados pueden generarse fallas inesperadas siendo las estrategias de prevención y control de la corrosión las que permiten reducir sustancialmente los costos. (González, A. 2010)

### **1.2.3) Factores que influyen en la velocidad de corrosión**

Se plantea que el conocimiento más exacto posible, acerca de los factores atmosféricos en los diferentes ambientes, ayudaría a la planificación de las medidas anticorrosivas y por ende a la disminución de las pérdidas por corrosión. (Espada, L.R. 2005, Aballe, Y. 2016).

(Dangersam, 2013), Los cambios de proceso, tales como incremento o decremento en la temperatura, presión, velocidad y concentración, pueden acelerar el ritmo de corrosión. Cuando estos cambios de proceso ocurren, es imperativo que el ingeniero monitoree el efecto en los ritmos de corrosión y de este modo evitar cierres no programados de las unidades de proceso.

Las preocupaciones que causa este tema, han llevado a científicos e investigadores a realizar numerosos trabajos. Esto se debe, en gran medida a que el fenómeno no es fácilmente tratable con las técnicas de la ciencia de los materiales y de la electroquímica. Uno de los mayores problemas a que se enfrentan los investigadores es la simulación precisa de las condiciones meteorológicas y atmosféricas que se dan en la práctica. (Aballe, Y. 2016).

De acuerdo con (Méndez, O. González, A. 2018) los principales factores que operan en la corrosión atmosférica son:

#### **Factores externos:**

Meteorológicos y de contaminación del aire.

- Condiciones de exposición que permitan el libre acceso del medio corrosivo a la superficie expuesta a la atmósfera, almacenamiento en caseta o bajo abrigo ventilado, en las cuales el metal sólo se humidifica por el rocío o el contacto accidental con la lluvia.

#### **Factores internos:**

- Como naturaleza y propiedades electroquímicas del metal, así como características de los productos de corrosión.

Cada uno de estos factores juega un rol en la aparición y aceleración de la velocidad de corrosión. Pero el efecto combinado de varios de ellos, es lo que causa las mayores pérdidas.

#### **1.3) Diseño anticorrosivo y su influencia en la corrosión. Enfoque en sistemas.**

Plantea (Álvarez, Y. 2014) que para conocer los diferentes problemas de diseño anticorrosivo que presentan las instalaciones, hay que consultar de forma obligada las Normas Internacionales, en particular las Normas (NC ISO12944 – 3, 2007), (NC ISO 12944 – 4, 2014), (NC ISO 12944 – 5, 2007) y la (NC ISO 12944 – 8, 2014). Estas normas en su conjunto, establecen los criterios básicos de diseño, que deben cumplir como consideración técnica que: “El sistema protector debe ser efectivo por el tiempo de vida de la estructura”.

Es decir, 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 (NC ISO 12944 – 3, 2007).

Según (Echeverría, C. A, et al.2010) es posible encontrar en conjunto varios problemas de diseño anticorrosivo como son:

- **Accesibilidad:** Los componentes de acero deben diseñarse para que sean accesibles a la hora de aplicar, inspeccionar y mantener el sistema de pintura protector. Es muy importante cumplir con los criterios de lograr separaciones entre componentes superiores a 50mm y profundidades menores de 100mm, para garantizar todas las operaciones de preparación de superficie, aplicación de recubrimientos y mantenimiento.
- **Tratamiento de orificios:** Orificios estrechos, hendiduras ciegas y uniones solapadas son lugares potenciales para ser atacados por la corrosión procedente de la retención de humedad y suciedad, incluyendo cualquier abrasivo utilizado durante la preparación de la superficie. La corrosión de este tipo debe normalmente, evitarse mediante el sellado. En los ambientes más corrosivos, el espacio debe ser rellenado con soldadura de acero que sobresalga alrededor de todas las secciones, y en las superficies en contacto sellarse con soldaduras continuas, para prevenir el atrapamiento de abrasivos y la entrada de humedad.
- **Prevención de la corrosión galvánica:** Cuando exista continuidad eléctrica entre dos metales de diferente potencial electroquímico en condiciones de exposición continua o periódica a la humedad (electrolito), tendrá lugar la corrosión del metal menos noble de los dos.

La velocidad de corrosión depende, entre otros factores, de la diferencia de potencial entre los dos metales conectados, sus áreas relativas, la naturaleza y período de acción del electrolito.

- **Entallas:** Las entallas en refuerzos, armas o componentes de construcción similares deben tener un radio mínimo de 50 mm, para permitir la preparación adecuada de la superficie y la aplicación de un sistema de pintura protector.
- **Refuerzos:** Cuando se requieren refuerzos es esencial que la intersección entre el refuerzo y los componentes colindantes esté soldada a todo alrededor, para prevenir la formación de huecos. El diseño de refuerzos no debe permitir

la retención de depósitos, ni agua, pero sí el acceso para la preparación de la superficie y la aplicación de un sistema protector.

- **Manipulación, transporte y montaje:** Durante la etapa de diseño, debe considerarse la manipulación, el transporte y el montaje de la estructura. Cuando sea necesario, se prestará atención al sistema de elevación y a los puntos de anclaje para la elevación además debe considerarse la necesidad de prever mordazas para sostener los componentes, así como las precauciones necesarias para prevenir daños en el sistema de pintura protector.
- **Precauciones para prevenir la retención de humedad, depósitos y agua:** Deben evitarse configuraciones superficiales en las que el agua pueda quedar retenida, y de este modo, en presencia de materias extrañas, incrementar el potencial de los agentes corrosivos.

El diseñador también debe tener en cuenta los posibles efectos de contaminación por descuelgues, por ejemplo, de productos de corrosión de acero suave sobre aceros inoxidable austeníticos, o ferríticos, que puedan provocar la corrosión de estos últimos.

- **Bordes:** Los bordes redondeados son deseables, para posibilitar la aplicación de la capa protectora de modo uniforme y para lograr un espesor de película adecuado, las capas protectoras en los bordes agudos son más susceptibles al deterioro. Por lo que los bordes agudos deberían redondearse o biselarse desde el proceso de fabricación y las rebabas en torno a orificios y a lo largo de otros bordes cortantes deberían eliminarse.
- **Imperfecciones en la superficie de las soldaduras:** Las soldaduras deben estar libres de imperfecciones (por ejemplo: aspereza, fracturas, orificios, cráteres, proyecciones), que son difíciles de cubrir eficientemente con un sistema de pintura protector.
- **Conexiones con pernos:**

**Conexiones antideslizantes con pernos de alta resistencia:** Las superficies de fricción en conexiones antideslizantes deben prepararse por chorreado, previo al

montaje, hasta un grado de preparación mínimo de Sa 2 ½, tal y como se define en la norma, con una rugosidad acordada y en la superficie de fricción puede aplicarse un material protector con un coeficiente de rozamiento apropiado.

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

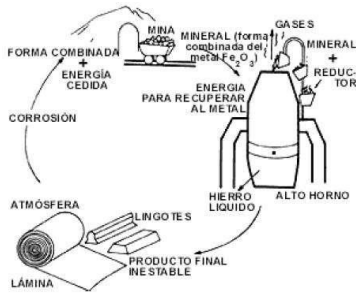
**Áreas cerradas y componentes huecos:** Dado que las áreas cerradas (interior accesible) y los componentes huecos (interior inaccesible) minimizan la superficie expuesta a la corrosión atmosférica, constituyen una sección especialmente bien adaptada a la protección frente a la corrosión, siempre que se cumplan los requisitos dados a continuación. Las áreas cerradas y los componentes huecos que estén expuestos a la humedad superficial, deben estar provistos de aberturas de drenaje y estar protegidos de un modo efectivo contra la corrosión.

### **1.3.1 Clasificación de la corrosión. Tipo de corrosión:**

Desde un punto de vista más químico, la corrosión puede definirse como el tránsito de un metal de su forma elemental a su forma iónica o combinada con cesión de electrones a un no metal, como el oxígeno o el azufre, por ejemplo. El metal retorna a la forma combinada formando óxidos, hidróxidos, sulfuros, entre otros; formas termodinámicamente más estables, que es como los metales se encuentran normalmente en la naturaleza. (Santander, C.B, 2008)

La corrosión, tal como ya se ha dicho anteriormente, es un fenómeno en que el metal vuelve a su estado de más baja energía, ya que el estado de existencia más estable para un metal su forma combinada, ya sea en forma de óxido, sulfuro, cloruro, sulfato o carbonato. De esta forma, lo que el hombre hace para extraer los metales de la tierra es ir en contra de una reacción que se da espontáneamente en la naturaleza; la corrosión. (Santander, C.B, 2008)





## Representación de la relación entre la extracción de metales y corrosión.

La estabilidad de los metales está dada por la relación entre el metal y el medio que lo rodea, luego, es posible prever el comportamiento de un metal y ambiente determinado de acuerdo a la energía libre del sistema. (Santander, C.B, 2008):

La corrosión existe desde que el hombre descubrió la forma de obtener los metales, a partir de sus respectivos minerales, proporcionándoles una determinada cantidad de energía para llevarlos hasta un estado activo o inestable y hacerlos útiles como materiales de construcción; sin embargo, la misma naturaleza les obliga a regresar a su estado original, la herrumbre. Por mucho tiempo se aceptó pasivamente la existencia de la corrosión y se consideró como inevitable; en la actualidad, debido a consecuencias severas como accidentes y alteraciones económicas, se lleva a cabo un minucioso control de la corrosión y mediante diferentes métodos se trabaja en su prevención. (Echeverría, C.A. et al. 2010).

Según (Álvarez, Y. 2014), La corrosión ha sido siempre un problema mayor en las industrias de procesos relacionadas con el gas y el petróleo. A medida que la industria ha ido creciendo y adoptando procesos modernos, los problemas de corrosión se han vuelto más numerosos y complejos. El 56% de los casos de fallas se relacionan con ambientes corrosivos.

Por su naturaleza la corrosión se puede clasificar en:

Según el mecanismo:

- a) Corrosión química.
- b) Corrosión electroquímica.

De los tipos de corrosión antes mencionados, uno de los más estudiados corresponde al fenómeno de corrosión electroquímica, de gran importancia industrial debido a las pérdidas económicas por daños en equipos. Ésta se produce por la interacción entre la superficie de un metal y un líquido (electrolito) dando origen a una celda galvánica, en donde se producen reacciones de oxidación y reducción. (Santander, C.B, 2008)

En el transporte del petróleo crudo, el tipo de corrosión que se pone de manifiesto fundamentalmente es la electroquímica. En el exterior de recipientes y oleoductos pueden actuar los factores climáticos, pero en el interior de estos, la composición del crudo juega un papel importante. (Echeverría et al., 2010)

De forma general se puede, entonces, plantear que la corrosión electroquímica se presenta en presencia de soluciones electrolíticas, por lo general acuosas. (Domínguez, J. 2010).

La corrosión se manifiesta de distintas formas y a causa de distintos fenómenos, ya sea por la naturaleza misma del material, por la interacción con electrolitos y/o microorganismos, entre otras. Puede ser uniforme, con lo cual el material se corroe a la misma velocidad en toda su superficie, o bien, ser localizada, en cuyo caso el metal resulta afectado sólo en pequeñas áreas.

### **Tipos de Corrosión**

**Corrosión homogénea, uniforme o generalizada:** En este tipo de corrosión la observación visual de la muestra presenta un ataque similar en toda su superficie. Es por tanto, la forma más frecuente de corrosión, aunque es también la menos peligrosa por su menor velocidad de penetración.

Es el tipo de corrosión al cual se le dedica mayor cantidad de recursos para su prevención y combate. Se emplean para ello los métodos más generales de combate anticorrosivo como son los recubrimientos, en particular las pinturas, los inhibidores de corrosión, la protección electroquímica y los materiales resistentes. (Domínguez, J. 2010)

**Corrosión heterogénea, no uniforme o localizada:** En este tipo, el ataque se presenta de forma preferencial sobre algunas zonas, y no siempre puede ser apreciado el daño de manera visual. Algunas zonas funcionan siempre como ánodo, mientras que otras siempre lo hacen como cátodo. (Domínguez, J. 2010).

**Corrosión intersticial:**

Para que la corrosión intersticial ocurra de manera severa es necesario que el medio presente elevada agresividad (pH ácido, concentración de cloruros media, presencia de oxidantes rápidos como el Fe III, etc.) Un aspecto muy importante es el espesor de la rendija o ranura. Si esta es lo suficientemente pequeña para evitar la introducción del electrolito, la corrosión es baja; pero si es muy ancha (más de 1 mm) también lo es. El pH dentro de la ranura baja por hidrólisis ácida de las sales del metal. (Domínguez, J. 2010).

**Corrosión picadura (pitting):**

Se manifiesta como un ataque y disolución puntual, en la práctica productiva a todo lo que ocasione una perforación puntual en la pared de un equipo se le llama picadura o pitera. La causa de ello puede ser variada por la presencia de impurezas más activas o nobles que el metal base; la corrosión bajo depósito en el interior de tuberías o recipientes, ya que desde el exterior se ve cómo un punto, aunque en el interior es un cráter y es típica de los aceros al carbono o bajo aleados, la corrosión por choque en el cobre y sus aleaciones.

En realidad la picadura clásica es la que sufren los materiales metálicos en estado pasivo, cuando se ponen en contacto con soluciones que contienen iones o sustancias activadoras como cloruros, bromuros, yoduros, hipoclorito, bromo y otras. Hay materiales metálicos más o menos susceptibles; a este tipo de ataque y, es un problema frecuente, en los aceros inoxidable. (Domínguez, J. 2010).

**Corrosión por par metálico:**

Se presenta cuando dos o más materiales metálicos están en contacto eléctrico dentro de un medio corrosivo común. En la práctica productiva tal situación se da con frecuencia. Ejemplos de ello se ven en el empleo de remaches y cordones de

soldadura de metales o aleaciones diferentes al del metal constructivo principal y en uniones embridadas. Este deterioro es raro en las industrias desarrolladas, ya que resulta relativamente fácil de evitar. En este medio se observa con frecuencia por falta de rigor técnico en el diseño y construcción de aparatos. (Domínguez, J. 2010).

### **Corrosión intercrystalina:**

Se produce, no en la superficie expuesta del material metálico, sino en su interior. Consiste en la disolución de los límites de granos o cristales metalográficos que avanza desde la superficie hacia las profundidades del material. Este fenómeno provoca el debilitamiento mecánico de la estructura del material y desemboca en la fractura de la pieza o instalación. Es frecuente en aceros inoxidables austeníticos y ferríticos, en aleaciones de aluminio, de níquel y otras, pero para que ocurra el metal debe estar sensibilizado térmicamente. (Domínguez, J. 2010).

### **Corrosión fatiga:**

El material falla, por rajadura (resistencia), pero en donde las tensiones aplicadas no son estáticas, sino que varían cíclicamente. Esta característica distintiva provoca significativos cambios en el mecanismo de rotura. Esta corrosión no es selectiva, y cualquier metal lo puede sufrir en cualquier medio corrosivo.

Debido al rozamiento entre las paredes de la grieta, las capas pasivas se deterioran y el efecto galvánico con el fondo es más débil, por lo que es menos rápida.

La fractura en la corrosión fatiga se produce a un menor número de ciclos que en la fatiga pura, para el mismo nivel de tensión. Además, no posee un límite mínimo de esfuerzo para su ocurrencia. Es frecuente en sistemas con movimiento cíclico como volantes, excéntricas, tubos bajo vibración, pistones, etc. (Domínguez, J. 2010).

### **Corrosión rozamiento o fricción:**

Se presenta cuando en un ambiente corrosivo, dos superficies sólidas metálicas o una metálica y otra no, están en contacto y se mueven relativamente una respecto a la otra en forma cíclica, produciéndose el deterioro de una o de ambas superficies. Se conoce normalmente como fretting.

Este tipo de deterioro se manifiesta como un ataque por fricción con manchas y cráteres amplios y poco profundos, pero que pueden terminar en una grieta de fatiga.

Se produce en engranajes, turbinas y piezas de maquinarias de la industria mecánica, del transporte y termo energéticas. (Domínguez, J. 2010).

### **Corrosión selectiva:**

Es un tipo de deterioro que sufren algunas aleaciones cuando se produce la disolución u oxidación selectiva de uno de los componentes de la misma. Esto sólo ocurre cuando uno de los integrantes de la aleación es mucho más activo termodinámicamente que el otro, como es el caso de los latones (Cu-Zn), el hierro fundido (C-Fe) y algunas aleaciones de aluminio y metales nobles. En los aceros inoxidable, otras aleaciones pasivas, los bronce al estaño y otros, puede haber cierta oxidación selectiva de los componentes más activos, pero este proceso se detiene rápidamente al tender a igualarse las velocidades de disolución de sus componentes, debido a la formación de capas de elevada capacidad protectora. (Domínguez, J. 2010).

### **Corrosión por celda de aireación diferencial.**

Corrosión electroquímica, atmosférica, no uniforme, galvánica por celda de aireación diferencial. Electroquímica en presencia de humedad adsorbida o de agua, galvánico por diferencia de concentración de oxígeno, que se explica de la forma siguiente: cuando surge un intersticio, defectos en la pintura, depósitos de óxido o suciedades provocando la aparición de las celdas de aireación diferencial. Debajo del depósito o en el interior del intersticio se crea un área de difícil acceso para el oxígeno, que se constituye en ánodo, tan pronto como en los alrededores con mayor acceso de oxígeno se crea el cátodo. El factor determinante es la presencia de humedad, conjuntamente con el depósito o intersticio, además de los contaminantes que como el aerosol marino acelera el proceso corrosivo.

## **Corrosión interfacial.**

Corrosión electroquímica, atmosférica, uniforme. Electroquímico homogéneo, en presencia de humedad adsorbida que penetra a la pintura, al igual que el oxígeno, pero que se desarrolla únicamente cuando hay contaminantes. El factor determinante es la presencia de contaminantes sobre la superficie metálica como aerosol marino, en la interface acero- pintura, la presencia de humedad y de oxígeno que deben atravesar la película de pintura, por lo cual influye además el espesor del recubrimiento de pintura.

### **1.4) La protección anticorrosiva y conservación en instalaciones y equipos**

Todos en la sociedad moderna son afectados de alguna manera por el fenómeno de liberación de energía o corrosión, dado que el hombre toma los metales de la naturaleza, que por lo general se encuentran en forma combinada y los transforma para obtener metales puros. Sin embargo, este proceso no es termodinámicamente favorable, ya que el metal tiende a retornar a su estado primitivo oxidándose, por lo tanto, el proceso de corrosión es inherente al propio metal.

El ser humano solo puede actuar mitigando los efectos de la corrosión e intentar de alguna manera prevenir que se revierta el material bajo su control a su inutilizable estado original, utilizando para ello medidas anticorrosivas, por lo que el control de este proceso de reversión es la meta de la ingeniería de corrosión. Este proceso no es termodinámicamente favorable ya que el metal tiende a retornar a su estado primitivo oxidándose, por lo tanto el proceso de corrosión es inherente al propio metal. (Espada, L. R. 2005).

Los problemas que originan la corrosión y degradación tienen que ser infundidos en el ánimo de los profesionales de todas las disciplinas relacionadas con la ingeniería y las ciencias aplicadas. El deterioro de los materiales es una preocupación para fabricantes y usuarios, la conservación de los recursos es un aspecto de gran trascendencia para las economías nacionales. (Shixer, D.A. 2005).

El concepto "conservación" es uno de los que hoy poseen mayor vigencia. En esta sociedad tecnificada, el alargar la vida en servicio de los metales, y en general, de los materiales debe convertirse en algo prioritario. Tomar conciencia sobre esto es el primer paso que puede ayudar a la conservación, este concepto es mucho más amplio y abarcador que el término protección anticorrosiva, se aplica a todos los materiales incluyendo los recubrimientos de pintura que pueden ser conservados contra el deterioro, a los equipos, estructuras y las instalaciones en general. En este trabajo se insiste en la protección anticorrosiva y conservación para lograr que el sistema que se aplique garantice su conservación.

Identificar los síntomas y mecanismos de un problema de corrosión es una etapa preliminar importante para encontrar una solución conveniente. Existen cinco métodos de control de la corrosión:

1. Cambiar a un material más adecuado.
2. Modificaciones del ambiente.
3. Uso de recubrimientos protectores.
4. Aplicación de protección catódica o anódica.
5. Modificaciones del diseño de sistema o componente. (Roberge, P. 2000).

Existen tres categorías generales de control de la corrosión:

1. Recubrimientos de superficie.
2. Sistemas catódicos.
3. El uso de materiales resistentes a la intemperie.

Según (Albrecht, P. et al. 2003) el tipo de estructura y el ambiente determinarán cuál de los tres acercamientos es más adecuado y económico.

El principio esencial de acción es aislar o separar el metal del medio corrosivo (Shixer, D.A. 2005).

Los recubrimientos pueden ser divididos en metálicos, inorgánicos y orgánicos. El aislamiento del acero del medio mediante, la utilización de recubrimientos y en particular con pinturas, es el método de protección más empleado. Las razones fundamentales son su bajo costo y su facilidad de aplicación (González, A. 2009).

En el presente trabajo se insiste en el estudio y evaluación de los productos anticorrosivos en la protección anticorrosiva y conservación, aplicados como sistema.

#### **1.4.1) Enfoque en sistema de la protección anticorrosiva con recubrimiento**

Del total de sales que contiene el agua de mar, el 7,68% en peso corresponde al ión sulfato (Echeverría, M. et al. 2009), que por esta vía se emiten a la atmósfera 70 millones de toneladas anuales de sulfato, procedentes del aerosol marino.

En estudios sobre corrosión atmosférica se ha demostrado, que en varias partes del mundo, la corrosión atmosférica es más rápida cuando el contenido de dióxido de azufre en la atmósfera es más alto. (Núñez, C.A.2014). Una molécula de dióxido de azufre permite la formación de 15 a 40 moléculas de herrumbre.

Al referirse al proceso cíclico de formación de herrumbre por dióxido de azufre, (Núñez, C.A.2014), haciendo referencia a Evans y Taylor, explica que están presentes dos mecanismos, el Ciclo de Regeneración Ácida y el Ciclo electroquímico.

En investigaciones recientes de la corrosión atmosférica en Cuba, no se ha logrado demostrar la influencia directa del sulfato en la corrosión del acero a partir de correlaciones matemáticas (Vera R, et al. 2012).

#### **1.4.2) Sistemas de protección anticorrosiva con pinturas**

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 (Hassán, 2009).

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).

- **Sistemas de pinturas protectoras.**

La elección de las pinturas incluye varios aspectos, dentro de los más importantes están la durabilidad, extensión del trabajo a realizar, condiciones de pintado (temperatura, humedad relativa, pintura previa y tiempo disponible para el pintado) y precio unitario de la pintura. Habitualmente las pinturas no se aplican en una sola capa, sino que lo hacen en una serie de ellas, cada una de las cuales poseen características específicas (Echeverría, C.A. 2010).

Un sistema de pintura está constituido por las siguientes capas:

**Imprimación:** capa en contacto directo con el sustrato metálico provocando la adherencia al sustrato metálico, el control de la corrosión y la adherencia a la capa intermedia.

**Intermedia:** se aplica a continuación de la capa de imprimación y su composición generalmente no difiere de ésta. Su principal función es aumentar el espesor total del sistema de pintura, por lo que es importante que tenga 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 además de cumplir exigencias estéticas (NC ISO 12944 – 5: 2007; NC ISO 12944 – 6: 2007; Rodríguez, M.T. 2006; Schmidt, D.P. et al. 2006, Núñez, C.A.2014)

La incompatibilidad entre las pinturas que conforman el sistema es un factor determinante en la calidad del recubrimiento (Echeverría, C.A. et al. 2005; 2010;Fragata, F. et al. 2006).

La Norma (NC 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. Por ello se establecen tres niveles de durabilidad: **Durabilidad Baja:** Sistema sin afectación apreciable de 2 a 5 años, **Durabilidad Media:** Sistema sin afectación apreciable de 5 a 15 años y **Durabilidad Alta:** Sistema sin afectación apreciable por un período superior a 15 años. En la actualidad, los sistemas que más se emplean en Cuba, sobre la base de la literatura consultada, son los de durabilidad Baja, en lo que incide la falta de cultura, experiencia y condiciones de agresividad existente.

#### **1.4.3) Protección anticorrosiva y conservación adicional.**

Los sistemas de pinturas no son totalmente resistentes a los medios agresivos y la presencia de problemas de diseño anticorrosivo obliga a emplear en los sistemas protectores una protección adicional.

##### **1.4.3.1) Materiales compuestos de matriz asfáltica**

Los materiales compuestos están constituidos básicamente por matrices y rellenos. La matriz es, en esencia, el elemento aglomerante y sus propiedades determinan la resistencia a la fatiga, a los efectos del medio, a la temperatura de trabajo, adherencia ( Echeverría, M. et al. 2009).

Los rellenos poseen altos valores de dureza, resistencia y módulo de elasticidad. La combinación adecuada de la matriz y el relleno origina unos materiales con mejores propiedades que las partes que los componen por separado. Algunos rellenos presentan un excelente comportamiento ante la corrosión y ataque de agentes ambientales, por otra parte, presentan buenas propiedades mecánicas frente a la tracción, como a compresión, flexión, cortadura y resistencia al impacto, lo cual justifica su utilización en estructuras ( Echeverría, M. et al. 2009).

El DISTIN 404 L ofrece una capa protectora de la superficie por evaporación del solvente, resistente a altas temperaturas, deformaciones por golpes de agua, piedras, etc. la cual penetra en todas las cavidades e intersticios que puedan existir y protege contra la acción agresiva de la atmósfera. Especialmente

preparado como recubrimiento anti gravilla 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. El Mástique asfáltico DISTIN 404 está especialmente preparado para usarlo en 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 altas 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.

#### **1.4.3.2) Grasas de conservación**

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. Un ejemplo de ello es su duración por más de 5 años en Hoteles de Varadero. Estos resultados no se han reportado por otras grasas de importación en evaluaciones realizadas en Cuba a la intemperie y bajo techo (Echeverría, C.A. et al. 2008).

Estas grasas presentan 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 cuarteo ni chorrea, resistiendo temperaturas superiores a 80° C sobre la superficie metálica (Echeverría, C.A. et al. 2010).

La grasa líquida de conservación DISTIN 314 L está especialmente preparada para la protección por proyección de componentes huecos, áreas cerradas, intersticios y otras partes de las estructuras metálicas y equipos en general, proporcionando una barrera al agua y otros agentes. La capa que se forma por evaporación del solvente, no se emulsiona, ni chorrea a temperatura ambiente.

#### **1.4.3.3) Cera abrillantadora e impermeabilizante**

La cera abrillantadora e impermeabilizante DISTIN 603 L proporciona a los recubrimientos de pintura una mayor resistencia a la radiación ultravioleta. Puede ser aplicada sobre madera, hormigón, mortero, no teniendo reacciones adversas. 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.

#### **1.4.3.4) Disolución de Fosfatado**

La disolución de fosfatado decapante DISTIN 504 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. Produce un efecto inmediato al tratar superficies oxidadas, 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. Se recomienda aplicar recubrimiento después de las 72 horas.

La disolución de fosfatado no decapante DISTIN 505 para la preparación rápida de superficies metálicas no oxidadas, logrando los mismos efectos que la anterior.

Ambos productos garantizan 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.

## **Conclusiones parciales del capítulo**

- 1- Se puede apreciar la influencia que tienen los problemas de diseño anticorrosivos sobre los problemas de corrosión. Se deduce que el conocimiento de estos parámetros son aspectos de gran importancia para poder combatir este fenómeno.
- 2- Los efectos de los factores atmosféricos, los problemas de diseño anticorrosivo, el incorrecto uso de las normas y la incorrecta selección de materiales exige de soluciones con técnicas y productos con enfoque en sistemas de protección anticorrosiva y conservación, existiendo al respecto, muy pocas referencias en la bibliografía consultada.
- 3- Las pinturas constituyen un componente fundamental en los sistemas de protección con recubrimientos debido a su amplio campo de aplicación, siendo su efectividad determinada por la correcta preparación de la superficie y por el adecuado control de los diferentes pasos a la hora de ser aplicadas, así como de su correcta selección.
- 4- Los productos DISTIN como las grasas de conservación temporal, los materiales compuestos de matriz asfáltica y las ceras impermeabilizantes encuentran utilización en la aplicación de los sistemas de protección anticorrosiva y de conservación para complementar la protección que ofrecen los esquemas de pinturas sobre los sustratos metálicos.

## **Capítulo II: Diagnóstico del diseño anticorrosivo, corrosión, protección y conservación. Ensayos.**

### **2.1) Materiales y métodos.**

En el Hotel Meliá Península de Varadero, el material que principalmente se emplea en la construcción de estas instalaciones y equipos existentes es el acero estructural de bajo contenido de carbono (AISI 1020), aunque se pueden encontrar los aceros aleados (AISI 403 12 Cr) y el hormigón armado.

Para realizar el trabajo de mesa hay que conocer los diferentes problemas de diseño anticorrosivo que presenta la instalación, por lo que hay que consultar de forma obligada las Normas Internacionales, en particular las Normas NC ISO 12 944 de la 1 - 8: 2007. Las mismas en su conjunto, establecen los criterios básicos de diseño que tienen que cumplirse para prevenir la corrosión. Es válido señalar que Cuba suscribe y aplica las Normas ISO.

Como método para la realización del diagnóstico tuvimos en cuenta los siguientes pasos:

#### **2.1.1) Análisis visual.**

Para realizar un correcto análisis de los problemas de diseño anticorrosivo, corrosión, protección y conservación, lo primero que hay que efectuar es un adecuado diagnóstico de las instalaciones y equipos. Para ello se realiza un análisis visual detallado para poder observar todos los problemas que existen.

Observación que se realiza de derecha a izquierda, de adelante hacia de detrás y de abajo hacia arriba.

#### **2.1.2) Fotografía digital.**

Seguidamente de realizada la observación, con el procedimiento anteriormente descrito se continua a la toma de las muestras fotográficas de todos los problemas existentes en los equipos e instalaciones, para posteriormente analizarlas en trabajo de mesa mediante el uso de la norma NC ISO 11303. 2009.

## **2.2) Diagnóstico de los problemas de diseño anticorrosivos y de corrosión existentes.**

### **2.2.1) Bala de Gas**

La entidad, Hotel Meliá Península Varadero consta de tres tanques de bala de Gas como se muestran en la figura 2.1 empleado para almacenar el Gas de cocina para la utilización posterior de la entidad.



Figura 2.1 Vista Frontal de las Balas de Gas

Los tanques se encuentran apoyados en soportes de hormigón, con cercas de mallas para que no se permita la entrada a personal no autorizado, estos están provistos de Tapas localizados en la parte superior de los mismos y válvulas para la obtención del gas.

Como se demuestra en la figura 2.1, los tanques y demás elementos que comprenden esta área se encuentran totalmente expuestos al medio ambiente, siendo de esta forma víctimas de los efectos que traen consigo los diferentes tipos de corrosión que se manifiestan en las superficies metálicas de estos.

La causa fundamental por el cual se han originado los problemas de diseño anticorrosivo se debe al incumplimiento de las normas internacionales vinculadas

al tema por parte de las entidades encargadas de la fabricación de piezas metálicas, e incluso desde el comienzo mismo de elaboración de estas. La identificación de los problemas de diseño anticorrosivo constituye el primer paso y más importante en el tratamiento anticorrosivo y de conservación. La determinación de los tipos de corrosión, sus causas, mecanismos y factores que influyen, es de gran importancia para el diagnóstico de los problemas de corrosión y en la búsqueda de la solución adecuada.

A continuación se analizan los diferentes equipos e instalaciones, mencionando los diferentes problemas de diseño anticorrosivo identificados en la instalación objeto de estudio como resultado del diagnóstico realizado, así como los tipos de corrosión que se originan.

### **Accesibilidad**




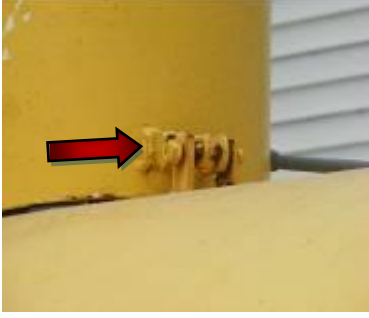
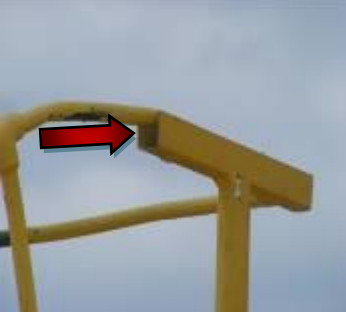
Figura 2.2

En la figura 2.2 el tipo de corrosión que se manifiesta en esta área es la originada por problemas de accesibilidad, debido al reducido espacio existente entre la unión de dos materiales donde al menos uno de estos tiene que ser metálicos 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.

**Orificio o Resquicios**

		
<p>Figura 2.3</p>	<p>Figura 2.4</p>	<p>Figura 2.5</p>

En las figuras de la 2.3 a la 2.5 el tipo de corrosión que se manifiesta es la producida por orificios ó resquicios que se puede observar en las siguientes figuras representadas por flecha roja; trae consigo la corrosión en resquicios, que es corrosión de tipo electroquímica, no uniforme. Esta favorece la acumulación de depósitos como los provenientes del aerosol marino y la humedad. En los resquicios tiene lugar la condensación a humedades relativas por debajo del 100 %, ya que se comporta como un capilar y favorece la acumulación y depósitos de contaminantes así como de la corrosión.

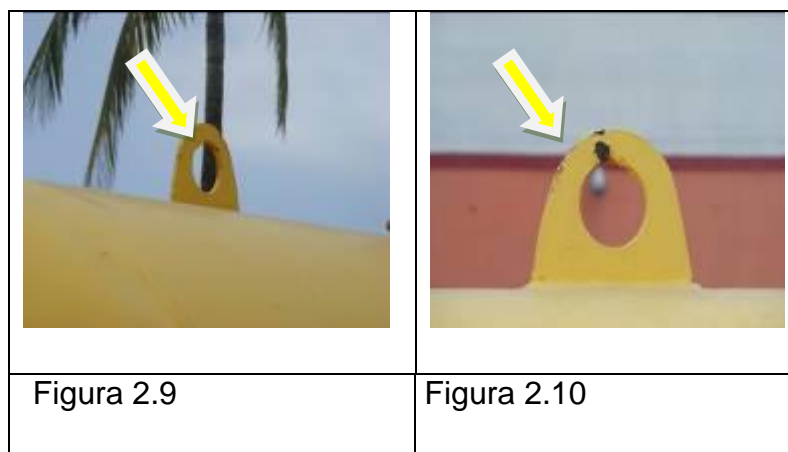
**Prevención de la corrosión galvánica (Par metálico).**

		
<p>Figura 2.6</p>	<p>Figura 2.7</p>	<p>Figura 2.8</p>

En las figuras 2.6 a la 2.8 el tipo de corrosión existente es la galvánica, la cual se pone de manifiesto cuando 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.

Se recomienda que para reducir los efectos que trae consigo este problema no se deben unir dos o más metales de diferentes potenciales electroquímicos. En caso de que no se pueda evitar este acoplamiento se tienen que seleccionar los materiales de valores muy próximos o aislar estos metales con un material cuya base sea de caucho o con algún tipo de polímero.

#### **Manipulación, transporte y montaje.**


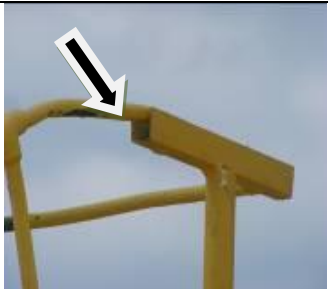



En las figuras 2.9 y 2.10 el tipo de corrosión que se observa está referido a la manipulación, transporte y montaje de equipos y estructuras metálicas. En muchos ejemplos vinculados al tema este problema se inicia desde la etapa de diseño, en la cual se deberían considerar estos aspectos (manipulación, transporte y montaje) para de esta forma no dar lugar a la ocurrencia de dicho problema. En estos casos es necesario que se le preste mucha atención a los puntos de anclaje y apoyo cuando se realicen las operaciones de izaje, y es por ello que se tiene que

considerar la necesidad de prever de mordazas para sostener los componentes durante su manipulación y transporte. Además se tienen que tener en cuenta las precauciones necesarias para prevenir posibles daños en el sistema protector de pintura durante el transporte, las elevaciones y las operaciones a pie de obra, como por ejemplo las uniones soldadas, el corte y el desbaste o lijado en algunos de los elementos de estas piezas o equipos.

Una sugerencia hecha por los facultativos pertenecientes al CEAT plantea que una vez concluidas las tareas de terminación, se realice un diagnóstico visual a los objetos de obra específicamente en los puntos vulnerables anteriormente mencionados, con el objetivo de detectar una manifestación vinculada con este u otros problemas corrosivos.

**Precauciones para prevenir la retención de humedad, depósitos y agua.**




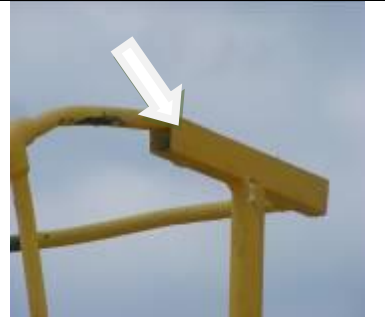


		
<p>Figura 2.11</p>	<p>Figura 2.12</p>	<p>Figura 2.13</p>

En las figuras de la 2.11 a la 2.13 el tipo de corrosión predominante se debe a la retención de humedad, depósitos y agua. En todos los diseños de piezas metálicas expuestas al medio ambiente las cuales su propósito no sea la de embasar agua u otro líquido, 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. La mejor forma de

impedir la existencia de este problema, consiste en cumplir con las precauciones que se plantean a continuación:

- Realizar los diseños con superficies inclinadas o biseladas.
- Eliminar las secciones abiertas en la parte superior de las estructuras o colocarlas en posición inclinada.
- Suprimir o sellar las cavidades y huecos en los que puedan quedar retenidas el agua y la suciedad.
- Diseñar el drenaje de agua y líquidos corrosivos de forma tal que no interactúen con las estructuras.







**Bordes.**

		
<p>Figura 2.14</p>	<p>Figura 2.15</p>	<p>Figura 2.16</p>
		
<p>Figura 2.17</p>	<p>Figura 2.18</p>	<p>Figura 2.19</p>

En las figuras de la 2.14 a la 2.19 el tipo de corrosión que se observa es la corrosión originadas por 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.




**Imperfecciones en la superficie de las soldaduras.**

		
<p>Figura 2.20</p>	<p>Figura 2.21</p>	<p>Figura 2.22</p>
		
<p>Figura 2.23</p>	<p>Figura 2.24</p>	<p>Figura 2.25</p>

En las figuras de la 2.20 a la 2.25 el tipo de corrosión que se ha producido es debido a las imperfecciones existentes entre las uniones soldadas de piezas metálicas, las cuales tienen que estar libres de imperfecciones (aspereza, fracturas, orificios, cráteres, proyecciones), que son difíciles de cubrir

eficientemente con un sistema protector de pintura. El problema de las soldaduras se puede manifestar de dos formas, una continua e irregular y la otra es por puntos. Este problema se puede observar en la siguiente figura representada con flecha carmelita. En este caso se observa problemas de imperfección en la superficie continua que provocan que se depositen los contaminantes como son los cloruros, sulfatos provenientes del aerosol marino principalmente. Trae consigo la corrosión en resquicios de tipo electroquímica, no uniforme y la corrosión por celdas de aireación diferencial.

**Conexiones con pernos.**

		
<p>Figura 2.26</p>	<p>Figura 2.27</p>	<p>Figura 2.28</p>

En las figuras de la 2.26 a la 2.28 el tipo de corrosión que se manifiesta está vinculada a las uniones o conexiones entre piezas mediante pernos, donde al menos una de estas tiene que ser metálica y vulnerable ante la corrosión. 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.

## Áreas cerradas



Figura 2.29

Dado que las áreas cerradas (interior accesible) disminuyen la superficie expuesta a la corrosión atmosférica, constituyen una sección especialmente bien adaptada a la protección frente a la corrosión, siempre que estén protegidos de un modo efectivo contra la corrosión ya que en estos casos no se observa la corrosión que viene de adentro hacia fuera. Este problema está representado con flecha verde claro en la figura 2.29.

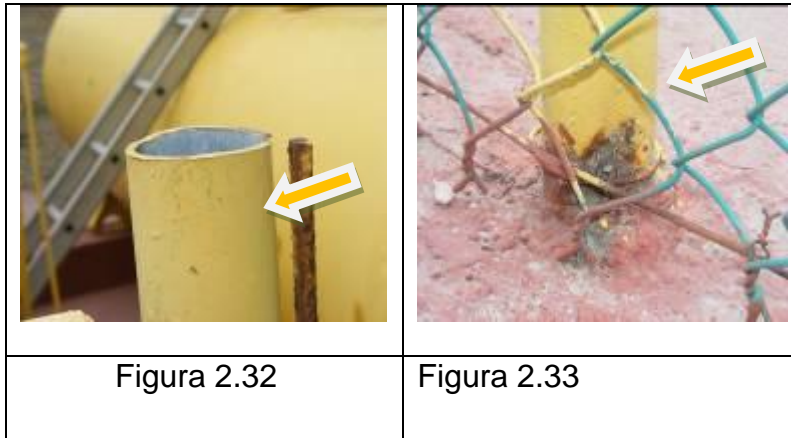
## Componentes huecos.



Figura 2.30



Figura 2.31



Dado que los componentes huecos representados en las figuras 2.30 a la 2.33 (interior inaccesible), constituyen una sección especialmente bien adaptada a la protección frente a la corrosión ya que reducen la superficie expuesta, siempre que estén provistos de aberturas de drenaje y estén protegidos de un modo efectivo contra la corrosión. En estos casos no se observa la corrosión que viene de adentro hacia fuera. Este problema está representado con flechas amarillas oscuras.

## 2.2.2) Cuarto de Máquina

### Accesibilidad.

Los componentes que pueden sufrir corrosión y deban presentar inaccesibilidad después del montaje, deben fabricarse con materiales resistentes a la corrosión o tener un sistema de pintura protector que sea efectivo durante el tiempo de servicio de la estructura, evitando que tengan lugar. Los tipos de corrosión que se encuentran en estos casos son las siguientes:

- La corrosión atmosférica húmeda que se clasifica del tipo de corrosión electroquímica, atmosférica, uniforme. La presencia de contaminantes, principalmente los cloruros y sulfatos provenientes del aerosol marino, son factores que influyen en la aceleración de la corrosión cuando existe humedad.
- La corrosión por celdas de aireación diferencial provocada por la diferencia de concentración de oxígeno entre la superficie donde se encuentra el

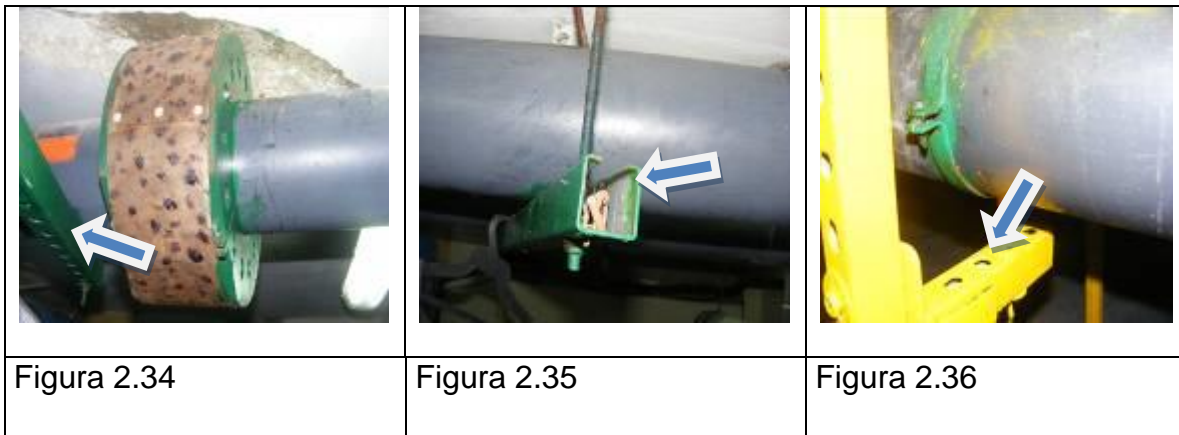


contaminante y el resto. Esta es también corrosión del tipo electroquímica, atmosférica, pero no uniforme, galvánica por celdas de aireación diferencial. Esta diferencia de concentración, origina una diferencia de potencial, donde el ánodo es la zona donde aparece la acumulación o depósito y el cátodo sus alrededores.

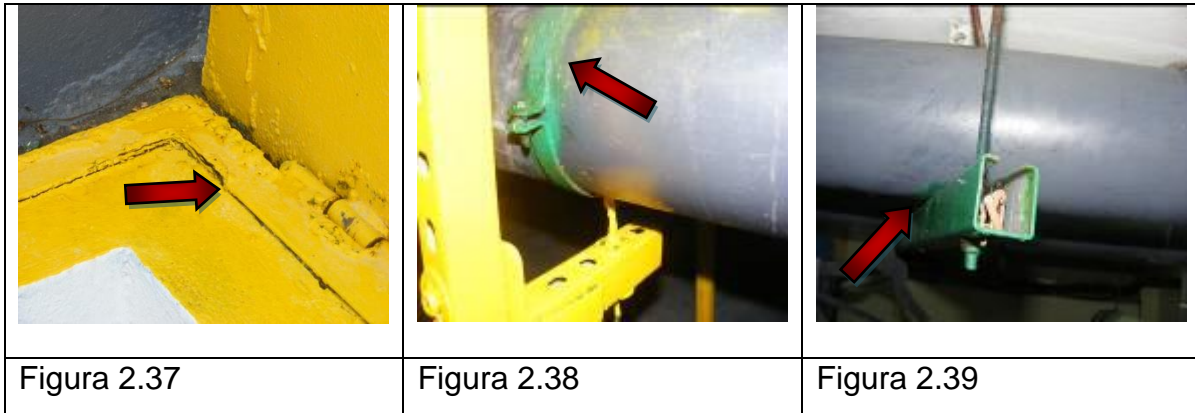
- La corrosión picadura es del tipo Electroquímica, atmosférica, no uniforme, galvánica por diferencia de potenciales. Cuando surge una picadura en una superficie pasiva, esta se convierte en ánodo, y el resto de la superficie pasiva que es mucho más noble se convierte en un cátodo.

Las áreas de difícil acceso se pueden observar en las figuras 2.34 a la 2.36 representadas con flecha azul.

### Orificios o resquicios.



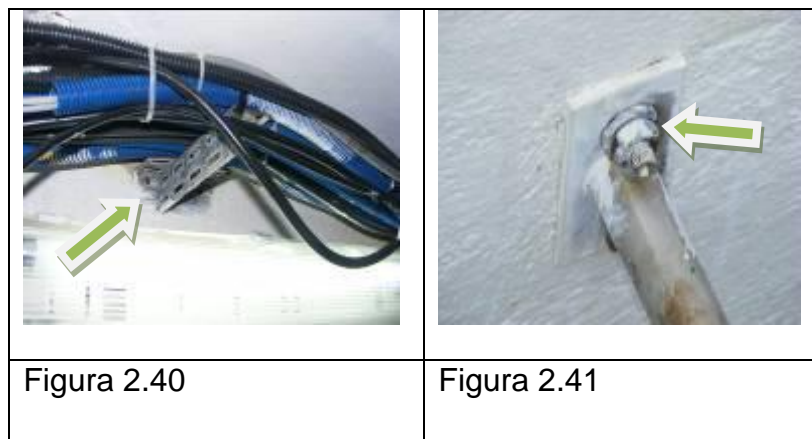
Otro problema de diseño anticorrosivo que afecta, es el problema de tratamiento de orificios, que se puede observar en las figuras 2.37 a la 2.39 representadas por flecha roja; trae consigo la corrosión en resquicios, que es corrosión de tipo electroquímica, no uniforme. Esta favorece la acumulación de depósitos como los provenientes del aerosol marino y la humedad. En los resquicios tiene lugar la condensación a humedades relativas por debajo del 100 %, ya que se comporta como un capilar y favorece la acumulación y depósitos de contaminantes así como de la corrosión.



**Prevención de la corrosión galvánica.**

El problema de prevención de la corrosión galvánica es producto de la unión de materiales de naturaleza diferente. La corrosión que originan estos problemas se puede observar por la presencia de diferentes materiales. La corrosión que se genera es del mismo nombre siendo del tipo electroquímica, no uniforme.

En ella el metal más activo actúa como ánodo y sobre el metal menos activo tiene lugar la reducción del agente oxidante y actúa como cátodo. En esto, influye la magnitud de la diferencia de potenciales y la diferencia de áreas entre metales. Si el diseño es tal que el par galvánico no puede evitarse, las superficies en contacto deberían estar aisladas eléctricamente. Este problema se puede observar en las siguientes figuras representadas con flechas verdes.



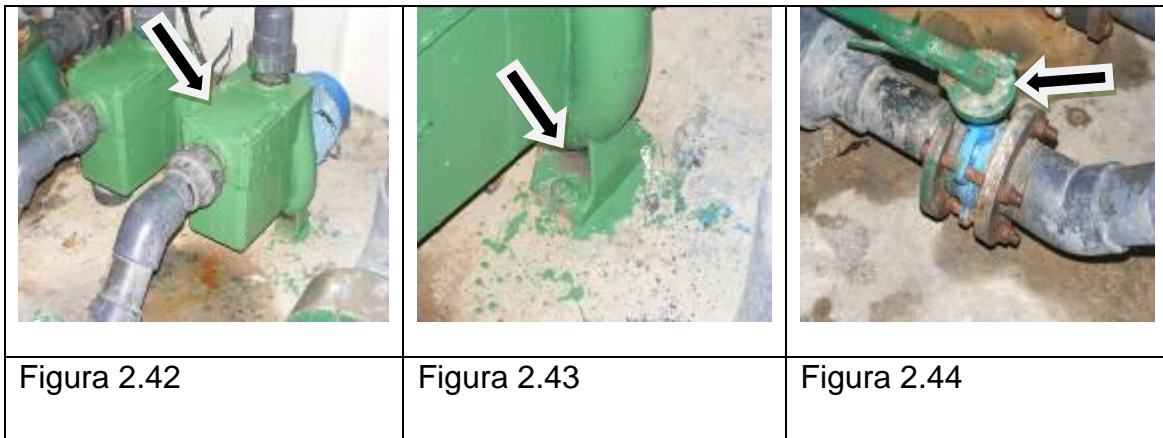
Si el diseño es tal que el par galvánico no puede evitarse, las superficies en contacto deberían estar aisladas eléctricamente, por ejemplo pintando las superficies de ambos metales. Si solo es posible pintar uno de los metales

adyacentes a la unión, se debe pintar, si es posible, el metal más noble. De modo alternativo, puede ser considerada la protección catódica.

### **Precauciones para prevenir la retención de humedad depósitos y agua.**

Las piezas deben ser diseñadas de tal forma que no existan zonas de acumulación y depósitos que traen consigo serios problemas de corrosión tal y como se muestran en las figuras 2.42 a la 2.44 representado por flecha negra.

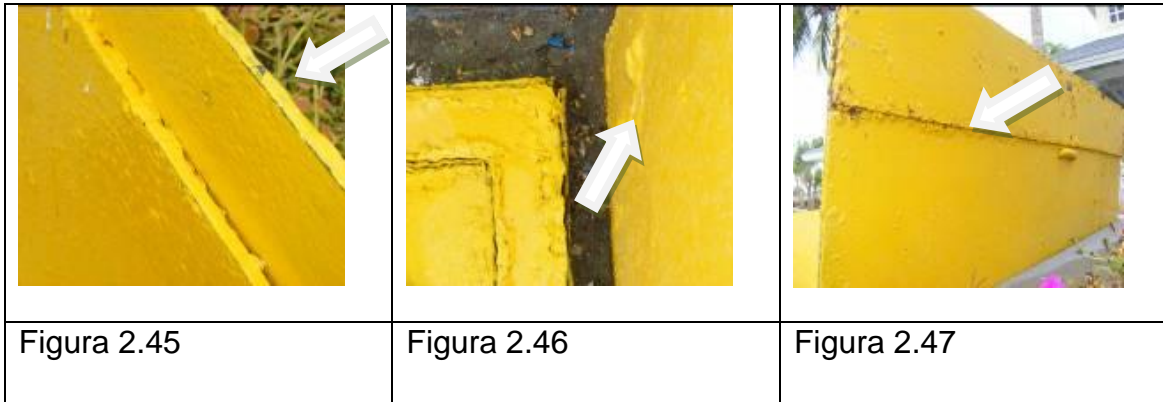
Los tipos de corrosión que pueden generar este problema es la corrosión atmosférica húmeda y/o mojada, además de las celdas de aireación diferencial, llegando en ocasiones a la picadura.



### **Bordes.**

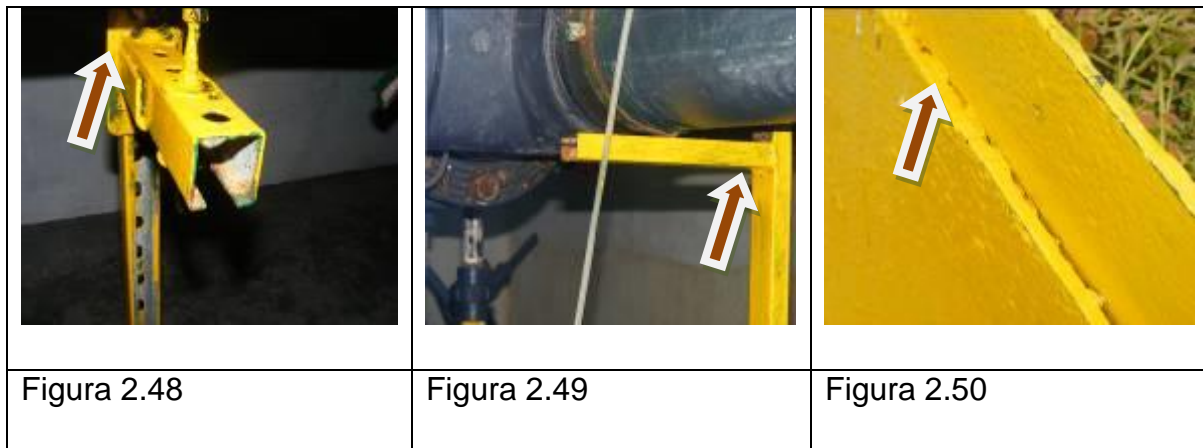
Los bordes deben ser redondeados o biselados desde el proceso de fabricación, las rebabas en torno a orificios y a lo largo de otros bordes cortantes que deberían eliminarse para que favorezca el anclaje de los recubrimientos por pinturas.

Varias partes de esta área presentan problemas en los bordes, que por lo general, no se les presta la atención que requieren y por consiguiente traen grandes afectaciones a los sistemas de pinturas. Este problema se observa en las siguientes figuras que están representados con flecha blanca. En estas zonas está presente la corrosión interfacial.



**Imperfecciones de la superficie de la soldadura.**

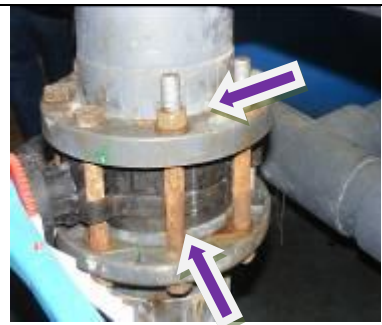
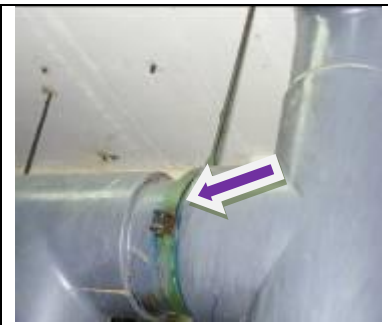

El problema de las soldaduras se puede manifestar de dos formas, una continua e irregular y la otra es por puntos. Este problema se puede observar en las figuras 2.48 a la 2.50 representada con flecha carmelita. En este caso se observa problemas de imperfección en la superficie continua que provocan que se depositen los contaminantes como son los cloruros, sulfatos provenientes del aerosol marino principalmente. Trae consigo la corrosión en resquicios de tipo electroquímica, no uniforme y la corrosión por celdas de aireación diferencial.



**Conexiones con pernos.**




Las superficies de fricción en conexiones antideslizantes deben prepararse, previo al montaje. Se debe prestar una atención especial a la especificación de películas de pinturas, los pernos, las tuercas y las arandelas deben protegerse contra la corrosión para obtener la misma durabilidad que la protección de la estructura. Estos elementos están sujetos a la corrosión en resquicios por tener muchas

zonas de unión. Este problema está representado en las figuras 2.51 a la 2.53 con flechas violetas.

		
<p>Figura 2.51</p>	<p>Figura 2.52</p>	<p>Figura 2.53</p>

**Componentes huecos.**







Dado que los componentes huecos (interior inaccesible), constituyen una sección especialmente bien adaptada a la protección frente a la corrosión ya que reducen la superficie expuesta, siempre que estén provistos de aberturas de drenaje y estén protegidos de un modo efectivo contra la corrosión. En estos casos no se observa la corrosión que viene de adentro hacia fuera. Este problema está representado con flechas amarillas oscuras en las figuras 2.54 a la 2.56.

		
<p>Figura 2.54</p>	<p>Figura 2.55</p>	<p>Figura 2.56</p>

**2.3) Diagnóstico de la preparación de superficies**

Existen muchos elementos para argumentar que la preparación previa de la superficie resulta de vital importancia en la aplicación de los recubrimientos y para ello hay que tener en cuenta una serie de pasos que se deben cumplir de forma obligatoria. En las superficies de acero la pintura se debe mantener prácticamente

intacta, los puntos de corrosión no deben sobrepasar un décimo de un por ciento de la superficie. Esto implica un daño no superior al 0,1%. Esto se puede observar en las siguientes figuras.

		
<p>Figura 2.57</p>	<p>Figura 2.58</p>	<p>Figura 2.59</p>
		
<p>Figura 2.60</p>	<p>Figura 2.61</p>	<p>Figura 2.62</p>

## **Conclusiones parciales del capítulo**

1. Los problemas de diseños anticorrosivos junto con los efectos de los contaminantes atmosféricos, son la causa principal de los problemas de corrosión que se presentan en el Hotel.
2. La solución a los diferentes problemas de corrosión que se presentan, requieren de conocimientos sobre cómo eliminar los problemas de diseños anticorrosivos, preparación superficial y de los métodos de protección que deben ser aplicados.
3. Todos los tipos de corrosión y problemas de diseños anticorrosivos que se presentan, provocan afectaciones a las instalaciones por lo que deben ser atendidos por igual.

.

## **Capítulo III: Propuesta de un sistema de protección anticorrosiva y conservación. Análisis de resultados**

En este capítulo se aborda lo referente a las soluciones de los problemas de diseño anticorrosivos presentes en las Balas de Gas y en el Cuarto de Máquina del Hotel Meliá Península Varadero, así como los materiales y métodos, que son empleados en la propuesta del Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación (SIPAYC).

La protección anticorrosiva y la conservación enfocada a un sistema no es solo proteger con novedosos esquemas de pintura, sino la combinación de estos con un grupo de productos, que permitan disminuir los efectos de los problemas de diseño anticorrosivo. Dentro de los productos podemos encontrar las grasas de conservación, los mástiques asfálticos, las ceras protectoras y las disoluciones de fosfatado; estableciendo un sistema de supervisión y control de la calidad de los trabajos antes, durante y después de su ejecución por lo que es nuestro objetivo establecer las normativas para la protección anticorrosiva y conservación de los equipos y la infraestructura de las instalaciones preservando siempre el medio ambiente.

### **3.1) Materiales y Métodos.**

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

- ✓ Disolución de Fosfatado Decapante de Acción Rápida DISTIN 504.
- ✓ Grasa Líquida Tipo Solvente DISTIN 314 L.
- ✓ Grasa Semisólida DISTIN 314.
- ✓ Mástique Asfáltico Semisólido DISTIN 404
- ✓ Mastique Asfaltico Líquido Tipo Solvente con Goma DISTIN 404 L.
- ✓ Cera Impermeabilizante y Abrillantadora Líquida DISTIN 603 L



### **3.2) Propuesta de la tecnología para un sistema de protección anticorrosiva y conservación.**

El Centro de Anticorrosivos y Tensoactivos (CEAT), de la Universidad de Matanzas ha desarrollado entre otras líneas de investigación, la relacionada con los Sistemas de Protección Anticorrosiva y Conservación (SIPAYC), que abarca componentes, piezas, equipos y estructuras, de acuerdo con una metodología desarrollada que se reporta en (Echeverría, C.A. et al. 2010).

Igualmente existe la Norma NC ISO 11303: 2009, que proporciona las directrices para seleccionar los métodos de protección contra la corrosión atmosférica de los metales y de las aleaciones utilizando la clasificación de la corrosividad atmosféricas y las NC ISO 12944:1-8, 2007 que abarcan desde los estudios para la clasificación del medio, hasta los proyectos de ejecución y mantenimiento, que incluyen el control de la calidad para la protección anticorrosiva, todo ello tratado en el análisis bibliográfico.(González, A. et al. 2015).

#### **3.2.1 Agresividad corrosiva de la atmósfera.**

La agresividad corrosiva determina las medidas a tomar para darle solución a los problemas de diseño anticorrosivo, así como la preparación superficial que se tiene que lograr, los espesores de la pintura que se debe aplicar y los productos para la protección anticorrosiva y conservación adicional que se apliquen y el tiempo en que resultan efectivos los mismos.

La agresividad corrosiva de la atmósfera se debe considerar en todo momento, pero hay fechas del año en que son más significativas. Al respecto en Cuba, existen dos períodos del año, uno de octubre a marzo que coincide con el período de los frentes fríos y de seca, donde penetra con mayor cantidad y frecuencia el aerosol marino, siendo este período no recomendable para las labores de mantenimiento de protección anticorrosiva y conservación y otro de abril a septiembre, que coincide con el período de lluvia, donde hay menos influencia del aerosol marino y las superficies metálicas son frecuentemente lavadas y descontaminadas por la lluvia. Este período es el más recomendado para estas labores.

El primer paso para la aplicación del SIPAYC es la determinación del nivel de la agresividad corrosiva de la zona.

Los objetos que deben ser protegidos de la corrosión atmosférica están situados en el litoral norte en un ambiente marino-turístico con presencia de aerosoles salinos, gases corrosivos y altos niveles de humedad relativa y radiación ultravioleta de la luz solar. El mapa de corrosividad atmosférica de Cuba señala que en la franja hasta 1 km de la costa norte el acero sufre una pérdida de masa anual mayor a 1000 gramos por m<sup>2</sup> de superficie; esto permite clasificar el ambiente en la categoría de muy alta corrosividad C5-I, C5-M, especificada por la Norma Cubana NC ISO 12944-2:2008.

### **3.2.2 Diseño anticorrosivo.**

Al analizar la Norma Internacional NC ISO 12944: 3: 2007 donde se aborda los problemas de diseño en la protección anticorrosiva con pinturas, que es aún insuficiente en las soluciones que propone. Seguidamente veremos las soluciones que se proponen en el sistema propuesto.

- **Accesibilidad:** Una de las soluciones es convertir estas áreas en un componente hueco o en un área cerrada. En la primera se cierran los accesos con laminados soldados. Se le practican orificios de accesos en puntos superiores y drenaje en las partes inferiores, para que pueda ser protegida interiormente mediante la atomización de una Grasa Líquida Tipo Solvente. En la segunda se prepara una tapa o cubierta que pueda ser retirada, cuando las labores de mantenimiento lo requieran. Antes de colocar la tapa o cubierta se aplica interiormente por atomización Grasa Líquida tipo Solvente que en ambos casos es la DISTIN 314 L.
- **Soldaduras:** En las irregulares la solución es emparejarla con cepillo o electro esmeriladora y posteriormente preparar la superficie y pintar. En las discontinuas la solución es atomizar Grasa Líquida Tipo Solvente DISTIN 314 L y completar la soldadura de forma continua y pareja para después preparar la superficie y pintar.
- **Orificios o resquicios:** En este caso se recomienda las llamadas uniones

blandas, es decir, preparar la superficie, pintar, colocar mástique asfáltico semisólido DISTIN 404. Una vez montada, se corta el sobrante. Cuando ya existen la mejor manera es aplicar Grasas Líquida Tipo Solvente DISTIN 314 L y posteriormente aplicar mástique asfáltico semisólido DISTIN 404.

- **Zonas de acumulación y depósitos:** Las formas de atenuar su efecto una vez creadas son mediante la práctica de orificios de drenaje que faciliten la salida del agua y depósitos y por otro lado producir superficies inclinadas mediante la aplicación de Mástique Semisólido DISTIN 404.
- **Uniones con pernos:** La solución es la preparación de la superficie de los pernos, tuercas y arandelas, pintarlos y después colocarlos con mástique semisólido DISTIN 404, para rellenar los orificios que quedan. Una vez que se produzca el apriete, se pintan nuevamente.
- **Componentes huecos y áreas cerradas:** La solución en estos casos es proteger interiormente con Grasa Líquida Tipo Solvente DISTIN 314 L, por atomización, colocando tapones en los accesos y drenajes.
- **Par metálico:** La solución es evitar la unión de metales de diferente naturaleza y de realizarse tratar de aislar ambos metales con mastiques asfálticos semisólidos DISTIN 404 y/o pintar el material más noble.
- **Bordes:** La solución en estos casos es redondear los bordes usando algún equipo eléctrico, para posibilitar la aplicación de la capa protectora de modo uniforme y para lograr el espesor de la película adecuada.

### **3.2.3 Protección anticorrosiva adicional y conservación. Fundamentación del sistema.**

En los análisis anteriormente realizados ha quedado demostrado que las normas (NC ISO 12944: 1-8, 2007), no son suficiente para darle solución a todos los problemas de corrosión existentes en cuanto a la protección adicional a emplear, ya que no señala qué productos pueden ser utilizados.

Como se ha venido diciendo, como protección anticorrosiva adicional son recomendables los productos DISTIN, por su efectividad ya demostrada por el

laboratorio LABET, por su fácil manejo a la hora de aplicarse y por los bajos costos que representa a la hora de dar mantenimiento ya que son de producción nacional.

El Mástique Asfáltico Semisólido DISTIN 404, se aplicaría dentro del sistema de mantenimiento en las uniones solapadas con pernos, una vez pintadas, para eliminar los orificios que se forman tanto en el solape, entre el perno y el orificio, entre la arandela y la tuerca, produciendo las llamadas uniones “húmedas”.

En las uniones con bridas, para el problema de orificio en los pernos una vez pintados y para rellenar los orificios que quedan entre la junta y las bridas.

En las uniones metal–hormigón y metal-mortero, después de aplicado el recubrimiento de pintura sobre el metal.

En la eliminación o atenuación de las zonas de acumulación de depósitos y agua, con el cual se pueden producir superficies inclinadas o rellenar hendiduras.

Cuando se efectúa otro mantenimiento que implica la destrucción de los recubrimientos, estos tienen que ser restituidos, aunque aún no se cumpla con la durabilidad establecida para el producto, que puede garantizar la durabilidad de 5 años para los recubrimientos de pinturas, como se desea.

El Mástique Asfáltico Líquido tipo solvente DISTIN 404 L, puede ser atomizado para que penetre en componentes huecos con alta humedad que tienen que ser impermeabilizados, tales como la parte del interior de los tubos de los soportes de las tuberías del cuarto de máquina, en los orificios de aquellas uniones que no pueden ser separadas durante las labores de mantenimiento, para proporcionar una protección adicional a pernos, tuercas y arandelas.

Este cumple por lo general una protección temporal, por tanto tiene que establecerse en los planes de mantenimiento un período de control anual del estado de las superficies protegidas con estos productos. Posteriormente a partir de la experiencia práctica, puede extenderse o disminuirse estos plazos.

Las grasas de conservación DISTIN 314, DISTIN 314 L, son grasas de conservación semisólidas y líquida base solvente que encuentran aplicaciones en la protección anticorrosiva y conservación.

En la parte inferior de los soportes de los tanques de Bala de Gas donde no es posible preparar las superficies y aplicar recubrimiento de pintura, en zonas inaccesibles, en el sellado de los orificios en las uniones acero – hormigón.

Esta cumple por lo general una protección temporal, por tanto tiene que establecerse en los planes de mantenimiento un período de control anual del estado de las superficies protegidas con estos productos. Posteriormente a partir de la experiencia práctica, puede extenderse o disminuirse estos plazos.

La Cera Abrillantadora e Impermeabilizante DISTIN 603 L, está preparada para la conservación de superficies metálicas pintadas, en las cuales penetra a fondo, impermeabiliza los poros, impidiendo la penetración del agua y el oxígeno.

Dentro de las aplicaciones está la conservación de los recubrimientos de pinturas en los tanques de Bala de Gas y en general sobre todas las superficies que han sido pintadas, ya que puede eliminar manchas y evitar la penetración del agua.

Esta cumple una protección temporal, de meses, en función de las condiciones de agresividad a que esté sometido el equipo. Por tanto, tiene que establecerse en los planes de mantenimiento un período de control y reposición en este caso mensual. Posteriormente a partir de la experiencia práctica, puede extenderse o disminuirse estos plazos y ajustarse a las condiciones de explotación de cada equipo.

La Disolución de Fosfatado Decapante DISTIN 504, Disolución de Fosfatado No Decapante DISTIN 505, están diseñadas para la preparación rápida de superficies metálicas oxidadas y superficies metálicas no oxidadas respectivamente, dejando así una superficie limpia para su posterior tratamiento de pintado.

Esta cumple una función temporal antes de cada mantenimiento de pintado dependiendo del tiempo de durabilidad de la misma. Además se pueden utilizar cuando existen manchas de óxido sobre las superficies pintadas, las que quitan las manchas de óxido y mantienen la pintura para posteriormente pintar las partes dañadas.

Por todo lo antes expuesto, se fundamenta en el trabajo la aplicación de la norma (NC ISO 12944: 1-8: 2007) en todos sus aspectos, complementándola con lo siguiente:

- Identificar la agresividad corrosiva de la atmósfera para la instalación objeto de estudio y los principales agentes causantes del deterioro.
- Identificar los principales problemas de diseño anticorrosivo y proponer las formas de atenuación o eliminación.
- La preparación superficial previa, incluyendo los tratamientos manuales mecanizados y las disoluciones de fosfatado.
- Selección y aplicación del sistema de pintura adecuado.
- La aplicación de los productos DISTIN, las cuales se han evaluado y certificado como parte de la presente investigación.
- Completar el sistema con la conservación preventiva de forma periódica, incluyendo la limpieza y aplicación de los productos de conservación antes referidos.

Como medidas complementarias tenemos el lavado de las superficies metálicas para eliminar los contaminantes que puedan depositarse sobre las superficies. Por otro lado tenemos el apantallamiento con el terreno y la vegetación para impedir que los agentes contaminantes presentes en la atmósfera lleguen y se depositen sobre las superficies metálicas.

Este sistema de protección anticorrosiva y conservación, se ha aprobado para su generalización y aplicación en el Hotel Meliá Península Varadero.


### **3.3) Cartas Operacionales.**

Las cartas operacionales son los documentos oficiales por los que deben regirse los operarios encargados de llevar a cabo los trabajos de aplicación de los SIPAYC. Estos documentos están aprobados a nivel nacional y están incluidos en el manual de la gestión del mantenimiento.

### 3.3.1) Carta operacional para la conservación de la Bala de Gas.

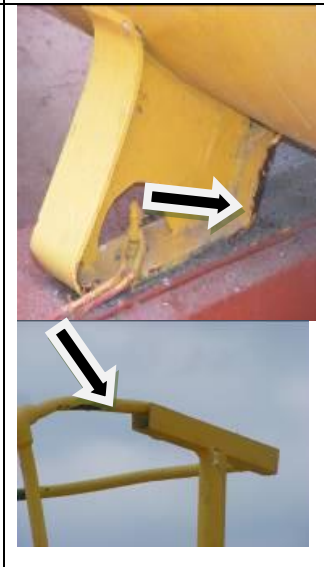

<p><b>Ejecutor (cargo o función):</b> Operador (Personal calificado), Supervisor (Especialista)</p>	<p><b>No de Ejecutantes:</b> 2 ó 3 Personas.</p>
<p><b>Dónde:</b> Superficies metálicas del Hotel Meliá Península Varadero.</p> <p><b>Cuando (ciclo):</b> Según plan de mantenimiento y/o estado del Hotel Meliá Península Varadero.</p>	<p><b>Tiempo de Ejecución:</b> S/Cronograma.</p>
<p><b>Recursos Necesarios:</b> Nasovuco de pintor, espejuelos protectores, guantes de neopreno, botas, overol, brochas, rodillos, Esponja sintética, estopas, cepillos mecánicos, cepillos de alambre, lija, piquetas, paños, rasquetas, espátulas, taladros con juego de brocas y tapones plásticos o de goma, compresor móvil para el suministro de aire, Pistolas (sin aire comprimido y con aire comprimido, con sus respectivas boquillas), Manguera de aire 10 atm. Juego de herramientas (Llaves y/o cubos), Juego de destornilladores, Extensión eléctrica, Electro-esmeriladora, Disco abrasivo, Disco de fibras desbaste, solventes orgánicos y/o detergentes industriales, Medidor de espesor de capa húmeda, Medidor de espesor de capa seca. Cámara fotográfica.</p>	
<p><b>Cuidados Especiales:</b> El área de trabajo tiene que ser ventilada, iluminada y siempre debe de estar limpia. Debe existir protección contra incendios y equipos de primeros auxilios que debe estar listo en caso de ocurrir algún accidente. Se prohíbe fumar durante la aplicación del sistema de protección anticorrosiva y conservación. Si se trabaja en uniones o bridas revisar que las válvulas estén cerradas para evitar salideros. Las púas metálicas de los cepillos deberán tener la suficiente rigidez para que la limpieza sea efectiva, se deben mantener libres de materiales extraños y se limpiaran a menudo. Las espátulas se mantendrán siempre bien afiladas. Cualquiera que sea la herramienta utilizada, se cuidará su manejo para que no produzcan en la superficie a limpiar rebabas, surcos o cortes.</p>	
<p><b>Calidad Asegurada:</b> La solución de los problemas de diseños anticorrosivos será acorde a lo establecido en la presente Carta Tecnológica. La preparación de la superficie debe ser acorde a lo señalado en las NC-ISO (teniendo en cuenta la combinación de los métodos manuales mecánicos con el químico). Cada capa de pintura se aplicará de forma que se</p>	


obtenga una película continua de espesor uniforme y libre de poros según las normas NC-ISO. La aplicación de los productos DISTIN será tal y como se refleja en las fichas técnicas de los diferentes productos.

Pasos:	Descripción:
1	El área del Sistema de clima Bloque playa debe estar limpio y seco, la humedad relativa no debe ser superior al 80 % y no se debe aplicar estas labores en época de frente frío.
2	Revisión de la certificación de calidad de los productos empleados. <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Productos Anticorrosivos DISTIN.</li> <li>➤ Recubrimientos de Pinturas.</li> <li>➤ Solventes orgánicos y/o detergentes industriales.</li> </ul>
3	<p>Eliminar los diferentes tipos de problemas de diseño anticorrosivo que no necesitan la aplicación de productos.</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> <p><b>Bordes agudos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los bordes deben ser redondeados o biselados. La solución en estos casos es redondear los bordes usando un electro-esmerilador, para posibilitar la aplicación de la capa protectora de modo uniforme y para lograr el espesor de la película adecuada.</li> </ul> </div> <div style="flex: 1;">  </div> </div>






	
<p><b>Componentes Huecos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La solución para los componentes huecos en esta etapa es practicarles un orificio de acceso en la parte superior y de drenaje en la inferior para una vez aplicado el recubrimiento de pintura posibilitar la aplicación de los productos DISTIN.</li> </ul>	   
<p><b>Imperfecciones en las superficies de las soldaduras</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Las soldaduras deben ser continuas y deben estar</li> </ul>	

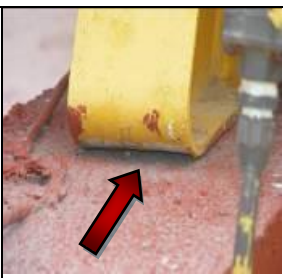
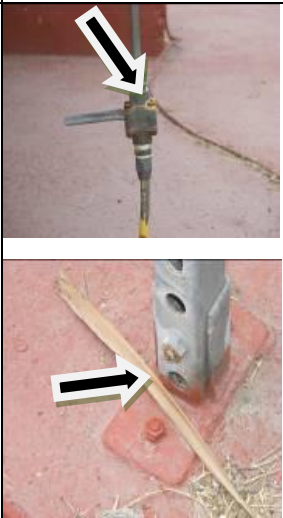

<p>libres de superficies irregulares, por lo que la solución para este problema es emparejarlas con una electro esmeriladora.</p>	
<p><b>Precauciones para prevenir la retención de humedad, depósitos y agua.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Una de las soluciones para cuando existen zonas donde pueden quedar retenida el agua y sirvan de depósitos para los contaminantes es la de practicar agujeros de drenajes para que todos los contaminantes y materias extrañas no queden sobre la superficie metálica.</li> </ul>	
<p>Controlar la calidad a la solución de los problemas de diseños anticorrosivos.</p>	
<p>Preparación previa de la superficie metálica para eliminar todos los contaminantes que puedan interferir en la efectividad de los diferentes recubrimientos anticorrosivos a aplicar.</p>	
<p>Si los recubrimientos de pintura poseen más de 1% de afectación se tiene que eliminar completamente. La eliminación de la pintura suelta o no adherida, se efectuará mediante el empleo de rasqueta, cepillo y en ocasiones la lija.</p>	
<p>El resto del recubrimiento se elimina con el método manual mecánico que a su vez permite eliminar la herrumbre.</p>	
<p>La preparación de superficie por medios manuales mecánicos debe tener el siguiente grado de limpieza.</p>	



<b>4</b>	Lavar la superficie con agua a presión, para eliminar contaminantes del Aerosol marino. Si se observan manchas de aceite o grasa, se limpiarán con un disolvente orgánico y/o Detergentes Industriales.	
	Los bordes de la pintura vieja que no se eliminen deberán ser biselados de forma que después del repintado se consiga una superficie lisa.	
	Concluida la aplicación del método manual mecánico aplicar el método químico (la fosfatación) con el DISTIN 504 con un paño o brocha, frotándolo sobre la superficie, se puede aplicar de dos a tres manos con un intervalo de 30 min en caso necesario, esperar como mínimo 48 horas para aplicar esquema de pintura.	
	Se debe lograr una superficie similar a:	
	Revisión de la calidad de los trabajos de preparación superficial.	
Aplicar esquema de pintura utilizando recubrimientos de secado físico logrando el espesor recomendado. Los esquemas de pinturas se aplicaran con brochas o por aspersion según corresponda.		
Teniendo en cuenta las NC-ISO y según el nivel de corrosividad presente en el Hotel la durabilidad deseada se puede obtener varios sistemas de pintura para el área, teniendo siempre como ligante el Epoxídico.		
<b>Durabilidad Media</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Imprimación miscelánea <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capa primaria: 1 mano de 150 µm.</li> <li>▪ Capa de acabado: 1 mano de 150 µm.</li> <li>▪ Lograr un espesor total de película seca de 300 µm en dos manos.</li> </ul> </li> <li>➤ Imprimación miscelánea <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capa primaria: 1 mano de 400 µm.</li> </ul> </li> </ul>		

<b>5</b>	Lograr un espesor total de película seca de 400 $\mu\text{m}$ en una mano.
	El pintado a brocha se realizará de forma que se obtenga una capa lisa y de espesor uniforme en lugares de difícil acceso, bordes, cantos, uniones en T y/o cuando se utilicen pinturas que contienen productos tóxicos. Se pintarán en lo posible todas las hendiduras y esquinas. Las acumulaciones o descuelgues de pintura se extenderán con la brocha.
	Las partes, que no sean accesibles a la pistola, como: remaches, tornillos, hendiduras etc., se pintaran con brocha.
	La brocha se trabaja a un ángulo de 45 a 50 grados sobre la superficie a pintar.
	No se pintarán a brocha superficies de acero que por excesiva temperatura originen burbujas o porosidad o puedan perjudicar de alguna forma la duración de la pintura.
	No se realizará ninguna operación de pintado en zonas próximas a donde se esté soldando.
	En el pintado por aspersion se debe utilizar equipos de pulverizar equipados con (reguladores, manómetros y purgadores).La presión a utilizar es entre 150 y 200 $\text{kg}/\text{cm}^2$ .
	El equipo de pulverización tiene que estar limpio de polvo, pintura seca y materias extrañas. Si se deja disolvente en el equipo se eliminará completamente antes de aplicar la pintura.
	Es importante seleccionar adecuadamente el tipo de boquilla que se use. Cada boquilla determina el aporte de fluido, el ancho del abanico y la velocidad de salida de la pintura.
	El abanico se regulará hasta obtenerse una huella de 25 a 30 cm de ancho y deberá producirse una película húmeda y lisa sobre el substrato, para ello debe mantenerse la pistola a unos 25 cm de la superficie a pintar.
La pistola debe desplazarse a una velocidad uniforme y perpendicular a la superficie a pintar. Las distintas franjas de pintura deben solaparse entre sí en 1/3	

	<p>del ancho de las mismas.</p> <p>Si se producen acumulaciones o descuelgues de pintura, se extenderán inmediatamente con brocha o se eliminará la pintura y se pintará de nuevo</p> <p>Seguir las instrucciones del fabricante de las pinturas, en cuanto a tiempo de secado e intervalo de repintado. Consultar ficha técnica del producto.</p> <p>La pintura debe agitarse de forma que los componentes se mantengan mezclados en los recipientes de alimentación.</p> <p>Las capas de recubrimientos brillantes que puedan perjudicar la adherencia de la capa siguiente se tratarán con abrasivos suaves, con disolventes u otro método adecuado que no influya en la duración de la pintura.</p> <p>Una vez pintadas las estructuras, no deben ser objetos de manipulaciones. Se exceptúan las imprescindibles.</p> <p>Las zonas que resulten dañadas deberán raspase y retocarse con el mismo número de capas y clase de pintura.</p> <p>Todos los pasos deberán ser controlados como una etapa más en la ejecución de los trabajos de aplicación de recubrimientos.</p>
	<p>Solucionar los diferentes tipos de problemas de diseño mediante la aplicación de los productos DISTIN siguiendo las instrucciones de las fichas técnicas de los productos.</p> <p><b>Conexiones con Pernos</b></p> <p>Solucionar los problemas en las uniones con pernos, tuercas y arandelas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desmontar el perno.</li> <li>▪ Limpiar la superficie de los pernos, tuercas y arandelas, eliminando la grasa que pueda existir y el óxido. Con el empleo de solventes y/o detergentes, cepillos de alambre y lijas.</li> </ul> 

<p>6</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sumergir los pernos, las tuercas y las arandelas en disolución de fosfatado por un tiempo no mayor de 5 minutos.</li> <li>▪ Pasado 48 hrs. de aplicada la disolución se procede al pintado con pintura anticorrosiva por el método de inmersión.</li> <li>▪ Una vez seca la pintura se le aplica Mastique Asfáltico Semisólido DISTIN 404 a las ranuras que se forman entre la tuerca, las arandelas, la pieza a fijar y el perno.</li> <li>▪ Se procede a colocar nuevamente el perno y se eliminan los excesos del producto que puedan quedar.</li> <li>▪ Se pinta la parte del perno que haya sido dañada por las tuercas en el momento del apriete.</li> <li>▪ Se aplica Mastique Asfáltico Semisólido DISTIN 404 donde se haya eliminado el producto.</li> </ul>	
	<p><b>Orificios y Resquicios</b></p> <p>Solucionar los problemas con resquicios y uniones solapadas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Figura 1: Desmontar y aplicar Mastique Asfáltico Semisólido DISTIN 404 en toda la zona de unión de las piezas (resquicio) creando una junta.</li> <li>▪ Volver a colocar las piezas y eliminar el exceso de producto.</li> <li>▪ Figura 2: Atomizar Grasa Líquida tipo Solvente DISTIN 314 L en la zona de unión de las piezas</li> </ul>	

<p>(resquicio) y sellar con Mastique Asfáltico Semisólido DISTIN 404.</p>	
<p><b>Precauciones para prevenir la retención de humedad depósitos y agua.</b></p> <p>Solucionar a los problemas de retención de humedad, depósitos y agua.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Una solución objetiva es la de crear superficies inclinadas a lo largo del perfil horizontal mediante la aplicación de Mástique Asfáltico Semisólido DISTIN 404. Figura 1.</li> <li>▪ Figura 2: Rellenar con Mástique Asfáltico Semisólido DISTIN 404 toda la base del grupo de tal forma que no se quede retenido los contaminantes atmosféricos.</li> <li>▪ Eliminar los sobrantes del mástique asfaltico semisólido.</li> </ul>	
<p><b>Componentes huecos.</b></p> <p>Solucionar los problemas de los componentes huecos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Atomizar Grasa Líquida Tipo Solvente DISTIN 314 L en el interior del perfil circular por los orificios practicados cubriendo toda la superficie.</li> </ul>	

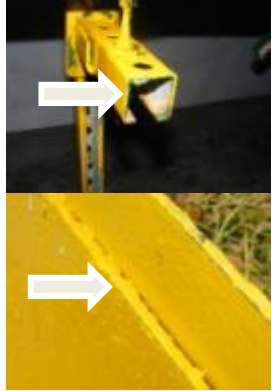

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Colocar tapones en los orificios y limpiar con trapo limpio y seco los residuos de la grasa aplicada.</li> </ul>	
	<p><b>Áreas cerradas</b></p> <p>La solución de las Áreas Cerradas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atomizar Grasa Líquida Tipo Solvente DISTIN 314 L en el interior del perfil rectangular después de retirar las tapas.</li> <li>• Limpiar con trapo limpio y seco los residuos de la grasa aplicada.</li> </ul>	
	Control de la calidad de la aplicación de los productos anticorrosivos DISTIN.	
7	Control final de la aplicación del sistema.	
8	Entrega. El Jefe de mantenimiento del Hotel Meliá Península comprueba la ejecución del trabajo y firma de acuerdo en el libro de registro, se le comunica la fecha de repetición de los trabajos de protección anticorrosiva y conservación, además de las labores de mantenimiento preventivo que deben realizar.	



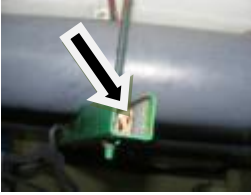
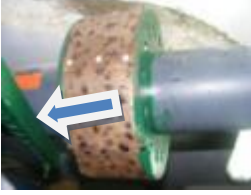




### 3.3.2) Carta operacional para la conservación en el Cuarto de Máquina

<p><b>Ejecutor (cargo o función):</b> Operador (Personal calificado), Supervisor (Especialista)</p>	<p><b>No de Ejecutantes:</b> 2 o 3 Personas.</p>
<p><b>Dónde:</b> Superficies metálicas del Hotel Meliá Península Varadero.</p> <p><b>Cuando (ciclo):</b> Según plan de mantenimiento y/o estado del cuarto de máquina del Hotel Meliá Península Varadero.</p>	<p><b>Tiempo de Ejecución:</b> S/Cronograma.</p>
<p><b>Recursos Necesarios:</b> Nasovuco de pintor espejuelos protectores, guantes de neopreno, botas, overol, brochas, rodillos, Esponja sintética, estopas, cepillos mecánicos, cepillos de alambre, lija, piquetas, paños, rasquetas, espátulas, electrodos para soldar, máquina para soldar, taladros con juego de brocas y tapones plásticos o de goma, compresor móvil para el suministro de aire, Pistolas (sin aire comprimido y con aire comprimido, con sus respectivas boquillas), Manguera de aire 10 atm. Juego de herramientas (Llaves y/o cubos), Juego de destornilladores, Extensión eléctrica, Electro esmeriladora, Disco abrasivo, Disco de fibras desbaste, solventes orgánicos y/o detergentes industriales, Medidor de espesor de capa húmeda, Medidor de espesor de capa seca. Cámara fotográfica.</p>	
<p><b>Cuidados Especiales:</b> El área de trabajo tiene que ser ventilada, iluminada y siempre debe de estar limpia. Debe existir protección contra incendios y equipos de primeros auxilios que debe estar listo en caso de ocurrir algún accidente. Se prohíbe fumar durante la aplicación del sistema de protección anticorrosiva y conservación. Si se trabaja en uniones ó bridas revisar que las válvulas estén cerradas para evitar salideros. Las púas metálicas de los cepillos deberán tener la suficiente rigidez para que la limpieza sea efectiva, se deben mantener libres de materiales extraños y se limpiaran a menudo. Las espátulas se mantendrán siempre bien afiladas. Cualquiera que sea la herramienta utilizada, se cuidará su manejo para que no produzcan en la superficie a limpiar rebabas, surcos o cortes.</p>	
<p><b>Calidad Asegurada:</b> La solución de los problemas de diseños anticorrosivos será acorde</p>	

a lo establecido en la presente Carta Tecnológica. La preparación de la superficie debe ser acorde a lo señalado en las NC-ISO (teniendo en cuenta la combinación de los métodos manuales mecánicos con el químico). Cada capa de pintura se aplicará de forma que se obtenga una película continua de espesor uniforme y libre de poros según las normas NC-ISO. La aplicación de los productos DISTIN será tal y como se refleja en las fichas técnicas de los diferentes productos.






<b>Pasos:</b>	<b>Descripción:</b>	
1	El área del Sistema de clima Bloque playa debe estar limpio y seco, la humedad relativa no debe ser superior al 80 % y no se debe aplicar estas labores en época de frente frío.	
2	Revisión de la certificación de calidad de los productos empleados. <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Productos Anticorrosivos DISTIN.</li> <li>➤ Recubrimientos de Pinturas.</li> <li>➤ Solventes orgánicos y/o detergentes industriales.</li> </ul>	
3	Eliminar los diferentes tipos de problemas de diseño anticorrosivo que no necesitan la aplicación de productos.	
	<b>Bordes agudos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los bordes deben ser redondeados o biselados. La solución en estos casos es redondear los bordes usando una electro-esmeriladora, para posibilitar la aplicación de la capa protectora de modo uniforme y para lograr el espesor de la película adecuada.</li> </ul>	
	<b>Componentes Huecos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La solución para los componentes huecos en esta etapa es practicarles un orificio de acceso en la parte superior y de drenaje en la inferior para una vez</li> </ul>	

<p>aplicado el recubrimiento de pintura posibilitar la aplicación de los productos DISTIN.</p>	
<p><b>Imperfecciones de la superficie de la soldadura.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las soldaduras deben ser continuas y deben estar libres de superficies irregulares, por lo que la solución para este problema es emparejarlas con un electro-esmerilador.</li> </ul>	
<p><b>Precauciones para prevenir la retención de humedad depósitos y agua.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Una de las soluciones para cuando existen zonas donde pueden quedar retenida el agua y sirvan de depósitos para los contaminantes es la de practicar agujeros de drenajes para que todas las materias extrañas no queden sobre la superficie metálica.</li> </ul>	
<p><b>Accesibilidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La solución para cuando existen problemas de accesibilidad es convertir esta zona en un Área Cerrada o un componente hueco que es lo factible en este caso.</li> </ul>	
<p>Controlar la calidad a la solución de los problemas de diseños anticorrosivos.</p>	
<p>Preparación previa de la superficie metálica para eliminar todos los contaminantes que puedan interferir en la efectividad de los diferentes recubrimientos anticorrosivos a aplicar.</p>	
<p>Si los recubrimientos de pintura poseen más de 1% de afectación se tiene que</p>	

4	eliminar completamente. La eliminación de la pintura suelta o no adherida, se efectuará mediante el empleo de rasqueta, cepillo y en ocasiones la lija.	
	El resto del recubrimiento se elimina con el método manual mecánico que a su vez permite eliminar la herrumbre.	
	La preparación de superficie por medios manuales mecánicos debe tener el siguiente grado de limpieza.	
	Lavar la superficie con agua a presión, para eliminar contaminantes del Aerosol marino. Si se observan manchas de aceite o grasa, se limpiarán con un disolvente orgánico y/o Detergentes Industriales.	
	Los bordes de la pintura vieja que no se eliminen deberán ser biselados de forma que después del repintado se consiga una superficie lisa.	
	Concluida la aplicación del método manual mecánico aplicar el método químico (la fosfatación) con el DISTIN 504 con un paño o brocha, frotándolo sobre la superficie, se puede aplicar de dos a tres manos con un intervalo de 30 min en caso necesario, esperar como mínimo 48 hrs para aplicar esquema de pintura.	
	Se debe lograr una superficie similar a:	
	Revisión de la calidad de los trabajos de preparación superficial.	
Aplicar esquema de pintura utilizando recubrimientos de secado físico logrando el espesor recomendado. Los esquemas de pinturas se aplicaran con brochas o por aspersion según corresponda.		
Teniendo en cuenta las NC-ISO y según el nivel de corrosividad presente en el Hotel la durabilidad deseada se puede obtener varios sistemas de pintura para el área, teniendo siempre como ligante el Epoxídico.		
Durabilidad Media		

<b>5</b>	<p>➤ Imprimación miscelánea</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capa primaria: 1 mano de 150 µm.</li> <li>▪ Capa de acabado: 1 mano de 150 µm.</li> <li>▪ Lograr un espesor total de película seca de 300 µm en dos manos.</li> </ul> <p>➤ Imprimación miscelánea</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capa primaria: 1 mano de 400 µm.</li> </ul> <p>Lograr un espesor total de película seca de 400 µm en una mano.</p>
	<p>El pintado a brocha se realizará de forma que se obtenga una capa lisa y de espesor uniforme en lugares de difícil acceso, bordes, cantos, uniones en T y/o cuando se utilicen pinturas que contienen productos tóxicos. Se pintarán en lo posible todas las hendiduras y esquinas. Las acumulaciones o descuelgues de pintura se extenderán con la brocha.</p>
	<p>Las partes, que no sean accesibles a la pistola, como: remaches, tornillos, hendiduras etc., se pintaran con brocha.</p>
	<p>La brocha se trabaja a un ángulo de 45 a 50 grados sobre la superficie a pintar.</p>
	<p>No se pintarán a brocha superficies de acero que por excesiva temperatura originen burbujas o porosidad o puedan perjudicar de alguna forma la duración de la pintura.</p>
	<p>No se realizará ninguna operación de pintado en zonas próximas a donde se esté soldando.</p>
	<p>En el pintado por aspersion se debe utilizar equipos de pulverizar equipados con (reguladores, manómetros y purgadores).La presión a utilizar es entre 150 y 200 kg/cm<sup>2</sup>.</p>
	<p>El equipo de pulverización tiene que estar limpio de polvo, pintura seca y materias extrañas. Si se deja disolvente en el equipo se eliminará completamente antes de aplicar la pintura.</p>
	<p>Es importante seleccionar adecuadamente el tipo de boquilla que se use. Cada</p>

	<p>boquilla determina el aporte de fluido, el ancho del abanico y la velocidad de salida de la pintura.</p>
	<p>El abanico se regulará hasta obtenerse una huella de 25 a 30 cm de ancho y deberá producirse una película húmeda y lisa sobre el sustrato, para ello debe mantenerse la pistola a unos 25 cm de la superficie a pintar.</p>
	<p>La pistola debe desplazarse a una velocidad uniforme y perpendicular a la superficie a pintar. Las distintas franjas de pintura deben solaparse entre sí en 1/3 del ancho de las mismas.</p>
	<p>Si se producen acumulaciones o descuelgues de pintura, se extenderán inmediatamente con brocha o se eliminará la pintura y se pintará de nuevo</p>
	<p>Seguir las instrucciones del fabricante de las pinturas, en cuanto a tiempo de secado e intervalo de repintado. Consultar ficha técnica del producto.</p>
	<p>La pintura debe agitarse de forma que los componentes se mantengan mezclados en los recipientes de alimentación.</p>
	<p>Las capas de recubrimientos brillantes que puedan perjudicar la adherencia de la capa siguiente se tratarán con abrasivos suaves, con disolventes u otro método adecuado que no influya en la duración de la pintura.</p>
	<p>Una vez pintadas las estructuras, no deben ser objetos de manipulaciones. Se exceptúan las imprescindibles.</p>
	<p>Las zonas que resulten dañadas deberán rasparse y retocarse con el mismo número de capas y clase de pintura.</p>
	<p>Todos los pasos deberán ser controlados como una etapa más en la ejecución de los trabajos de aplicación de recubrimientos.</p>
	<p>Solucionar los diferentes tipos de problemas de diseño mediante la aplicación de los productos DISTIN siguiendo las instrucciones de las fichas técnicas de los productos.</p>

	<p>Solucionar los problemas de Accesibilidad que se presentan en las estructuras de soportes de tuberías.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Figura 1: atomizar grasa de conservación líquida tipo solvente DISTIN 314L, Cubriendo todo el interior de las vigas.</li> <li>▪ Limpiar con paño seco y limpio los residuos de la grasa aplicada.</li> </ul>	
<p>6</p>	<p>Solucionar los problemas de prevención de la corrosión galvánica presente en las estructuras de soporte de tuberías.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Figura 1: desmontar, preparar superficie y pintar, volver a montar aplicando mastique asfáltico semisólido DISTIN 404 como aislante entre los metales de diferente naturaleza.</li> <li>• Figura 2: eliminar el óxido por métodos manuales mecanizado del elemento de acero estructural, preparar superficie y pintar reforzando el esquema de pinturas seleccionado.</li> </ul>	 
	<p>Solucionar los problemas en las uniones con pernos, tuercas y arandelas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desmontar el perno.</li> <li>▪ Limpiar la superficie de los pernos, tuercas y arandelas, eliminando la grasa que pueda existir y el óxido. Con el empleo de solventes y/o detergentes, cepillos de alambre y lijas.</li> <li>▪ Sumergir los pernos, las tuercas y las arandelas en disolución de fosfatado por un tiempo no mayor de 5 minutos.</li> </ul>	 

- Pasado 48 hrs. de aplicada la disolución se procede al pintado con pintura anticorrosiva por el método de inmersión.
- Una vez seca la pintura se le aplica Mastique Asfáltico Semisólido DISTIN 404 a las ranuras que se forman entre la tuerca, las arandelas, la pieza a fijar y el perno.
- Se procede a colocar nuevamente el perno y se eliminan los excesos del producto que puedan quedar.
- Se pinta la parte del perno que haya sido dañada por las tuercas en el momento del apriete.
- En la última figura Aplicar una vez pintado y colocado los pernos (tirantes) Grasa Semisólida DISTIN 314 a todo lo largo de la rosca corrida.

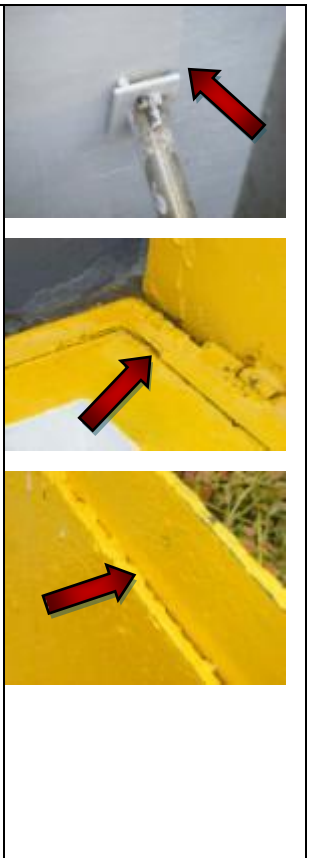
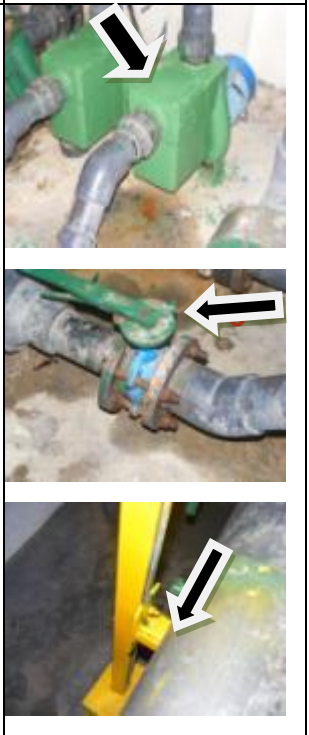


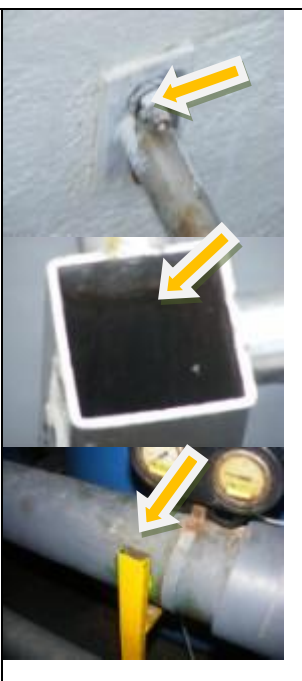

Solucionar los problemas en los resquicios y uniones solapadas.

- Figuras 1, 2, 3 y 4: Desmontar y aplicar Mastique Asfáltico Semisólido DISTIN 404 en toda la zona de unión de las piezas (resquicio) creando una junta.
- Volver a colocar las piezas y eliminar el exceso de producto.
- Figuras 5 y 6: Atomizar Grasa Líquida tipo Solvente DISTIN 314 L en la zona de unión de las piezas (resquicio) y sellar con Mastique Asfáltico Semisólido DISTIN 404.





		
	<p>Solucionar los problemas de retención de humedad, depósitos y agua.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Una solución objetiva es la de crear superficies inclinadas a lo largo del perfil horizontal mediante la aplicación de Mástique Asfáltico Semisólido DISTIN 404.</li> <li>▪ Eliminar los sobrantes del mástique asfáltico semisólido.</li> </ul>	

	<p>Solucionar los problemas de los componentes huecos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Atomizar Grasa Líquida Tipo Solvente DISTIN 314 L en el interior del perfil circular por los orificios practicados cubriendo toda la superficie.</li> <li>▪ Figuras 2 y 3: Atomizar Grasa Líquida Tipo Solvente DISTIN 314 L en el interior del perfil circular por los orificios existentes.</li> <li>▪ Colocar tapones en los orificios y limpiar con trapo limpio y seco los residuos de la grasa aplicada.</li> </ul>	
	<p>La solución en las Soldaduras discontinuas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atomizar Grasa Líquida tipo Solvente DISTIN 314 L en la zona de unión de las piezas (resquicio) y sellar con Mastique Asfáltico Semisólido DISTIN 404.</li> <li>• Limpiar con trapo limpio y seco los residuos de la grasa aplicada.</li> </ul>	
<p>Control de la calidad de la aplicación de los productos anticorrosivos DISTIN.</p>		
<p><b>7</b></p>	<p>Control final de la aplicación del sistema.</p>	
<p><b>8</b></p>	<p>Entrega.</p> <p>El Jefe de mantenimiento del Hotel Meliá Península comprueba la ejecución del trabajo y firma de acuerdo en el libro de registro, se le comunica la fecha de repetición de los trabajos de protección anticorrosiva y conservación, además de las labores de mantenimiento preventivo que deben realizar.</p>	

### 3.4) Algunos resultados económicos esperados

#### Aplicación de los productos **DISTIN**.

Lo que cuestan los equipos e instalaciones que serán objeto de estudio es lo que primeramente se va a tener en cuenta para tener idea de lo necesario de la conservación (Ver Tabla 1).

Tabla 1: Costos de los equipos e instalaciones del Área de Bala de Gas y del Cuarto de Máquina.

<b>Nombre.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>CUP</b>	<b>CUC</b>
Tanque de Bala de Gas 50 m <sup>3</sup>	3	181 468.25	9 782.45
compresor	4	-----	7914.56
Válvula de con brida 3''	14	328.16	2824.08
Válvula de con brida 3''	16	647.36	6691.2
<b>Total</b>		182443.77	27212.29

**Fuente: Elaboración propia.**

De la tabla anterior podemos observar que la inversión en el área de la Bala de Gas en el Hotel Meliá Península Varadero asciende a más de 180 mil pesos en CUP y más de 30 mil en CUC, lo que demuestra la importancia de conservar las instalaciones y equipos. La aplicación de los SIPAYC puede alargar el tiempo de vida útil de los diferentes equipos.

El costo de los productos **DISTIN** que se proponen en la aplicación del SIPAYC se observan en la tabla 2. De ella se determina que antes de tener que invertir para poder montar estos equipos nuevamente, es conveniente por su probada calidad la aplicación del SIPAYC; debido a que el costo es mucho menor en ambas monedas que lo que cuestan los equipos del Hotel Meliá Península Varadero.

Tabla 2. Consumo y costo de los productos DISTIN

Materiales y operaciones	UM	CU MN	CU CUC	Total a Utilizar	CT MN	CT CUC
DISTIN 314	kg.	4,21	1,07	3,0	12.63	3.21
DISTIN 314 L	L	3,43	1,12	8,0	27.44	8.96
DISTIN 404	kg.	2,04	0,65	6,0	12.24	3.90
DISTIN 603	L	6,28	0,76	5,0	31.40	3.80
DISTIN 504	L	3,07	0,48	15,0	46.05	7.20
Total					129.76	27.07

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Consumo y costo del mantenimiento y reparación de pinturas anuales.

Materiales y operaciones	UM	CU MN	CU CUC	Total a Utilizar	CT MN	CT CUC
Pintura Hempadur 45880	L	0,68	3,18	30	20.40	95.40
Pintura Polyenamel 55100	L	0,27	1,19	25	6.75	29.75
Pintura Hempalin 52140	L	0,24	1,14	20	4.80	22.80
Pintura Hempalin 12050	L	0,57	2,97	25	14.25	74.25
Diluyente	L	0,69	3,2	50	34.5	160
Rodillos	U	1,53	9,58	4	6.12	38.32
Brochas	U	0,66	3,03	2	1.32	6.06
Total					88.14	426.58

**Fuente: Elaboración propia.**

El consumo de los productos DISTIN se obtuvo mediante la toma de medidas de las zonas a aplicar, pues con el área y de acuerdo con el rendimiento de los mismos según las fichas técnicas de los productos, ver anexos del 2 al 7, se determina el consumo.

Los productos DISTIN se aplican en el primer año de forma completa y posteriormente se aplica en dependencia del estado de las superficies de los

equipos y componentes, aunque en el consumo de los mismos se tiene en cuenta este aspecto.

Teniendo en cuenta que la aplicación del SIPAYC protege los equipos y componentes del área de Bala de Gas y Cuarto de Máquina por un período de cinco años contra la corrosión, la frecuencia de los gastos laborales por mantenimiento y reparación de pinturas incluyendo la aplicación de los sistemas de pintura dejaría de ser anual para efectuarse cada cinco años.

Los resultados de los costos; por lo expuesto anteriormente, para cinco años para la aplicación del SIPAYC sería la suma de los costos del mantenimiento y reparación de pinturas anuales incluyendo los costos de los productos DISTIN a aplicar lo que equivale a 217.90 MN y 453.85 CUC.

De acuerdo a los costos del mantenimiento y reparación de equipos anuales, entonces para cinco años se tendría un costo de 737.4 MN y 3622.2 CUC. Entonces, el ahorro que propicia la aplicación del SIPAYC sería la resta de estos valores con los gastos que se tendría para aplicarlo, trayendo un ahorro de 519.5 MN y 3168.35 CUC.

#### **3.4.1) Valor Actual Neto (VAN).**

Es el valor presente de los rendimientos futuros descontados al costo de capital aportado al costo de la inversión, no es más que la diferencia del valor actualizado de todos los flujos de efectivos que genera la inversión y el desembolso inicial. El VAN refleja la rentabilidad de la inversión en términos absolutos, expresa cuánto dinero se gana o se pierde con la consecuencia de la ejecución del proyecto. Un proyecto de inversión será viable si el VAN es mayor que cero, es decir, tiene que ser positivo y entre varias alternativas se escoge el mayor posible.

El costo de capital utilizado se fijó en un 10% teniendo en cuenta su variabilidad entre el 1 y el 10% a partir de las características que considera el Banco Central de Cuba, tales como: el objeto del crédito solicitado, la capacidad de pago del cliente y el análisis de riesgo. En este sentido al tomar la mayor tasa, en caso de que sea rentable, se supone la rentabilidad para niveles inferiores de costo de capital. Los análisis se realizaran en unidades monetarias totales.

La inversión utilizada para los cálculos del VAN es en la que incurre en el Hotel Meliá Península Varadero en la compra de los diferentes equipos y utensilios que son necesarios para llevar a cabo la aplicación correcta del SIPAYC.

$$VAN = -A + \sum \frac{FE}{(1+k)^n}$$

Para el cálculo de flujo de caja se tuvo en cuenta la variante que se utiliza actualmente todos los años y la variante que se propone de la aplicación de las tecnologías de conservación anticorrosiva que se aplicaría una vez cada cinco años. Para ello se restó anualmente el costo de la primera variante menos el costo de la segunda variante

**Tabla13:** Flujo de caja

Año	Flujo de caja	Flujo de caja actualizado
1	-310.61	-282.37
2	871.92	720.60
3	871.92	655.09
4	871.92	595.53
5	871.92	541.39

**Fuente:** Elaboración propia

Para la obtención del valor de la inversión se tuvo en cuenta los costos de equipamiento necesarios para la aplicación de las tecnologías de protección anticorrosiva y los valores del costo de adquisición de las pinturas y de los productos DISTIN.

$$A = \frac{I}{td} A = \frac{14139.53}{5} = 2827.91$$

$$VAN = (-2827.91) + \sum \frac{-310.61}{1.10} + \frac{871.92}{(1.10)^2} + \frac{871.92}{(1.10)^3} + \frac{871.92}{(1.10)^4} + \frac{871.92}{(1.10)^5}$$

$$VAN = (-2827.91) + 2230.24$$

$$VAN = \$5058.15$$

✓ **Período de recuperación.**

$$PR = \frac{A}{\sum FE}$$

$$= \$2827.91 / \sum -310.61 + 871.92 + 871.92 + 871.92 + 871.92$$

$$= 10 \text{ meses y } 20 \text{ días.}$$

✓ **Período de recuperación descontado**

$$PRD = \frac{A}{\sum FE\alpha}$$

$$= \$2827.91 / \sum -282.37 + 720.60 + 655.09 + 595.53 + 541.39$$

$$= 1 \text{ año, } 3 \text{ meses y } 7 \text{ días.}$$

Realizado los cálculos correspondientes se obtuvo un VAN positivo lo que expresa que la inversión tiene una rentabilidad absoluta de \$5058.15. También se analizó el período de recuperación (estático y dinámico). Con el estático (PR), se determinó que la inversión se recupera en 10 meses y 20 días y con el dinámico (PRD), o sea, teniendo en cuenta el valor del dinero en el tiempo, la inversión se recupera en 1 año, 3 meses y 7 días.

**Leyenda.**

A: amortización.

k: tasa de interés.

n: tiempo de duración del proyecto.

I: inversión.

Td: tiempo de duración del proyecto.

FE: flujo de caja.

FEa: flujo de caja actualizado.



### **Conclusiones parciales del capítulo.**

- 1) Con la aplicación del SIPAYC en el Hotel Meliá Península Varadero logrará un ahorro en cinco años por los conceptos de gastos laborales por mantenimiento y reparación de equipos y de aplicación de los sistemas protectores de pinturas de 519.5 MN y 3168.35 CUC; lo que demuestra que es factible económicamente la inversión, que se sustenta en un VAN positivo, con un Período de Recuperación estático (PR) de 10 meses y 20 días y un Período de Recuperación dinámico (PRD) de 1 año, 3 meses y 7 días.
- 2) La norma (NC ISO 12944: 1 – 8, 2007), aunque es el único documento que más abarca la solución a los problemas de diseños anticorrosivos, es insuficiente y puede ser mejorada con el enfoque en sistema del presente trabajo. Esta misma norma hace referencia a la aplicación de la protección anticorrosiva adicional, pero no precisa cómo realizarla, ni recomienda soluciones al respecto.
- 3) Las tecnologías de conservación que se proponen mediante un manual de mantenimiento anticorrosivo garantizan la solución a todos los problemas de corrosión existente en el Hotel Meliá Península Varadero.
- 4) El esquema de pintura propuesto para la instalación está acorde a lo establecido en las normas internacionales para la agresividad imperante, donde la preparación de la superficie juega un papel fundamental.
- 5) Con la aplicación del SIPAYC en el área de Bala de Gas y Cuarto de Máquina se logrará un ahorro en cinco años por los conceptos de gastos laborales por mantenimiento y reparación de equipos y de aplicación de los sistemas protectores de pinturas.

## **Conclusiones.**

- 1) La fundamentación de las tecnologías de protección anticorrosiva mediante un sistema para el Hotel Meliá Península Varadero, ubicada en una zona con agresividad corrosiva muy alta, permite disminuir el deterioro por corrosión y cumplir la hipótesis planteada.
- 2) Del análisis realizado se demuestra que las normas NC ISO 11303- 2009, NC ISO 12944- 2007 son insuficiente en el tratamiento a los problemas de diseño anticorrosivo y de corrosión, donde en la mayoría de los casos no precisan la protección anticorrosiva adicional que se requiere.
- 3) Se diagnosticó los problemas de diseño anticorrosivo, corrosión, protección y conservación, detectándose que existe deterioro por corrosión que afectan la disponibilidad técnica de los equipos e instalaciones del Hotel Meliá Península Varadero específicamente en la Bala de Gas y el Cuarto de Máquina.
- 4) Mediante tecnologías se propone un manual de protección anticorrosivo para la protección contra la corrosión de las instalaciones y equipos del Hotel Meliá Península Varadero específicamente en la Bala de Gas y el Cuarto de Máquina.
- 5) Con la aplicación del SIPAYC el Hotel Meliá Península Varadero logrará un ahorro en cinco años por los conceptos de gastos laborales por mantenimiento y reparación de equipos y de aplicación de los sistemas protectores de pinturas de de 519.5 MN y 3168.35 CUC; lo que demuestra que es factible económicamente la inversión, que se sustenta en un VAN positivo, con un Período de Recuperación estático (PR) de 10 meses y 20 días y un Período de Recuperación dinámico (PRD) de 1año, 3 meses y 7 días.

## **Recomendaciones.**

1. Aplicar y generalizar las tecnologías de protección anticorrosiva y conservación propuesto para la instalación según el manual.
2. Atender el control de la aplicación de todos los pasos para la implantación de las tecnologías de protección anticorrosiva y conservación.

## Bibliografía.

1. Aballe, Y. 2016. Propuesta de solución para el proceso corrosivo en el tanque de Residuales 7 en la UEB Producción de la EPEP-Centro, Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Químico.
2. Albrecht, P. *et al.* (2003). Atmospheric corrosion resistance of structural steels. *Materials in Civil Engineering* **15** (1): 2-24.
3. Almeida, E. *et al.* (2006). Anticorrosive painting for a wide spectrum of marine atmospheres: Environmental-friendly versus traditional paint systems. *Progress in Organic Coatings* **57**(5): 11–22.
4. Álvarez, Y. 2014 “Estudio Técnico - Económico de la propuesta de solución a los problemas de corrosión en La Central Eléctrica DIESEL MTU serie 4000”, Tesis en opción al Título de Ingeniero Químico.
5. Bhaskar, S. *et al.* 2004. Cumulative damage function model for prediction of uniform corrosion rate of metals in atmospheric corrosive environment. *Corrosion Engineering, Science and Technology* **39**(4): 313-320.
6. Cook, D.C. (2005). Spectroscopic identification of protective and non-protective corrosion coatings on steel structures in marine environment. *Corrosion Science* **47**(6): 2550-2570.
7. Dangersam. Corrosion en los equipos de producción de hidrocarburos. *Buenas Tareas. com.* Recuperado 11, 2013. Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Corrosi%C3%B3n-En-Las-Tuber%C3%ADas-De-Producci%C3%B3n/43143112.html>
8. Dominguez, J. A. *et al.* 2010. Introducción a la corrosión y protección de metales. Edición ENPES. MES. La Habana, Cuba. 222-555 p
9. Echeverría, C.A. *et al.* 2005. El deterioro por corrosión de instalaciones turísticas. *Retos Turísticos* **3**(2): 21-30.
10. 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.

11. Echeverría, C.A. et al. 2010. Los sistemas de protección anticorrosiva y conservación (SIPAYC) y sus aplicaciones. CD Monografías. Matanzas, Universidad de Matanzas. ISBN 978-959-16-0632-7.
12. 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
13. Echeverría, M. et al. 2008. Los Problemas de Diseño Anticorrosivo: Factores desencadenantes de la corrosión en condiciones climáticas de Cuba. Revista Retos Turísticos **7**(1).
14. Echeverría, M. et al. 2009. Influencia del diseño en la protección anticorrosiva en condiciones climáticas de Cuba. Revista Tecnología Química Vol. XXIX, No. 1.
15. Echeverría, M. et al. 2015. Unravelingsulfur compounds origin in marine zones by using the chloride/sulfate ratio. Applications in atmospheric corrosion studies. Corrosion Science.
16. Espada, L.R. (2005). La corrosividad atmosférica: zonas costeras, de interior y agresivas. **5**(1). Disponible en <http://www.nervion.com.mx.web>.
17. Fragata, F. et al. (2006). Compatibility and incompatibility in anticorrosive painting. The particular case of maintenance painting. Progress in Organic Coatings **56**: 257–268.
18. González, A. 2009. Incidencia de la transferencia de tecnología en la conservación de grupos electrógenos en zonas de alta agresividad corrosiva. Conferencia Internacional CIUM'2009. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos.
19. González, A. 2010. Propuesta de un sistema anticorrosivo y de conservación para el área de generación de una Central Eléctrica Diesel MTU. CD Monografías. Matanzas, Universidad de Matanzas. ISBN 978-959-16-0632-7

20. González, A. 2013 "Influencia del diseño anticorrosivo en el deterioro por corrosión en el grupo electrónico del hotel Princesa del Mar" Revista Retos Turísticos. Vol., num.2.ISSN:2224-7947
21. González, A. et al. 2015. Influencia del diseño anticorrosivo en la protección anticorrosiva del área de combustibles de una Central Eléctrica Diesel MTU SERIE 4000. RTQ, Mayo 2015, vol., no.2, p.193-207. ISSN 2224-6185
22. Guerra, C.H.2014 "Estudio de la corrosión atmosférica sobre dos tipos de acero de bajo carbono en instalaciones industriales petroleras cercanas al mar en el noroeste del Perú".
23. González, A. et al. 2018. Impacto de la Transferencia de tecnologías y el diseño anticorrosivo en el mantenimiento por corrosión de los grupos electrógenos en zonas de alta agresividad corrosiva. Memorias del Evento Cuba Industria.
24. González, A. et al. 2018. Conservación de Motores DETROIT serie 4000. Taller de Tarea Triunfo
25. Hassán, A. et al (2009). Aprende los fundamentos de la tecnología de la preparación de superficies. CD de Monografías. Centro de Estudio de Anticorrosivos y Tenso activos. Universidad de Matanzas. Parte I.
26. Muxlhanga, R. et al. (2010). Diagnostico de los problemas de diseño anticorrosivo, corrosión y propuesta de soluciones en la empresa salineras de Matanzas, Cuba. CD Monografías. Universidad de Matanzas.
27. Méndez, O. González, A. 2018. Transferencia de tecnologías para la tropicalización y preparación superficial de ómnibus Diana. Taller de Tarea Triunfo
28. Méndez, O. et al. 2018. Transferencia de tecnologías a la Empresa Militar Industrial para la Tropicalización del ómnibus Diana construido por las FAR. Taller de Tarea Triunfo
29. Méndez, O. González, A. 2018. Transferencia de tecnologías para la tropicalización y preparación superficial de ómnibus Diana. Memorias del Evento Cuba Industria.

30. NC ISO 12 944-1. 2008. Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Parte 1: Introducción general.
31. NC ISO 12 944-2. 2008. Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Parte 2: Clasificación de ambientes.
32. NC ISO 12 944-3. 2007. Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Parte 3: Consideraciones sobre el diseño.
33. NC ISO 12 944-4. 2014. Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Parte 4: Tipos y preparación de superficies.
34. NC ISO 12 944-5. 2008. Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Parte 5: Sistemas de pinturas protectores.
35. NC ISO 12 944-8. 2014. Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Parte 8: Desarrollo de especificaciones para trabajos nuevos y mantenimiento.
36. NC ISO 11303. 2009. Corrosión de metales y aleaciones. Directrices para la selección de métodos de protección contra la corrosión atmosférica.
37. Núñez, C.A. 2014. Propuesta de un Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación de un área de contra incendio en la Base de Supertanquero de Matanzas. Tesina del diplomado de corrosión.
38. Rodríguez, M.T. (2004). Formulación y evaluación de imprimaciones epoxis anticorrosivas curables a temperatura ambiente. Departamento de Ciencias Experimentales. Castellón, Universitat Jaume I. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas: 251.
39. Rodríguez. et al. 2006. Desarrollo de aditivos para asfaltos modificados con bajos contenidos de hule. Publicación Técnica **160**.

40. Samoilova, O.V., Zamyatina, O.V. 2005. Activity and Standards of ISO and IEC in the Field of Corrosion and Corrosion Protection. *Protection of Metals* **41**(2): 192–203.
41. Schmidt, D.P. *et al.*, (2006). Corrosion protection assessment of sacrificial coating systems as a function of exposure time in a marine environment. *Progress in Organic Coatings* **57**: 352–364.
42. Shifler, D. 2005. Understanding material interactions in marine environments to promote extended structural life. *Corrosion Science* **47**(5): 2335-2352.
43. Shixer, D.A. 2005. Marine Corrosion Branch, CD., Naval Surface Warfare Center, Understanding material interactions in marine environments to promote extended structural life, *Corrosion Science*, 47. 2335-2352. Disponible en <[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).>
44. Santander, C.B. 2008 “Estudio experimental de corrosión en metales de uso industrial por Desulfovibriodesulfuricans”, Memoria para optar al Título de Ingeniero civil en biotecnología.
45. Vera R, et al. 2012. Protección de estructuras metálicas en diferentes ambientes. *Rev. LatinAm. Metal. Mat.* vol 32 (2): 269-276.



# ANEXOS

## Anexo 1

Mapa de Agresividad Corrosiva de la Atmósfera de Cuba



### MAPA REGIONAL DE LA AGRESIVIDAD CORROSIVA DE LA ATMOSFERA EN CUBA

Map of the corrosive aggressiveness of atmosphere in Cuba

- EXTREMA: Hasta 1 km de la costa norte en zonas no apantalladas
- ALTA: Franja de 1 a 3 km de la costa norte y 1 km de la costa sur
- MEDIA1: Zonas montañosas (> 500 m) con mayor humedad
- BAJA: Zona a más de 20 km de las costas donde se alcanzan valores mínimos de corrosión
- MEDIA: Hasta 20 km de las costas, donde influye ligeramente el aerosol marino

CATEGORIA	TDE horas/año	CONTENIDO SO <sub>2</sub> mg SO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> .año	CONTENIDO Cloruro: mg Cl/m <sup>3</sup> .año
C1	≤10	≤10	≤3
C2	10-25	10-35	3-5
C3	250-2500	35-80	60-300
C4	2500-5500	80-200	300-1500
C5	>5500	>200	>1500



## Anexo 2

Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensioactivos. Universidad de Matanzas  
"Camilo Cienfuegos". Km 3 ½ Autopista a Varadero. Matanzas.

### FICHA TÉCNICA I

#### **Grasa Semisólida Conservante y Lubricante.**

Es una grasa especialmente preparada para la protección y lubricación de cables, bornes y válvulas. Proporciona una gran 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. 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.

Es un producto derivado de la oleo química, biodegradable, que no contamina al medio por emulsión en contacto con los líquidos. No se inflama en contacto con la llama de soplete oxiacetilénico.

#### **Método de Aplicación:**

- >> **Proyección:** Pudiera aplicarse de prepararse líquida, se oferta una grasa líquida con estas características.
- >> **Inmersión:** Se introducen las piezas que se quieren proteger en la grasa fundida que posee una alta estabilidad coloidal, lo que permite fundirla en repetidas ocasiones, sin separar el aceite.
- >> **Brocha o frotado:** Se emplea este método principalmente para la protección y lubricación de cables de acero, aunque puede ser aplicada a otros componentes o piezas que lo requieran.
- >> **Rendimiento:** Para la aplicación de la grasa en forma líquida cuando está fundida, el rendimiento es de 8 a 10 m<sup>2</sup> /Kg a unos 100 ° C. En la preparación de superficies por frotado o brocha depende del espesor.

#### **Protección Anticorrosiva:**

Garantiza la 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 las aguas por este efecto. Pasó el ensayo de Resistencia a la humedad y Temperatura con condensación constante durante 1600 horas, sobre probetas de acero de bajo contenido de carbono por la norma UNE – EN – ISO 6 270: 06 y DIN 50017: 82, y el ensayo de Resistencia a la niebla salina durante 500 horas por la norma ISO 9 227: 07, sin afectaciones. Estos ensayos se realizaron por el Laboratorio LABET.

#### **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.
- >> **Bajo techo:** Garantiza la protección temporal por más de 5 años y resiste el ataque de microorganismos causantes de la corrosión microbiológica.
- >> **Almacén cerrado:** Garantiza de 5 a 10 años con las mismas características antes apuntadas.

#### **Aplicaciones derivadas de sus propiedades:**

Al ser aplicada penetra a fondo formando una capa protectora, lubricante y estable que no se endurece y proporciona una alta impermeabilidad al agua. Está especialmente formulada para la protección y lubricación de cables, vástagos de válvulas, etc., aunque puede ser utilizada además en la conservación de equipos, partes y piezas, con superficies oxidadas, ya que penetra el óxido y protege, no afectando además a las pinturas.

#### **Transportación y almacenamiento:**

El producto puede ser suministrado en tanques de 220 litros o cubetas plásticas de 17 Kg y otras capacidades. En estas condiciones se garantiza varios años sin afectación del producto.

#### **Aclaración al Cliente:**

Se agradece nos solicite cualquier información adicional para éstas u otras aplicaciones.

Dirección: CEAT Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” Km 3.5 Autopista a Varadero, Matanzas, Cuba. Teléfono: 256811. E.Mail: [carlos.echeverria@umcc.cu](mailto:carlos.echeverria@umcc.cu)



### Anexo 3

Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos. Universidad de Matanzas  
"Camilo Cienfuegos". Km 3 ½ Autopista a Varadero. Matanzas.

## **FICHA TÉCNICA DISTIN 314 L**

### **Grasa Líquida Tipo Solvente 314L.**

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 de tuberías, laminados y perfiles almacenados a la intemperie. Proporciona impermeabilidad al agua en superficies oxidadas, 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, no se emulsiona, ni chorrea a temperatura ambiente. No afecta los recubrimientos de pintura. 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 m<sup>2</sup> /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, no se emulsiona por contacto. Se recomienda más de

una capa por proyección. Existen experiencias de su aplicación en la conservación de componentes huecos y áreas cerradas. Pasó el ensayo de Resistencia a la humedad y Temperatura con condensación constante durante 1600 horas, sobre probetas de acero de bajo contenido de carbono por la norma UNE – EN – ISO 6 270: 06 y DIN 50017: 82, y el ensayo de Resistencia a la niebla salina durante 500 horas por la norma ISO 9 227: 07, sin afectaciones. Estos ensayos se realizaron por el Laboratorio LABET.

### **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 el número de capas.

>> **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 la conservación de materiales oxidados que permanecen almacenados a la intemperie y en la conservación estructural en componentes huecos, áreas cerradas y zonas inaccesibles de estructuras metálicas no pintadas, donde incluye parte inferior de contenedores, 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.

### **Aclaración al cliente:**

Se agradece nos solicite cualquier información adicional para éstas u otras aplicaciones.

Dirección: CEAT Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” Km 3.5 Autopista a Varadero, Matanzas, Cuba. Teléfono: 256811. E.Mail: [carlos.echeverria@umcc.cu](mailto:carlos.echeverria@umcc.cu).

## Anexo 4



Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensioactivos. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Km 3 ½ Autopista a Varadero. Matanzas.

### **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 altas 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.

**Comuníquese:** Teléfono: 256811 Fax: 253101 E.Mail: [merca.ceat@umcc.cu](mailto:merca.ceat@umcc.cu), o [comercial.ceat@umcc.cu](mailto:comercial.ceat@umcc.cu)

## Anexo 5



Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Km 3 ½ Autopista a Varadero. Matanzas.

### **FICHA TÉCNICA DISTIN 404 L**

#### **Mástique Asfáltico Líquido**

Mástique asfáltico de consistencia líquida para la protección anticorrosiva y conservación de superficies metálicas. Ofrece una capa protectora de la superficie por evaporación del solvente, resistente a altas temperaturas, deformaciones por golpes de agua, piedras, etc la cual penetra en todas las cavidades e intersticios que puedan existir y protege contra la acción agresiva de la atmósfera. Especialmente preparado como recubrimiento antigraña para la protección de la parte inferior y exterior del piso de los automóviles, contenedores, equipos ferroviarios y en estructuras o pisos en contacto con agua y humedad, impermeabilizando y protegiendo contra la acción microbiana.

#### **Modo de Aplicación:**

- **Proyección:** Es la forma principal de aplicación, donde el espesor de la capa deseada se logra por aplicaciones sucesivas, una vez logrado el secado por capas.

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

El producto penetra al óxido no desprendible y protege y además puede ser aplicado sobre superficies previamente tratadas con la grasa líquida DISTIN 314 L, con la que se integra como un recubrimiento por poseer un constituyente común a ambos.

**Rendimiento:** Como es un producto líquido el rendimiento por capa se corresponde con el generalmente establecido de 10 m<sup>2</sup>/litro.

**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.

**Condiciones de Conservación:**

- **Intemperie:** Por ser un producto elaborado con goma se ve afectado por la radiación ultravioleta, aunque se tienen resultados de protección por más de un año en superficies de pisos de automóviles sin afectaciones.
- **Bajo techo:** Garantiza la protección por muchos años, cuando no está sometido a proyecciones de partículas, agua, etc.

**Almacenamiento:** El producto se almacena en recipientes plásticos de 5 y 20 litros. Antes de ser usado debe agitarse para que las partículas de goma que contiene se mantengan en suspensión antes de utilizarse.

**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 antelación.

**Comuníquese:** Teléfono: 256811. Fax: 253101 E.Mail: [merca.ceat@umcc.cu](mailto:merca.ceat@umcc.cu), o [comercial.ceat@umcc.cu](mailto:comercial.ceat@umcc.cu)

## Anexo 6



Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Km 3 ½ Autopista a Varadero. Matanzas.

### **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 despreñibles y descontaminar con agua.

**Rendimiento:** Se corresponde con el generalmente establecido para los productos líquidos de 10 m<sup>2</sup> /l en la preparación de superficies por frotado con más de una aplicación. En baños donde se introducen las piezas, permite tratar hasta 50 m<sup>2</sup>/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.

Pasó el ensayo climático de Humedad – Temperatura, acreditado por el Laboratorio LABET, por las Normas UNE – EN – ISO 6270: 06 y DIN 50017:82, sobre probetas de acero de bajo contenido de carbono, durante 1600 horas, sin afectaciones.

**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.

**Comuníquese:** Teléfono: 256811. Fax: 253101 E.Mail: [merca.ceat@umcc.cu](mailto:merca.ceat@umcc.cu), o [comercial.ceat@umcc.cu](mailto:comercial.ceat@umcc.cu).

## Anexo 7



Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Km 3 ½ Autopista a Varadero. Matanzas.

### **FICHA TECNICA DISTIN 603 L.**

#### **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 m<sup>2</sup> /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 chorrea 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.

:: Aclaración al usuario:

Se agradece nos solicite cualquier información adicional para éstas u otras aplicaciones.

Dirección: CEAT Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” Km 3.5 Autopista a Varadero, Matanzas, Cuba. Teléfono: 256811. E.Mail: [carlos.echeverria@umcc.cu](mailto:carlos.echeverria@umcc.cu)