

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS



CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN:
INTRODUCCIÓN AL CONTROL DE LA CORROSIÓN INDUSTRIAL
**EVALUACIÓN DE LA VELOCIDAD DE CORROSIÓN UTILIZANDO
CONDICIONES ACELERADAS Y PRUEBAS DE INTEMPERIE A
TRES SISTEMAS DE RECUBRIMIENTO DE RÁPIDO SECADO
APLICADOS EN ACERO A36.**

PRESENTADO POR:
**EVER ALEXIS RODRÍGUEZ ROSALES
HUGO JOSÉ ALCANTARA VÁSQUEZ**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO QUÍMICO

CIUDAD UNIVERSITARIA, ENERO 2023

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

MSC. ROGER ARMANDO ARIAS ALAVARADO

SECRETARIO GENERAL:

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO:

DR. EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA

SECRETARIO:

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS

DIRECTORA:

ING. SARA ELISABETH ORELLANA BERRÍOS

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS

CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN:
INTRODUCCIÓN AL CONTROL DE LA CORROSIÓN INDUSTRIAL

**EVALUACIÓN DE LA VELOCIDAD DE CORROSIÓN UTILIZANDO
CONDICIONES ACELERADAS Y PRUEBAS DE INTEMPERIE A 3
SISTEMAS DE RECUBRIMIENTO DE RÁPIDO SECADO
APLICADOS EN ACERO A36.**

Para optar al título de:

INGENIERO QUÍMICO

Presentado por:

RODRÍGUEZ ROSALES EVER ALEXIS

ALCANTARA VÁSQUEZ HUGO JOSÉ

Docente asesor:

ING. HÉCTOR MANUEL GUERRA PÉREZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, ENERO 2023

Trabajo de Grado aprobado por

DOCENTE ASESOR

ING. HECTOR MANUEL GUERRA PÉREZ

AGRADECIMIENTOS.

Todo se resume a este punto de mi vida, solo quiero agradecer a Dios y a mi madre, que sin ella posiblemente nada de esto hubiese sido posible.

Hugo José Alcantara Vasquez

AGRADECIMIENTOS.

A Dios por brindarme la inteligencia y sabiduría para completar esta meta, a mi madre Sonia por su amor incondicional y apoyo en cada etapa de mi vida, mi hermana Jeimy, mi Padre Paul por sus consejos, a mis mascotas en especial mi gatita Mish por mantenerme despierto en noches de estudio interminables, y finalmente a los amigos que acompañaron este viaje todos por igual importantes: Mirna, Josué, Javier, Fátima, Katherine, Salvador, y Abraham compañero de aventuras de la Universidad.

También debo mencionar al Ingeniero Héctor Guerra, asesor de este trabajo y un gran docente.

Ever Alexis Rodríguez Rosales.

RESUMEN.

Se evaluó la velocidad de corrosión en 3 sistemas de recubrimiento alquídico de rápido secado (primario anticorrosivo + esmalte) aplicados en acero A36 (previamente tratado por métodos de limpieza adecuados) utilizando para ello 2 tipos de pruebas de corrosión: condiciones aceleradas (según la norma de la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales o “ASTM” B-117:2008) y condiciones naturales (ambiente urbano, siguiendo la clasificación de ambientes corrosivos de 2018 planteada por la Organización Internacional de Normalización o “ISO” por sus siglas en inglés en la norma ISO), todo a un tiempo de 1000 horas de exposición. Esto con el fin de comparar los sistemas entre sí para definir cuál es el más adecuado como método de protección contra la corrosión calificando parámetros como: precio, calidad de aplicación, acabado inicial y acabado luego de las pruebas, nivel de corrosión presentado, y nivel de ampollamiento.

Luego de realizadas las pruebas y habiendo hecho la respectiva calificación se obtiene que el sistema competidor “B” presenta el mejor desempeño ante el fenómeno de la corrosión, seguido del sistema competidor “A” recomendable también por el desempeño presentado durante las pruebas, siendo por último el sistema “C” no recomendable debido a los niveles de corrosión presentados. Como resultado se obtiene un mayor nivel de corrosión en las pruebas en condiciones aceleradas como teóricamente se esperaba.

Se obtienen resultados que permiten conocer mejor el comportamiento de los sistemas de recubrimiento alquídicos de rápido secado y criterios que permitan la elección de estos como métodos de protección contra la corrosión, la construcción de una cámara salina adaptada a los medios y materiales disponibles pero que cumple con su función esperada, todo esto junto puede servir como guía para la elección de productos adecuados para individuos que busquen una metodología accesible para realizar pruebas a sistemas de recubrimiento

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO I: ALCANCES, PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1 Contexto de la investigación	2
1.2 Definición del problema.....	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Justificación	3
1.5 Beneficios esperados	3
1.6 Delimitaciones y limitaciones del proyecto.....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1 Corrosión.....	5
2.2 Acero A36.....	5
2.3 Ambientes corrosivos.....	5
2.3.1 Atmósfera rural	6
2.3.2 Atmósfera urbana	6
2.3.3 Atmósfera industrial	6
2.3.4 Atmósfera marina.....	6
2.4 Recubrimientos.....	6
2.4.1 Propiedades de un recubrimiento.....	6
2.5 Recubrimientos alquídicos.....	7
2.6 Corrosión del acero A36.....	8
2.7 Pruebas de corrosión.....	8

2.7.1 Corrosión por niebla salina o prueba NSS (norma ASTM B117).	8
2.7.2 Corrosión por aspersión de sal en atmósferas artificiales (norma ISO 9227).	8
2.7.3 Método de prueba estándar de corrosión acelerada para la estabilidad a la oxidación del aceite combustible destilado (norma ASTM D2274).	9
2.7.4 Prueba en seco, niebla cíclica de electrolitos diluidos o prueba de adhesión (norma ASTM G85).	9
2.7.5 Pruebas de intemperie (condiciones naturales).	9
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL, PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	10
3.1 Metodología experimental.	10
3.1.1 Diseño de experimentos.	10
3.1.2 Preparación de las superficies.	11
3.1.3 Aplicación de recubrimientos.	12
3.1.4 Montaje de cámara salina (condiciones aceleradas).	14
3.1.5 Estación para pruebas en condiciones naturales.	15
3.1.6 Etapa de observación y toma de datos.	16
3.2 Presentación y discusión de resultados.	16
3.2.1 Resultados para pruebas en condiciones naturales.	16
3.2.2 Resultados para prueba en condiciones aceleradas.	21
3.3 Calificación y comparación de sistemas utilizados.	24
CONCLUSIONES	25
RECOMENDACIONES	26
BIBLIOGRAFÍA	27
ANEXOS	28
Anexo I. Marcha de laboratorio para las pruebas según norma ASTM B117 (condiciones aceleradas).	28

Anexo II. Fichas técnicas de los sistemas utilizados	32
--	----

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 3-1. Distribución de muestras y nomenclatura.....	10
Tabla 3-2. Matriz de compatibilidad entre productos para cada sistema de recubrimiento.	13
Tabla 3-3. Observación a 550 horas en condiciones naturales.....	17
Tabla 3-4. Observación a 750 horas en condiciones naturales.....	18
Tabla 3-5. Observación a 1000 horas en condiciones naturales.....	19
Tabla 3-6. Observación a 500 horas en condiciones aceleradas.	21
Tabla 3-7. Observación a 750 horas para condiciones aceleradas.	22
Tabla 3-8. Observación a 1000 horas para condiciones aceleradas.	23
Tabla 3-9. Calificación del desempeño de sistemas de recubrimientos sometidos a pruebas.	24

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 3-1. Especímenes luego de limpieza con lijas grano 180 y 220.	11
Figura 3-2. Especímenes una vez finalizados el proceso de limpieza aplicando nafta con paño.	12
Figura 3-3. Aplicación de segunda capa a sistema anticorrosivo a sus respectivas muestras.	14
Figura 3-4. Cámara salina en proceso de montaje con muestras introducidas.	15
Figura 3-5. Estación para pruebas en condiciones naturales.....	15

INTRODUCCIÓN

La corrosión, problema que afecta a la industria salvadoreña como en todo el mundo supone pérdidas económicas año con año, la pérdida de las características de interés de los materiales supone una problemática constante en todo tipo de industrias, llevando a la necesidad de realizar estudios que permitan proteger materiales de interés para mitigar y/o evitar los daños sufridos por un proceso natural que se ha vuelto tema de estudios por su importancia, es en este punto en que los recubrimientos surgen como una opción factible para realizar protección de los materiales contra dicho proceso.

Se presentan conceptos generales y específicos relacionados al fenómeno, la metodología para el desarrollo experimental de 3 sistemas de recubrimiento alquídicos de rápido secado disponibles en el mercado salvadoreño, como método de protección contra la corrosión en acero A36, realizando pruebas en dos tipos de ambientes diferentes como: son condiciones naturales (pruebas de intemperie), y condiciones aceleradas (siguiendo lo descrito en la norma ASTM B-117).

Con esto se logra mostrar un procedimiento que puede ser seguido para la comparación en el desempeño de productos destinados como recubrimiento, en base a diferentes factores tomados en cuenta a partir de la experiencia realizando el presente trabajo, desde la obtención de los materiales a utilizar hasta los resultados finales obtenidos; pudiendo servir como guía para diferentes usuarios.

CAPÍTULO I: ALCANCES, PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Contexto de la investigación

Teniendo en cuenta el contexto del fenómeno de la corrosión en los materiales, se pretende evaluar un cierto número de recubrimientos industriales en el acero A36, este es un metal muy utilizado en la industria en general por su facilidad de adquisición económica y por sus propiedades mecánicas. Se pondrán a prueba muestras de acero y se evaluarán en ambientes corrosivos naturales como en ambientes con condiciones controladas, después se realizará una comparación de las muestras en condiciones controladas con la norma ASTM B117, estas pruebas se desarrollarán en un ambiente especial de laboratorio. Ambos experimentos permitirán conocer el grado de corrosión en las placas de muestra y así también evaluar la eficacia de los recubrimientos utilizados.

1.2 Definición del problema

La ciencia especializada en el fenómeno de la corrosión en el paso de los años ha intentado diseñar sistemas que presenten las mejores propiedades protectoras a los diversos materiales de estudio. Esto a través de la investigación y desarrollo enfocada en diversos sistemas, ambientes y necesidades. Este avance también trae consigo problemáticas nuevas debido a la diversificación del uso de los materiales en la actualidad. El acero A36 es uno de los metales más utilizados en las aplicaciones industriales, es por eso que se ha dedicado un esfuerzo extraordinario en sistemas para protección, entre estos tipos se encuentran los recubrimientos epóxicos los cuales forman parte de las nuevas tecnologías de protección contra la corrosión. Dentro de esta clase de recubrimientos no se conoce cuál es la eficiencia de cada uno en nuestro país, ya sea en condiciones naturales como en condiciones controladas, esto hace que no se conozca cual es la eficacia de cada uno en los sistemas antes mencionados. He aquí la importancia de la investigación que se va a realizar ya que puede servir a futuro a otras investigaciones en el mismo campo analizando nuevos tipos de recubrimientos en función de otros factores ambientales como geográficos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el grado de corrosión en ambiente natural como en un ambiente con condiciones controladas en varias muestras metálicas de acero A36, aplicando diferentes sistemas de recubrimientos seleccionados.

1.3.2 Objetivos específicos

- I. Comparar la resistencia a la corrosión de los sistemas de recubrimiento propuestos en los dos tipos de ambiente previamente establecidos.
- II. Determinar la durabilidad de los recubrimientos utilizados en el experimento y su eficiencia en la protección contra la corrosión.

1.4 Justificación

En la industria en general el fenómeno de la corrosión ha tomado un gran partido, por lo tanto, es imprescindible evaluar algunos de los sistemas de recubrimiento que se comercializan en el país en muestras de acero A36, el cual es uno de los metales más utilizados en la industria y a nivel cotidiano. Se buscará establecer las condiciones atmosféricas más representativas a las que se expondrán las muestras de acero, las muestras de acero A36 se someterán a los dos tipos de ambientes antes expuestos, el primero a la intemperie y exponiendo las muestras solo a la atmosfera del lugar donde se lleve a cabo al experimento y el segundo un ambiente artificial, manipulado en el cual las condiciones son más drásticas. Ambos ambientes permitirán conocer el grado de corrosión en las muestras y permitirá evaluar la eficiencia de los sistemas de recubrimiento aplicados.

El punto clave de la investigación yace en tener un análisis experimental comparativo en cuanto a la eficacia de los sistemas de recubrimientos aplicados, que se usan en la industria salvadoreña en función de los distintos ambientes. Con esto a futuro abrir nuevos campos para la experimentación en las ciencias de la corrosión.

1.5 Beneficios esperados

Obtener datos y conclusiones fidedignas acerca de los sistemas de recubrimiento aplicados para poder determinar el desempeño y la durabilidad de los productos utilizados.

1.6 Delimitaciones y limitaciones del proyecto.

En el experimento se pretende implementar condiciones ambientales y condiciones aceleradas a las muestras de acero, según la normativa vigente. Los factores que afectan el experimento son la tecnología que se usara en la simulación, sin embargo, se buscara adecuar las condiciones lo más ideal posible.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Por la naturaleza del fenómeno a estudiar, es necesario tener conocimiento de algunos conceptos básicos para la comprensión del mismo, comenzando por definir lo que es la corrosión.

2.1 Corrosión.

La corrosión es un proceso natural que se da cuando materiales metálicos se exponen a determinados ambientes y agentes (químicos y/o biológicos), resultando esto en una destrucción gradual de las propiedades de los metales, este concepto se extiende además a otros tipos de materiales como son la cerámica, polímeros, madera, Etc. Si bien es un proceso destructivo que se da naturalmente (al igual que terremotos, inundaciones, entre otros), este puede ser prevenido o como mínimo controlado (Ahmad, 2006).

Entonces conociendo a qué se refiere el fenómeno de la corrosión es importante también conocer el material a ensayar y sus características, en este caso el acero A36, o también conocido como “acero al carbón”.

2.2 Acero A36.

El acero A36 es una aleación de acero al carbono de propósito general muy comúnmente usado mundialmente. El acero A36 es el tipo más común de acero utilizado en la construcción, la manufactura y muchas otras industrias. De los aceros al carbono, el acero ASTM A36 es una de las variedades más comunes en parte debido a su bajo costo. Ofrece una excelente resistencia y fuerza para un acero bajo en carbono y aleación (Universidad Politecnica de Valencia, 2018).

El acero A36, tiene una densidad de 7860 kg/m^3 (0.28 lb/pulg^3). El acero A36 en barras, planchas y perfiles estructurales con espesores menores de 8 pulg (203.2 mm) tiene un límite de fluencia mínimo de 250 MPa (36 ksi), y un límite de rotura mínimo de 400 MPa (58 ksi). Las planchas con espesores mayores de 8 pulg (203.2 mm) tienen un límite de fluencia mínimo de 220 MPa (32 ksi), y el mismo límite de rotura (Jacharles, 1984).

Como se sabe que uno de los factores que juegan en el proceso de la corrosión es el ambiente al que están expuestos los materiales hay que conocer cómo se clasifican estos según sus características.

2.3 Ambientes corrosivos.

Los diferentes ambientes o atmósferas en los que el fenómeno de la corrosión es más comúnmente observable se clasifican (según la norma ISO 12944-2:1998, por sus siglas en inglés) en:

2.3.1 Atmósfera rural: Predominante en áreas rurales y pequeñas localidades en las que la concentración de agentes contaminantes es baja, ejemplo de estos agentes son el dióxido de azufre y diferentes cloruros.

2.3.2 Atmósfera urbana: Comprende áreas de una gran población sin industria desarrollada, en ellas la concentración de agentes contaminantes es moderada.

2.3.3 Atmósfera industrial: Aquella comprendida por zonas con grandes industrias en las que se tienen grandes concentraciones de dióxido de azufre, entre otros.

2.3.4 Atmósfera marina: Se sitúan cerca o sobre el mar, están cargadas de cloruros y otros aerosoles de sales marinas.

Sabiendo ya lo que es el fenómeno de la corrosión es indispensable conocer cómo puede ser evitado, uno de los métodos más utilizados es la aplicación de recubrimiento, por lo que el concepto de recubrimiento se vuelve ahora de interés.

2.4 Recubrimientos.

Un recubrimiento se define como una dispersión de relativa estabilidad entre uno o más pigmentos divididos en una solución, con esto se logra que al secarse este se forme una película que sirve de barrera, flexible y adherente además de con una buena eficacia de protección frente a la corrosión. La eficacia de un recubrimiento depende de factores como la preparación de la superficie donde será aplicado, la técnica seguida para su aplicación, además de la adecuada selección del sistema de recubrimiento a emplear teniendo en cuenta el medio al que estará expuesto el material (Amancha y Paredes, 2019).

Un recubrimiento debe exhibir una variedad de propiedades con el fin de cumplir con el control de la corrosión.

2.4.1 Propiedades de un recubrimiento.

Las propiedades deseables incluyen (Amancha y Paredes, 2019):

a) Resistencia química: El recubrimiento debe resistir la degradación de los químicos a los cuales está expuesto. La resistencia química es principalmente una función de la resina utilizada.

b) Resistencia al agua: El agua afecta prácticamente todos los recubrimientos. Mayor resistencia al agua es igual a mayor control efectivo contra la corrosión.

c) Facilidad de aplicación: La facilidad de aplicación es una característica vital, especialmente con estructuras complejas. Cuanto más difícil la aplicación, mayor será la oportunidad para que se creen defectos que conducirán a fallas prematuras.

d) Adhesión al sustrato: La adhesión se base en las interacciones físicas y químicas entre el recubrimiento y el sustrato. Una adherencia deficiente equivale a un desempeño deficiente.

e) Fuerza Cohesiva: Los recubrimientos deben poder aguantar las tensiones del proceso de curado, así como los cambios de temperatura y humedad.

f) Flexibilidad y Elongación: La capacidad de expandirse y contraerse con el sustrato es crítica para algunas aplicaciones de recubrimientos.

g) Resistencia al Impacto: El recubrimiento puede tener que resistir cargas de impacto.

h) Resistencia a la Abrasión: Los recubrimientos en algunas áreas pueden tener que resistir esfuerzos abrasivos.

i) Resistencia a la Temperatura: El medio ambiente al que está expuesto al recubrimiento puede generar temperaturas extremas, por lo general elevadas.

j) Resistencia Dieléctrica: Una variable clave en los recubrimientos de barrera y en el uso de recubrimientos en conjunto con la protección catódica.

En el proceso de formulación de recubrimientos, por lo general es necesario hacer un intercambio entre las propiedades antes mencionadas. Las propiedades se alteran cuando los componentes del recubrimiento se cambian.

Es común que los recubrimientos se agrupen y nombren dependiendo el tipo de aglutinante que emplean así se tienen recubrimientos epóxicos, alquídicos, acrílicos, Etc. Siendo de suma importancia para fines de este trabajo la clasificación de recubrimientos alquídicos.

2.5 Recubrimientos alquídicos.

Las resinas alquídicas son las más importantes resinas sintéticas pues su volumen total utilizado en recubrimientos de superficies supera ampliamente a las demás. Se usan en casi todos los tipos de recubrimientos de superficies, pinturas, esmaltes, lacas y barnices. Las principales materias primas para su producción son aceites refinados y/o ácidos grasos altamente insaturados (Cardeño y Ríos, 2013).

son materiales poliméricos derivados de la reacción de polioles y poliácidos, y modificados con aceites y ácidos grasos naturales (principalmente insaturados) o sintéticos que se caracterizan por su secado oxidativo a temperatura ambiente en presencia de catalizadores. (Cardeño y Ríos, 2013).

Es importante conocer cómo se da la corrosión en los materiales de interés, acero A36 como es este caso.

2.6 Corrosión del acero A36.

El proceso de corrosión está catalogado como un fenómeno electroquímico por lo que es necesaria la presencia de un electrolito, ánodo, y cátodo, es decir, para que un metal sufra corrosión es imprescindible que estén presentes, al mismo tiempo, el agua como electrolito conductor de la corriente eléctrica generada en las reacciones electroquímicas, el oxígeno o el hidrógeno como elementos que sufren el proceso de reducción en medios ácidos o alcalinos según el caso y el material metálico que sufrirá el proceso de oxidación o pérdida de electrones (Gil, 1997).

Para poder conocer qué tan adecuado será un material al ser expuesto a un ambiente corrosivo primero se opta por someter este a pruebas que permitan observar su comportamiento y determinar así el grado de corrosión al que pueda llegar y de dicha forma también definir una forma de protegerlo de mejor manera.

2.7 Pruebas de corrosión.

Sabiendo ya que la corrosión trae con sí una serie de problemas aparecen los llamados “métodos de monitoreo de la corrosión”, que funcionan como mecanismos para llevar a cabo el control de calidad, detectar fallos y hasta comparar materiales entre sí para saber cuál es más adecuado en ciertos ambientes y para determinados usos; entre algunas metodologías de pruebas de corrosión y sus respectivas normas se tienen (Metalinspec, 2021):

2.7.1 Corrosión por niebla salina o prueba NSS (norma ASTM B117).

Esta implica la introducción de niebla salina vaporizada en una cámara con un ambiente de temperatura definida, es comúnmente utilizada para probar la resistencia a la corrosión de muestras metálicas con o sin recubrimientos, teniendo el medio un pH de entre 6.5 y 7.2.

2.7.2 Corrosión por aspersión de sal en atmósferas artificiales (norma ISO 9227).

También conocida como “pruebas de niebla salina neutra” (NSS), niebla salina de ácido acético con cobre (CASS); se emplea para ensayar materiales metálicos con o sin recubrimiento en un ambiente

de aerosol con una sal a temperatura elevada, pudiendo emplear según la necesidad un pH neutro de entre 6.5 y 7.2, hasta uno ácido de 3.2 a 3.3.

2.7.3 Método de prueba estándar de corrosión acelerada para la estabilidad a la oxidación del aceite combustible destilado (norma ASTM D2274).

Este es un caso muy diferente a las anteriormente mencionadas ya que se emplea para la medición de la estabilidad de los combustibles derivados del petróleo en condiciones de oxidación especificadas a 95 °C, teniendo la limitante de no ser aplicable a combustibles que contienen aceites residuales o cantidades significativas de componentes que no sean derivados del petróleo.

2.7.4 Prueba en seco, niebla cíclica de electrolitos diluidos o prueba de prohesión (norma ASTM G85).

Puede aplicarse tanto a materiales ferrosos como no ferrosos, y a recubrimientos orgánicos e inorgánicos, empleándose esta cuando se desea un ambiente más corrosivo que el descrito en la norma ASTM B117; en este caso las muestras se exponen a un clima cambiante con ciclos repetidos de 2 partes en lapsos de tiempo de 1 hora con un pH de 5.0 a 5.4,

2.7.5 Pruebas de intemperie (condiciones naturales).

Consisten en exponer las muestras de interés en un determinado ambiente durante un lapso de tiempo específico.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL, PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Es de suma importancia definir una metodología acorde a las pruebas a realizar, a partir de ello se podrá reproducir de manera más concreta el fenómeno bajo las condiciones deseadas permitiendo esto obtener mejores resultados y llegar a conclusiones más acertadas.

3.1 Metodología experimental.

Se realizan pruebas de corrosión en condiciones aceleradas y pruebas de intemperie, siguiendo la norma ASTM B117:2008 para condiciones aceleradas, mencionar que no todas las condiciones son posibles de seguir debido a limitantes en la disponibilidad de equipo y materiales; el diseño se hace adecuándose a lo planteado en la norma; los especímenes para pruebas a intemperie se exponen a un ambiente urbano. La metodología seguida en el experimento se presenta en el anexo I.

3.1.1 Diseño de experimentos.

Se tomaron 3 sistemas de recubrimiento de rápido secado disponibles en el mercado salvadoreño, con ellos se correrán pruebas en condiciones aceleradas y bajo condiciones naturales para 5 muestras un mismo tipo de acero al carbón en cada caso (exponiendo 4 a pruebas y dejando 1 muestra testigo para cada sistema en cada prueba), un total de 30 muestras divididas de la siguiente forma (donde "C" denota condiciones aceleradas, e "I" condiciones naturales), véase la distribución y nomenclatura en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1. Distribución de muestras y nomenclatura.

Muestra	Sistema de recubrimiento 1		Sistema de recubrimiento 2		Sistema de recubrimiento 3	
	C. Aceleradas	C. Naturales	C. Aceleradas	C. Naturales	C. Aceleradas	C. Naturales
1	A1C	A1I	B1C	B1I	C1C	C1I
2	A2C	A2I	B2C	B2I	C2C	C2I
3	A3C	A3I	B3C	B3I	C3C	C3I
4	A4C	A4I	B4C	B4I	C4C	C4I
5	A5C	A5I	B5C	B5I	C5C	C5I

3.1.2 Preparación de las superficies.

Los principales métodos de preparación de superficies especificados por la Sociedad de Recubrimientos Protectores (SSPC) y la Asociación Nacional de Ingenieros de Corrosión (NACE), que son las principales organizaciones Internacionales que han normado los grados de preparación.

Para la preparación de las superficies en las que se aplicarán los recubrimientos se sigue la metodología descrita en las normas SSPC-SP1:2015 “preparación de superficies mediante limpieza con solventes” y SSPC-SP3:2014 “superficies de acero preparadas mediante herramientas mecánicas”; se procedió a lijar todas las muestras con lija grano 180 y luego 220, posteriormente se aplicó nafta con un paño limpiando ambas caras hasta asegurar que no quedaron residuos en estas. En la figura 3-1 se observan los especímenes luego de limpieza con herramientas mecánicas.



Figura 3-1. Especímenes luego de limpieza con lijas grano 180 y 220.

Los resultados del proceso de limpieza por ambas metodologías se visualizan en la Figura 3-2.



Figura 3-2. Especímenes una vez finalizados el proceso de limpieza aplicando nafta con paño.

3.1.3 Aplicación de recubrimientos.

Los tres sistemas de recubrimiento a ensayar consisten cada uno en: una primera capa de primario anticorrosivo y posterior una capa de esmalte o acabado, siendo los productos empleados en ambas capas de secado rápido y base resina alquídica, véase en la Tabla 3-2 se tiene la matriz de compatibilidad de los sistemas en base a los productos en cada capa y los métodos de preparación de superficie aplicados:

Tabla 3-2. Matriz de compatibilidad entre productos para cada sistema de recubrimiento.

Sistema	Preparación de superficie	Capas	
		Primario anticorrosivo	Acabado esmalte
A	SSPC-SP1/ SSPC-SP3	C. Anticorrosivo Fast Dry	C. Esmalte faster dry
B	SSPC-SP1/ SSPC-SP3	K. Anticorrosivo Faster Dry	K. Esmalte Faster Dry
C	SSPC-SP1/ SSPC-SP3	L. Anticorrosivo Rapid Dry	L. Esmalte Alquídic Super Dry

Para aplicar los sistemas de recubrimiento capa por capa se utilizó un compresor para lograr mayor uniformidad en la distribución de los productos, teniendo un tiempo de espera de entre 15 y 20 minutos para el secado de la primera capa, y un tiempo de 40 minutos para la capa de acabado, en la Figura 3-3 se observan especímenes luego de aplicada la segunda capa o esmalte respectivo.



Figura 3-3. Aplicación de segunda capa a sistema anticorrosivo a sus respectivas muestras.

3.1.4 Montaje de cámara salina (condiciones aceleradas).

Para ello se utilizó un recipiente de volumen adecuado, en el cual se depositaron 6.5 L de agua desmineralizada preparando una disolución con 0.4105 Kg de *NaCl* grado reactivo, en proporción de 5 ± 1 partes de *NaCl* en 95 partes de agua. Posterior a su construcción se ubicaron las muestras sobre una base con surcos a 15° como se muestra en la Figura 3-4, todo diseñado en base a lo establecido en la norma ASTM B117. Detalles más específicos pueden ser consultados en el anexo I.



Figura 3-4. Cámara salina en proceso de montaje con muestras introducidas.

3.1.5 Estación para pruebas en condiciones naturales.

Para esta parte se ubicaron las muestras correspondientes a la intemperie sobre una superficie expuesta completamente a las condiciones de un medio ambiente urbano haciendo uso de una estructura metálica capaz de sostener las muestras tal y como se observa en la Figura 3-5.



Figura 3-5. Estación para pruebas en condiciones naturales.

3.1.6 Etapa de observación y toma de datos.

Se corrieron las pruebas durante un periodo de 1000 horas, realizando observaciones cada 100 horas, comparando con lo establecido en las normas ASTM D610:2018 “Métodos estándar para la evaluación del grado de corrosión en superficies de acero pintadas” y el manual SSPC-VIS 2, además se empleó la norma ASTM D714-02:2017 “Métodos estándar para la evaluación del grado de ampollamiento de pinturas”, adicional a ello se tomaron mediciones de pH para asegurar que las condiciones en la cámara salina fuesen las deseadas.

3.2 Presentación y discusión de resultados.

Se presentan los resultados obtenidos en 3 de las observaciones realizadas, luego de 500 horas (siendo a partir de dicha cantidad de horas que se comenzó a evidenciar corrosión).

3.2.1 Resultados para pruebas en condiciones naturales.

Las observaciones realizadas a diferentes tiempos de la experimentación bajo condiciones naturales se presentan en las tablas de la 3-3 a 3-5.

Tabla 3-3. Observación a 550 horas en condiciones naturales.

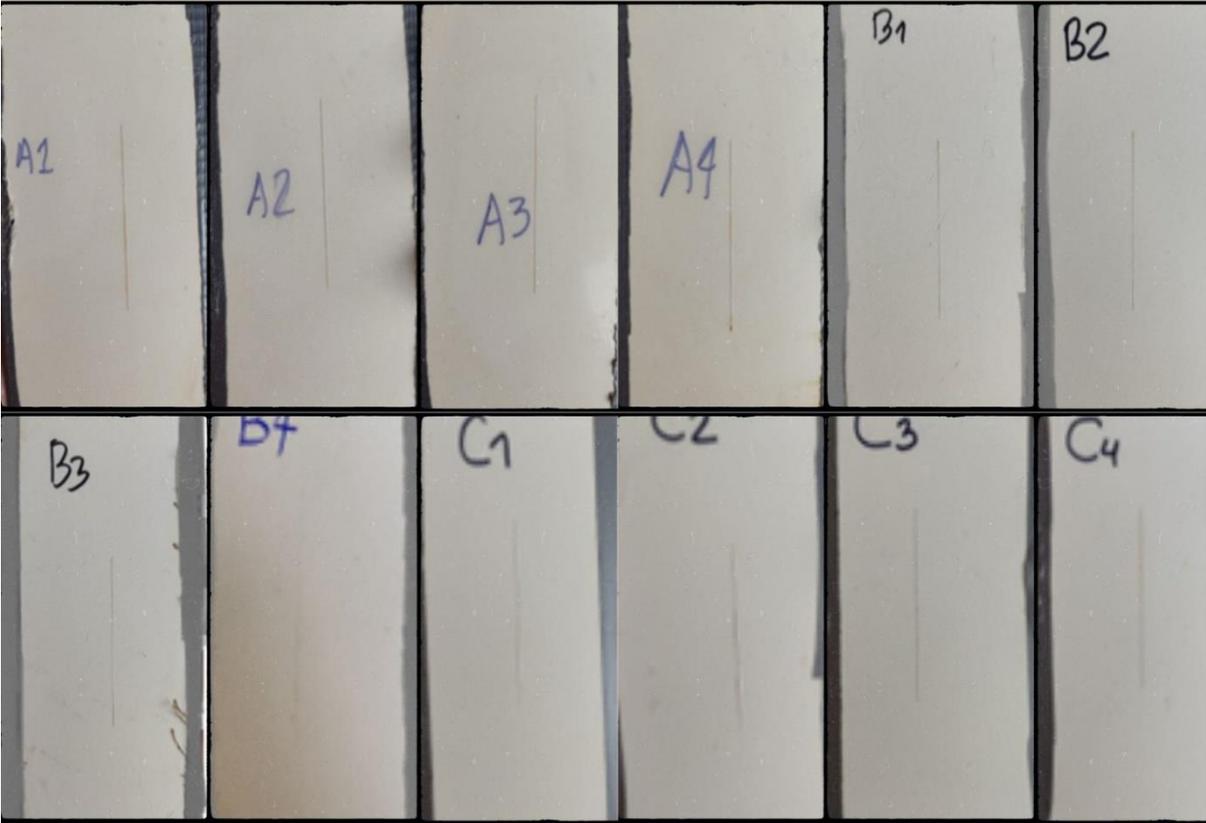
Muestras Identificadas: A, B, C	Tiempo de observación (horas): 550	observación N° 3
Observaciones y registros fotográficos		
		
Nivel de corrosión norma ASTM D610/SSPC-VIS 2	Se observa un grado 9-G, con un 0.03% de corrosión en las muestras A1I y A4I. Las muestras del sistema B no presentan corrosión. Se observa un grado 9-G, con un 0.03% de corrosión en la muestra C4I.	
Nivel de ampollamiento norma ASTM D-714	No se observa.	

Tabla 3-4. Observación a 750 horas en condiciones naturales.

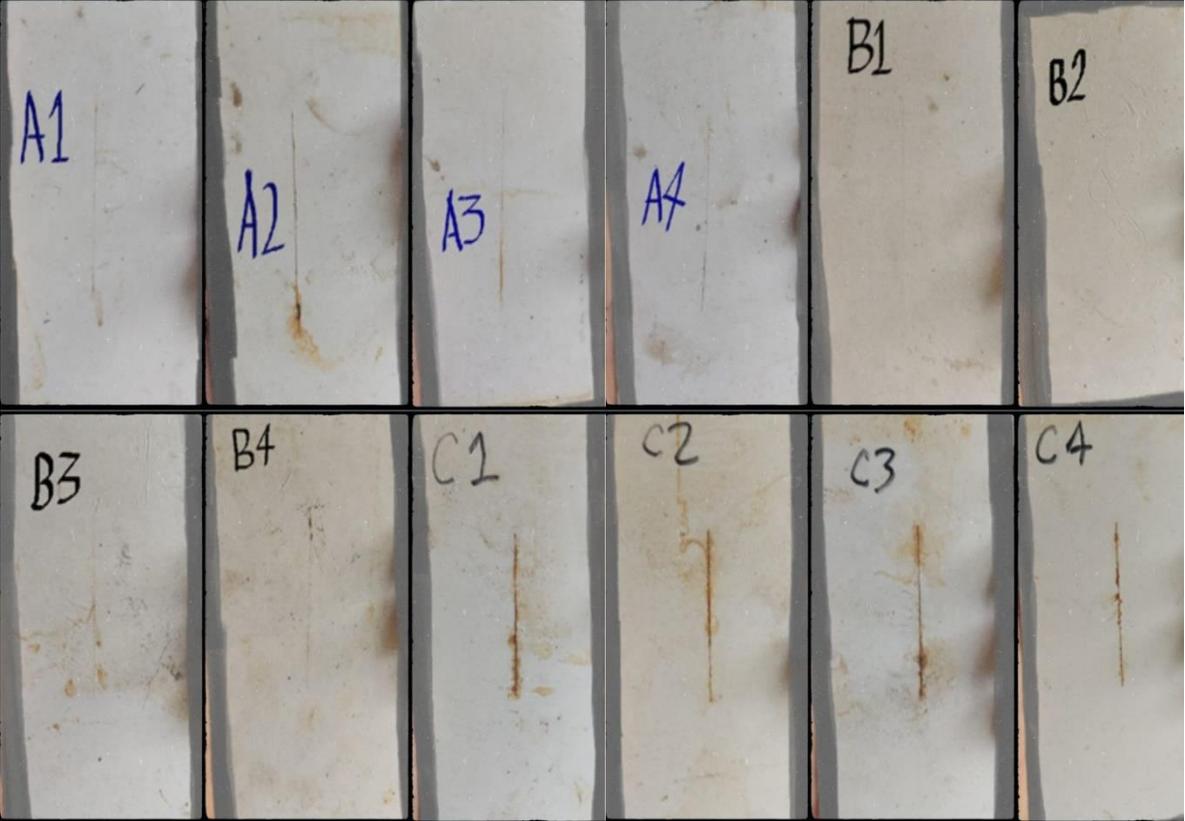
Muestras Identificadas: A, B, C	Tiempo de observación (horas): 750	observación N° 4
Observaciones y registros fotográficos		
		
Nivel de corrosión norma ASTM D610/SSPC-VIS 2	Se observan grados 8-S, con 0.1% de corrosión en las muestras A2I y A3I. No se observa corrosión en las muestras del sistema B (además de suciedad). Se observa grado 6-S en las 4 muestras del sistema C.	
Nivel de ampollamiento norma ASTM D-714	No se observa presencia clara de ampollamiento.	

Tabla 3-5. Observación a 1000 horas en condiciones naturales.

Muestras Identificadas: A, B, C	Tiempo de observación (horas): 1000	Observación N° 5
Observaciones y registros fotográficos		
		
<p>Nivel de corrosión norma ASTM D610/SSPC-VIS 2</p>	<p>Se observa un grado de corrosión desde 9-G con un 0.03% de corrosión, hasta 6-S con un 1% de corrosión para las muestras del sistema A.</p> <p>Se observa un grado de corrosión 9-G con un 0.03% de corrosión para las muestras del sistema B.</p> <p>Se observa desde grado 8-S con un 0.01% de corrosión, hasta grado 5-S con un 3% de corrosión para 3 muestras, mientras que se presenta grado 3-S con 16% de corrosión para 1 muestra, del sistema C.</p>	

Tabla 3-5 Observación a 1000 horas en condiciones naturales. (Continuación)

Muestras Identificadas: A, B, C	Tiempo de observación (horas): 1000	Observación N° 5
Observaciones y registros fotográficos		
Nivel de ampollamiento norma ASTM D-714	<p>Se observa poca presencia de ampollas de tamaño N° 4 y N°2, para las muestras A2I y A4I.</p> <p>No se observan ampollas en las muestras del sistema B.</p> <p>Se observan poca presencia de ampollas de tamaño N°2 en las muestras C2I, C3I, C4I; mientras que para la muestra C1I una presencia medianamente densa de tamaño N°8.</p>	

3.2.2 Resultados para prueba en condiciones aceleradas.

Las observaciones realizadas a diferentes tiempos de la experimentación en condiciones aceleradas se presentan en las tablas de la 3-6 a 3-8

Tabla 3-6. Observación a 500 horas en condiciones aceleradas.

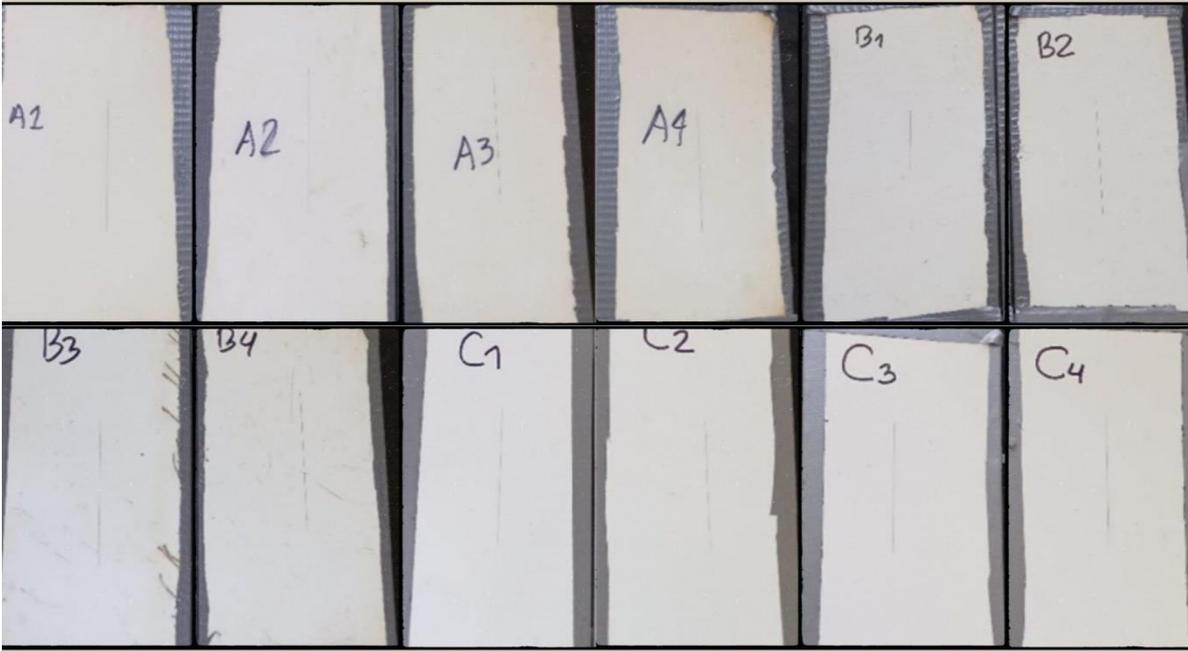
Muestras Identificadas: A, B, C	Temperatura de cámara (°C): 24	pH de cámara: 6.95	Tiempo de observación (horas): 550	Observación N° 3
Observaciones y registros fotográficos				
				
Nivel de corrosión norma ASTM D610/SSPC-VIS 2	No se observan condiciones de corrosión realmente apreciables.			
Nivel de ampollamiento norma ASTM D-714	No se observa.			

Tabla 3-7. Observación a 750 horas para condiciones aceleradas.

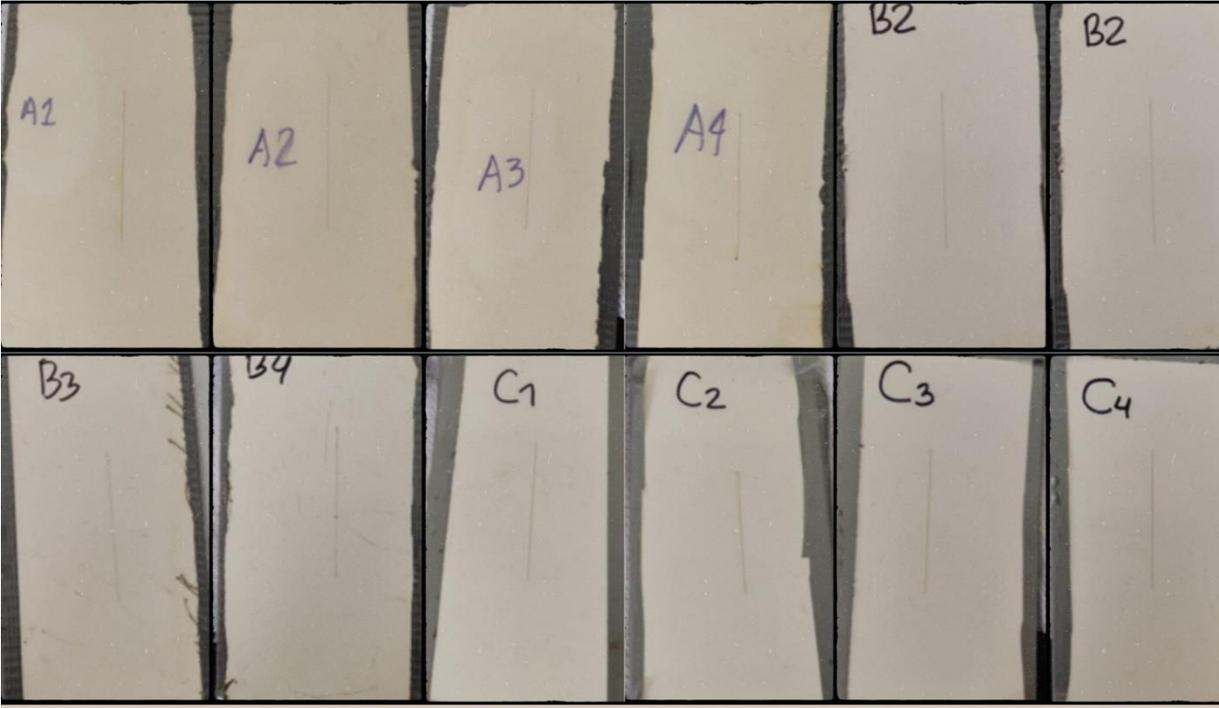
Muestras Identificadas: A, B, C	Temperatura de cámara (°C): 24.2	pH de cámara: 6.58	Tiempo de observación (horas): 750	Observación N° 4	
Observaciones y registros fotográficos					
					
Nivel de corrosión norma ASTM D610/SSPC-VIS 2	Se observa un grado de corrosión desde 9-G con un 0.03% de corrosión para las muestras A1C y A4C. No se observa corrosión en las muestras del sistema B. Se observa un grado 8-G con 0.1% de corrosión para las muestras C2C y C3C.				
Nivel de ampollamiento norma ASTM D-714	No se observa.				

Tabla 3-8. Observación a 1000 horas para condiciones aceleradas.

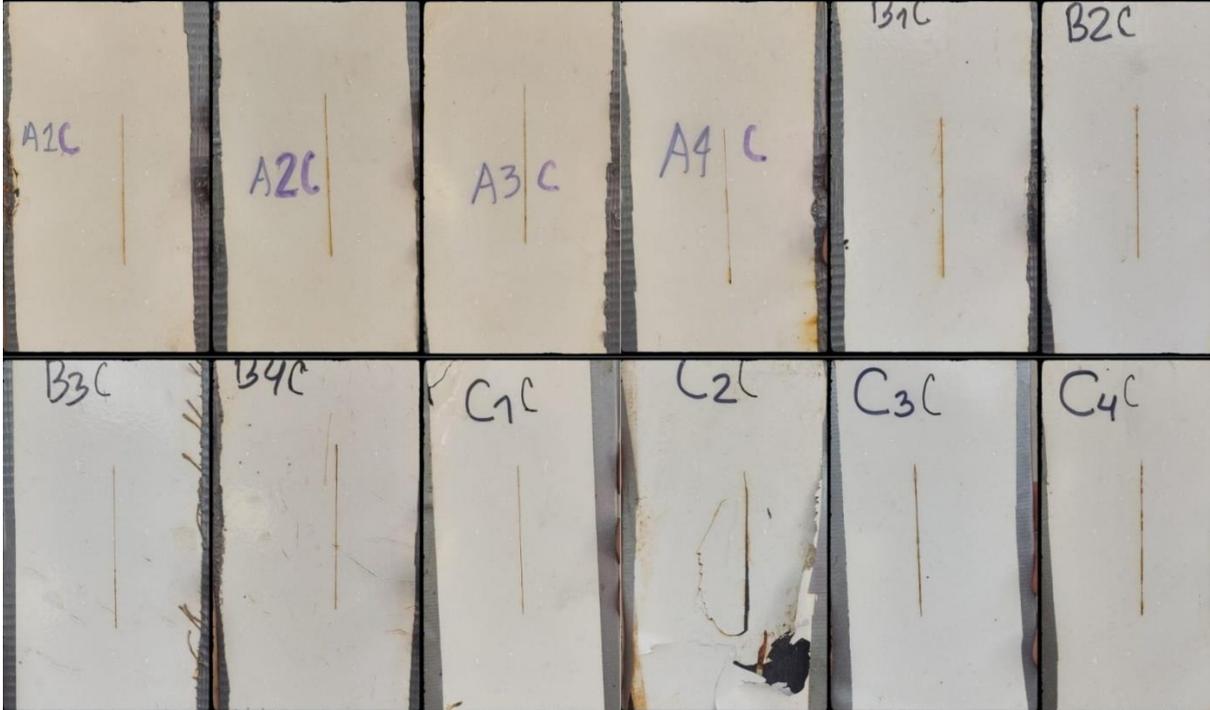
Muestras Identificadas: A, B, C	Temperatura de cámara (°C): 24.3	pH de cámara: 6.52	Tiempo de observación (horas): 1000	Observación N° 5
Observaciones y registros fotográficos				
				
<p>Nivel de corrosión norma ASTM D610/SSPC-VIS 2</p>	<p>Se observa un grado de corrosión desde 8-S con 0.1% de corrosión para las 4 muestras del sistema A.</p> <p>Se observa un grado de corrosión desde 8-S con 0.1% de corrosión para las 4 muestras del sistema B.</p> <p>Se observa grado 8-S con un 0.1% de corrosión para las muestras C1C, C3C, C4C; mientras que se tiene un grado 4-S con 10% de corrosión para la muestra C2C.</p>			

Tabla 3- 8 Observación a 1000 horas para condiciones aceleradas. (Continuación).

Muestras Identificadas: A, B, C	Temperatura de cámara (°C): 24.3	pH de cámara: 6.52	Tiempo de observación (horas): 1000	Observación N° 5
Nivel de ampollamiento norma ASTM D-714	<p>Se observa poca presencia de ampollas de tamaño N° 6, para las muestras A1C, A3C, y A4C.</p> <p>No se observan ampollas en las muestras del sistema B.</p> <p>Se observan poca presencia de ampollas de tamaño N°4 en las muestras C2C, C3C, C4I; y una presencia medianamente densa de ampollas tamaño N°8 en C1C.</p>			

3.3 Calificación y comparación de sistemas utilizados.

Para comparar el desempeño de los sistemas de recubrimiento sometidos a prueba se establecerá un procedimiento de calificación tomando como parámetros: precio, calidad de aplicación, acabado inicial y final (luego de las pruebas), nivel de corrosión, nivel de ampollamiento, para cada criterio se dará una calificación de 5 (excelente), 3 (bueno), 1 (bajo); véase los resultados de la calificación en la Tabla 3-9.

Tabla 3-9. Calificación del desempeño de sistemas de recubrimientos sometidos a pruebas.

Sistema	Criterio						Total
	Precio	Calidad de aplicación	Acabado inicial	Acabado final	Nivel de corrosión	Ampollamiento	
A	5	3	3	3	3	3	20
B	3	5	5	5	5	5	28
C	1	1	1	1	1	1	6

De esta calificación se obtiene que el sistema con el mejor desempeño en las pruebas fue el B con 28 puntos, seguido del sistema A con 20 y en último lugar el sistema C con 6 puntos.

CONCLUSIONES

- 1- Tanto en condiciones aceleradas como naturales el sistema de recubrimiento B presenta el mejor desempeño al compararse con sus competidores, quedando como una opción factible también el sistema B, mientras que no se recomienda el uso del sistema C como protección ante la corrosión por su baja efectividad.
- 2- Los sistemas de recubrimiento ensayados presentan una mayor resistencia a los efectos de la corrosión y ampollamiento en condiciones naturales con respecto a los mismos sistemas en condiciones aceleradas luego de la observación y evaluación con las respectivas normas.
- 3- Las pruebas en condiciones aceleradas se presentan como una mejor opción de método de evaluación de la corrosión debido a sus condiciones controladas en el tiempo frente a las pruebas de intemperie que arrojan resultados sujetos al ambiente donde se coloquen las muestras, así los mismos sistemas ensayados podrían presentar mejor o peor resistencia a la corrosión si se varía el ambiente contra las condiciones aceleradas.
- 4- Comparando los resultados de la cámara salina para los tres competidores, se observa que el sistema competidor B posee los menores deterioros como resultado de la exposición, en contraposición con los sistemas competidores A y C para ambos ambientes.

RECOMENDACIONES

- 1- Considerando los resultados obtenidos en ambos ambientes se presenta la necesidad una exposición durante mayor tiempo para las pruebas en condiciones naturales, con esto se lograría que los efectos de la corrosión sean tales que puedan compararse en el tiempo con lo observado en las muestras a condiciones aceleradas.
- 2- Es de suma importancia el verificar la preparación y aplicación correcta de los productos que componen cada sistema ya que la consistencia y el grosor de la película aplicada son parámetros que influyen en los experimentos.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmad, Z. (2006). Principles of corrosion engineering and corrosion control (1 ed., Vol. 1). Burlington, USA: Elsevier.
- Amancha, F., y Paredes, B. (2019). Análisis de Recubrimientos Anticorrosivos Aplicados a los Aceros Q235B y su Incidencia en la Tasa de Corrosión en el Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Río Bamba Provincia de Chimborazo. Ambato, Ecuador.
- Cardeño, F., y Rios, L. (2013). Síntesis de Resinas Alquídicas a partir de Aceites de Higuera, de Palma y de Fritura, Mezclados con aceite de Soja. Información Tecnológica, 24(4), 11. Medellin, Colombia.
- Gil, L. (1997). Evaluación de la Resistencia a la Corrosión Atmosférica de los Aceros Sidor-Arco (A-588) y Acero al Carbón (A-36) en Medio Rural. Universidad, Ciencia y Tecnología, 1(2). Venezuela.
- Jacharles, F. (1983). Revestimientos protectores contra la corrosión (Vol. 1). Ciudad de México, México: McGraw Hill Interamericana.
- Laboratorios Metalinspec. (2021). Pruebas de corrosión y sus normas. Blog Metalinspec. Mexico.
- Normalización, O. I. (1998). Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores, ISO 12944-2:1998. España.
- Sociedad Americana para Métodos y Materiales. (2008). Práctica estándar para la operación de aparatos de niebla salina ASTM B-117-07a. Estados Unidos.
- Sociedad Americana para Pruebas y Materiales. (2000). Métodos estándar para la evaluación del grado de corrosión en superficies de acero pintadas ASTM D-610. Estados Unidos.
- Sociedad Americana para Pruebas y Materiales. (2017). Método de prueba estándar para evaluación del grado de ampollamiento en pinturas ASTM D-714-02. Estados Unidos.
- Universidad politécnica de Valencia. (2018). Polarización de metales (Tesis Doctoral). Valencia, España. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/14015/tesisUPV3701.pdf?sequence=1>

ANEXOS

Anexo I. Marcha de laboratorio para las pruebas según norma ASTM B117 (condiciones aceleradas).

1. Importancia.

La realización de esta práctica provee las condiciones de un ambiente corrosivo controlado para obtener información y obtener datos relacionados a la resistencia a la corrosión de diferentes recubrimientos aplicados a muestras metálicas en una cámara salina.

Materiales.

- a) Muestras metálicas.
- b) Navaja.
- c) Regla de madera comercial.
- d) Cinta de tela de uso general.
- e) Contenedor plástico rectangular de ocho litros.
- f) Marcadores.
- g) Regla metálica de treinta centímetros.
- h) Papel toalla.

Reactivos.

- a) Cloruro de sodio grado reactivo.
- b) Agua desmineralizada.

2. Preparación de las muestras.

Las muestras deben tener un pretratamiento de acondicionamiento antes de ser introducidas a la cámara, por lo cual debe tenerse en cuenta:

- a) Eliminar cualquier suciedad de las muestras.
- b) El método de limpieza depende de que contaminantes se encuentren.
- c) Se debe evitar cualquier tipo de contaminación de las muestras después del proceso de limpieza.
- d) Se añadirá cinta adhesiva a los bordes de las muestras.

3. Posición de las muestras.

Las muestras metálicas deberán estar apoyadas o suspendidas entre quince y treinta grados de la vertical. Las muestras estarán totalmente sumergidas en la solución salina. En ningún momento debe existir contacto entre las muestras o cualquier material metálicos o cualquier material capaz de actuar como un wick. Los materiales adecuados para la construcción o revestimiento de racks y soportes son de vidrio, caucho, plástico o madera convenientemente revestido, no se utilizará el metal desnudo. Las muestras metálicas deberán ser apoyadas preferiblemente de la parte inferior o el lado.

4. Esquema de cámara salina.



5. Solución salina.

La preparación de la solución salina deberá hacerse disolviendo 5 ± 1 partes en masa de cloruro sódico en 95 partes de agua. La sal utilizada deberá ser cloruro de sodio con no más de 0.3% en masa de impurezas totales. Haluros (bromuro, fluoruro y yoduro) distintos del

cloruro constituirán menos de 0.1% en masa del contenido de sal. El contenido de cobre será inferior a 0.3 ppm en masa. El pH de la solución de sal a una temperatura a 35 °C (95 °F) deberá estar en el intervalo de pH de 6.5 a 7.2. La medición de pH se hará en 25 °C. El intervalo máximo de mediciones para el pH no debe exceder las 96 horas.

6. Condiciones de la cámara salina.

Temperatura de 25 ± 2 °C.

7. Limpieza de las muestras retiradas.

Todos los especímenes metálicos utilizados en el experimento serán tratados de la siguiente manera al final de la prueba:

- a) Las muestras se deberán retirar cuidadosamente.
- b) Las muestras pueden ser lavadas con agua limpia a una temperatura no mayor a 38 °C. Esto con el propósito de eliminar todo rastro de sal de la muestra y después se deben secar con un paño limpio.

8. Registro de la información.

Los siguiente son los parámetros más importantes a recolectar relacionados a las muestras metálicas:

- a) El tipo de sal y agua utilizadas en la preparación de la solución salina.
- b) Toma de temperatura y pH de la solución salina.
- c) Tipo de muestra y sus dimensiones.
- d) Método de limpieza de las muestras antes de ser introducidas a la cámara.
- e) Método de soporte o suspensión del artículo sumergido en la cámara.
- f) Resultados, comentarios y observaciones de las inspecciones.

9. Cálculos en la preparación de la solución salina.

Donde:

$$V_{\text{cámara}} = 6.5 \text{ L}$$

m_{NaCl} = masa de cloruro de sodio grado reactivo a usar

$\frac{6}{95}$ = factor de conversión o proporción en partes de cloruro de sodio por parte de agua.

Se tiene entonces:

$$6.5 \text{ L} = 0.0065 \text{ m}^3$$

$$\frac{6}{95} (0.0065 \text{ m}^3) (1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}) = 0.410 \text{ Kg de NaCl}$$

$m_{\text{NaCl}} = 410 \text{ g de NaCl a disolver en un volumen de agua de } 6.5 \text{ L}$

Anexo II. Fichas técnicas de los sistemas utilizados

DATA TÉCNICA DE PRODUCTO

Rapid Dry™ RD-3446

Esmalte Alquídico Anticorrosivo-Aceite Int/Ext

Descripción:

Rapid Dry™ 15min. es un esmalte anticorrosivo aceite de resina de alquídica para superficies metálicas que requieran protección anticorrosiva y un secado rápido. Tiene una terminación brillante y una excelente retención de color. Rapid Dry™ es resistente a la corrosión y a los hongos, en superficies debidamente preparadas, en interiores y exteriores.

Cumple con los Requisitos:

MPI:	N/A
Green Performance 1:	N/A
Green Performance 2:	N/A
Cumplimiento V.O.C. (<400g/L):	N/A
SCAQMD:	N/A
AIM & OTC:	N/A

Ventajas del Producto:

- Alto cubrimiento y excelente retención de color
- Secado rápido, 15 min. sobre superficies en exterior.
- Buen brillo y terminación uniforme.
- Excelente resistencia a la corrosión y hongos.
- Para utilizar en superficies debidamente preparadas
- Para uso residencial, comercial y mantenimiento.

Colores Disponibles:

• Blanco	• Amarillo "Cartepillar"
• Mocha	• Verde "Jhon Dere"
• Aluminio	• Caoba
• Rojo	• Naranja "Allis-Chalmers"
• Negro	• Amarillo "Jhon Dere"

Usos:

Rapid Dry™ 15min. puede ser utilizado en interior o exterior, sobre superficies de hierro, madera, estructuras de acero, equipos industriales y agrícolas, nuevos o existentes. Para un terminado de ultra brillo y un acabado uniforme de porcelana, la superficie debe estar debidamente preparada. Está diseñado para uso sobre superficies metálicas, industrialmente expuestas a la corrosión, como producto que provee una capa de protección anticorrosiva y que a su vez tenga una secada rápida con aplicación de color.

Data Técnica:

Tipo de Producto: Resina Aceite	
Acabado:	Brillante (80°) *Geometría 60°
Sólidos (%):	34.48 ± 2% por peso 16.63 ± 2% por volumen
Peso/Galón:	8.91 ± 0.05 lbs. (4.04 ± 0.02 kg.)
Tiempo de Secado:	Al tacto: 12 - 15 min. A re-pintar: 2 - 4 hrs.
Cubrimiento:	
Recomendado:	400-450 p ² /gal. (41.8 m ² /gal.)@ 1.4 mil seca, 4 mils hum.
Presentaciones:	4 galones 6 cuartos 1 galón 1 cuarto
Dilución:	No es recomendable.

Aviso: A nuestro entender, la información técnica que incluimos es precisa y correcta. Toda la información técnica e instrucciones publicadas están sujetas a cambio sin previo aviso.

S.D.S.: Disponible a petición.

Preparación de Superficies:

Toda la superficie debe estar seca, limpia, sana y libre de contaminantes tales como sucio, grasa, tiza, aceite, óxido, agentes de curado de hormigón, moho y otros contaminantes solubles de la superficie de acero mediante lavado con disolvente, vapor, compuestos de limpieza u otro. Elimine incrustaciones sueltas de laminación, óxido, pintura y otras materias extrañas perjudiciales, mediante raspado, lijado, cepillo de alambre o con un cepillo de potencia de alambre, esmeriles eléctricos, astillado con herramienta eléctrica, y descalcificación con herramienta eléctrica. Utilice una base Lanco®, de ser necesario según las especificaciones recomendadas de este producto para superficies como: hormigón, revestimientos, paneles de yeso, paneles pre-fabricados, madera, acero, aluminio, acero galvanizado, otros materiales compuestos o revestimiento de vinilo siguiendo las instrucciones de aplicación. Las superficies brillantes se deben lijar ligeramente con imprimación previa a la nueva aplicación de pintura.

Sistemas de Pintura Recomendados:

Superficies de hierro y acero:

Preparación: SSPC-SP1/SP2 / SP3
Base, aplique 1 capa: Oil-Red Oxide™ Primer
400-450 p²/gal. (41.8 m²/gal.)
@ 1.4 mil seca, 3.2 mil húmedo
Aplique 2 capas si requieren mayor espesor.

Superficies previamente pintadas:

Preparación: SSPC-SP2 / SP3
Base, aplique 1 capa: Oil-Red Oxide™ Primer
400-450 p²/gal. (41.8 m²/gal.)
@ 1.4 mil seca, 3.2 mil húmedo
Aplique 2 capas si requieren mayor espesor.

Fuente:

<https://www.lancopaints.com/america-central/wpcontent/uploads/sites/2/2017/09/Rapid-Dry-RD3446-TDS-ESP-1-1.pdf>

DATA TÉCNICA DE PRODUCTO

Esmalte

Super Dry™ SD-900 Brillante de Secado en 15 Min. Int/Ext

Descripción:

Super Dry™ es una pintura de resina alquídica y Poliuretano de excelente calidad y alto brillo que protege contra la corrosión, para usar donde se necesite una aplicación de secado rápido. Excelente adhesión y retención de color. Garantiza cobertura en una sola capa sobre cualquier color o superficie, interior o exterior. Para uso en metal, concreto, madera y ladrillo.

Cumple con los requisitos:

MPI:	#96
Green Performance 1:	N/A
Green Performance 2:	N/A
Cumplimiento C.O.V. (<200g/L):	NO
SCAQMD:	N/A
AIM & OTC:	N/A

Ventajas del Producto:

- Excelente protección contra la corrosión
- Excelente retención de color
- No se amarillenta
- No se pela, ni descascara
- Secado en 15 minutos
- Resistente al óxido
- Excelente durabilidad en exteriores
- No contiene plomo ni metales pesados
- Resistente a la abrasión y a los impactos

Colores Disponibles:

Blanco SD900	Negro SD904
Blanco Hueso SD918	Azul Marino SD923
Rojo SD931	Azul SD932
Caterpillar SD933	Mahogany SD935
Land SD938	Titanium Yellow SD939
Hunter Green SD940	Old San Juan SD919

Usos:

Super Dry™ es ideal para uso sobre superficies debidamente preparadas en ambientes industriales y superficies donde se requiera una pintura de secado rápido, fuerte y duradera contra la corrosión, manchas y sucio. Se puede aplicar con brocha, rolo o pistola, en cualquier área industrial, comercial o residencial como equipos, maquinarias, tuberías, acero estructural, verjas metálicas, etc. En madera, metal, cemento o ladrillo nuevo o previamente pintado.

Data Técnica

Tipo de Producto:	Resina Alquídica
Acabado:	Brillante (>80°) *Geometría 60°
Sólidos (%):	59 ± 2 por peso 43 ± 2% por volumen
Peso/Galón:	10.00 ± 0.05 lbs. (4.8 ± 0.02 kg.)
Colors:	Bases tinteables y colores pre-mezclados
Tiempo de Secado:	Al tacto: 10 - 15 min. A reaplicar: 2 - 4 hrs.
Cubrimiento:	
Teórico:	Hasta 680 p ² por galón @ 1 milésima
Recomendado:	450-500 p ² /gal. (41-45 m ² /gal.) @ 1.5 mil seca, 4 mils hum.
Presentaciones:	1 galón 1 cuarto
Dilución:	No es recomendable.
Flamabilidad:	78 °F TOC
Viscosidad:	70 - 80 KU's
Porcentaje de Pigmentos por peso:	23 ± 2%
COV:	<500 g/L

Aviso: A nuestro entender, la información técnica que incluimos es precisa y correcta. Toda la información técnica e instrucciones publicadas están sujetas a cambio sin previo aviso.

Preparación de Superficies:

Toda la superficie debe estar seca, limpia, sana y libre de contaminantes tales como sucio, grasa, tiza, moho, aceite, óxido, agentes de curado de hormigón, moho y otros contaminantes solubles de la superficie de acero mediante lavado con disolvente, vapor, compuestos de limpieza u otro. Elimine incrustaciones sueltas de laminación, óxido, pintura y otras materias extrañas perjudiciales, mediante raspado, lijado, cepillo de alambre o con un cepillo de potencia de alambre, esmeriles eléctricos, astilado con herramienta eléctrica, y descalcificación con herramienta eléctrica. Utilice una Base Lanco®, de ser necesario según las especificaciones recomendadas de este producto para superficies como: hormigón, revestimientos, paneles de yeso, paneles pre-fabricados, madera, acero, aluminio, acero galvanizado, otros materiales compuestos o revestimiento de vinilo siguiendo las instrucciones de aplicación. Las superficies brillantes se deben lijar ligeramente con imprimación previa a la nueva aplicación de pintura.

Sistemas de Pintura Recomendados:

Hierro y Acero:

Preparación de superficie: SSPC-SP2 / SP3
Base, 1 capa: Oil-Red Oxide Primer
Pintura, 2 capas: Super Dry™

Metal Galvanizado y Aluminio:

Preparación de superficie: SSPC-SP1
Base, 1 capa: Oil-White Galvanized
Pintura, 2 capas: Super Dry™

Mampostería y Concreto:

Preparación de superficie: SSPC-SP13
Base, 1 capa: Stain Killer™ Primer
Pintura, 2 capas: Super Dry™

Madera:

Preparación de superficie: Limpio y Seco
Base, 1 capa: Stain Killer™ Primer
Pintura, 2 capas: Super Dry™

Fuente:

<https://www.lancopaints.com/puerto-rico/wp-content/uploads/sites/4/2017/08/Super-Dry-Aluminum-Galvanized-Metal-Primer-SD946-TDS-ESP.pdf>

ANTICORROSIVO FAST DRY

Serie No. 95XX

1 | DESCRIPCIÓN

Esmalte alquídico brillante para la protección de superficies de acero estructural y mantenimiento en general. Producto de rápido secado, gran durabilidad y alto desempeño.

2 | VENTAJAS

- Alto brillo.
- Rápido secado.
- Buena dureza de película.
- Elevada resistencia y gran durabilidad.
- Uso doméstico y para ciertos proyectos de mantenimiento industrial menores.

3 | USOS TÍPICOS

- Acero estructural en ambientes de corrosión moderados, como puertas, balcones, etc.

4 | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Producto: Línea No. 95XX.
 - Tipo genérico: Alquídico.
 - Colores:
 - Blanco: 9500.
 - Negro: 9501.
 - Rojo: 9502.
 - Verde: 9503.
 - Gris: 9504.
 - Brillo: Mínimo 80% a 60°.
 - Sólidos por peso: 36%.
 - Sólidos por volumen: 23%.
 - Rendimiento teórico: 34.3 m²/gal a 1 mil de película seca. Sin asumir pérdida por absorción de la superficie.
 - Viscosidad: 105 – 115 KU.
 - Peso por galón: 8.31 libras a 25°C.
 - Tiempo de Secado (25°C, 50% H.R.):
 - Al tacto: 20 – 30 minutos.
 - Repintado: 2 – 3 horas.
 - Solvente de dilución: Thinner sintético.
 - Solvente de limpieza: Thinner sintético.
- *Especificaciones técnicas en base a color blanco, para otros colores pueden variar.

Fuente:

<https://www.pinturascorona.com/images/hojas-tecnicas/esmalte/ht-95xx-clasica-anticorrosivo-fast-dry-eid-300-v02-1.pdf>

ESMALTE

Serie No. 19XX

1 | DESCRIPCIÓN

Esmalte alquídico de alto brillo, buen cubrimiento y adherencia. Rápido secado, para todo tipo de paredes incluyendo ladrillo y block, superficies metálicas como portones y tuberías, muebles de madera, entre otras. Para uso en edificaciones residenciales, institucionales e industriales que se encuentran en ambientes o zonas moderadas.

2 | VENTAJAS

- Alto brillo.
- Buen cubrimiento.
- Excelente adherencia.
- Excelente relación costo / beneficio.
- Fórmula 100% antihongos.
- Variedad de colores.

3 | USOS TÍPICOS

- Recomendado para todo tipo de superficies: mampostería, block, madera y metal.
- Ideal por su lavabilidad para uso en exteriores e interiores.

4 | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Producto: No. 19XX.
- Tipo Genérico: Alquídico.
- Colores: Revisar colores disponibles según línea.
- Brillo: 85% (mínimo) a 60°.
- Sólidos por Peso: 30%.
- Sólidos por Volumen: 22%.
- Rendimiento Teórico: 34.1 m²/gal a 1 mil de película seca. **Sin asumir pérdidas ni absorción de la superficie.**
- Viscosidad: 110 - 115 KU.
- Peso por Galón: 8.74 libras.
- Tiempo de Secado (25°C, 50% H.R.):
 - Al tacto: 3 - 4 horas.
 - Repintado: 12 horas.
- Solvente de limpieza: Solvente mineral.
- Solvente de dilución: Solvente mineral.
- Tipo de Curado: Oxidación.
- Entintado: No debe entintarse.
- Número de capas: 2 mínimo.

*Especificaciones técnicas en base a color blanco, para otros colores pueden variar ligeramente.

5 | PREPARACIÓN DEL PRODUCTO

La dilución recomendada es de máximo 1/8 de galón con solvente mineral por galón de pintura.
Agite perfectamente antes de usarse y no mezcle con otro producto.

FID 308 V 03

Fuente:

<https://www.pinturascorona.com/images/hojas-tecnicas/esmalte/ht-19xx-clasica-esmalte-aid-308-v03.pdf>

ANTICORROSIVO FASTER DRY HS LÍNEA Y24



DESCRIPCION DEL PRODUCTO		USOS RECOMENDADOS																																											
<p>Revisado 03/2018</p> <p>Anticorrosivo FASTER Dry HS está formulado con resina alquídica modificada de secado rápido y altos sólidos con pigmentos inhibidores de la corrosión. Ideal para trabajos cortos de mantenimiento sobre superficies de hierro y acero debidamente preparado.</p>		<p>Para uso sobre hierro y acero debidamente preparado:</p> <ul style="list-style-type: none"> Estructuras, polines, macombers, vigas H, verjas, portones, Balcones, barandales, pasamanos, etc. Estructuras en general. Industria metal-mecánica. Exterior de tanques y tuberías. Maquinaria Industrial. Muebles metálicos 																																											
CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO		CARACTERISTICAS DE DESEMPEÑO																																											
<p>Acabado: Mate Color: Gris, Rojo, Verde, Blanco y Negro</p> <p>Sólidos en Volumen: 50% ± 2% Sólidos en Peso: 68% ± 2% VOC 3.56 lb/gal (426.54 g/L)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">RECOMENDACIONES DE ESPESORES y RENDIMIENTOS POR CAPA STANDARD</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">ESPEORES</th> <th colspan="2">STANDARD</th> </tr> <tr> <th>Min</th> <th>Max</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Húmedo mils (micrones)</td> <td>3.0 (76)</td> <td>4.0 (102)</td> </tr> <tr> <td>Seco mils (micrones)</td> <td>1.5 (38)</td> <td>2.0 (51)</td> </tr> <tr> <td>Rendimiento Teórico a 1 mils EPS m²/gal</td> <td colspan="2">74.5</td> </tr> <tr> <td>Rendimiento m²/gal</td> <td colspan="2">37 – 50</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TIEMPO DE SECADO 5.0 MILS HUMEDO @ 50% RH: 77°F/25°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tocar</td> <td>15 min</td> </tr> <tr> <td>Manipular:</td> <td>2 horas</td> </tr> <tr> <td>Retocar a si mismo o con alquídicos</td> <td>4 horas</td> </tr> <tr> <td>Completo</td> <td>8 horas</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Nota: Los tiempos de secado, dependen de la Temperatura, humedad relativa y espesores de película.</i></p> <p>La Aplicación del recubrimiento por arriba del máximo o por abajo del mínimo espesor de aplicación recomendado podría afectar adversamente el desempeño del recubrimiento.</p> <p>Vida Útil: 24 meses, sin abrir. Almacenar en ambientes entre 4.5 °C(40°F) y 38°C (100°F).</p> <p>Reductor Pistola: Reductor Industrial R2K4</p> <p>Limpieza: Thinner Corriente R7K128</p>		RECOMENDACIONES DE ESPESORES y RENDIMIENTOS POR CAPA STANDARD			ESPEORES	STANDARD		Min	Max	Húmedo mils (micrones)	3.0 (76)	4.0 (102)	Seco mils (micrones)	1.5 (38)	2.0 (51)	Rendimiento Teórico a 1 mils EPS m ² /gal	74.5		Rendimiento m ² /gal	37 – 50		TIEMPO DE SECADO 5.0 MILS HUMEDO @ 50% RH: 77°F/25°C		Tocar	15 min	Manipular:	2 horas	Retocar a si mismo o con alquídicos	4 horas	Completo	8 horas	<ul style="list-style-type: none"> Rápido Secado: 15 min Resistencia al salitre Resistencia al calor hasta 93°C (200°F) Rápido retorno a operación Aplicaciones sobre Hierro y Acero Libre de Plomo y Mercurio Uso atmosférico. <table border="1"> <thead> <tr> <th>AMBIENTES</th> <th>RECOMENDADO A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MARINO - QUIMICO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>INDUSTRIAL-QUIMICO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MARINO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>INDUSTRIAL</td> <td>√</td> </tr> <tr> <td>COMERCIAL</td> <td>√</td> </tr> </tbody> </table>		AMBIENTES	RECOMENDADO A	MARINO - QUIMICO		INDUSTRIAL-QUIMICO		MARINO		INDUSTRIAL	√	COMERCIAL	√
RECOMENDACIONES DE ESPESORES y RENDIMIENTOS POR CAPA STANDARD																																													
ESPEORES	STANDARD																																												
	Min	Max																																											
Húmedo mils (micrones)	3.0 (76)	4.0 (102)																																											
Seco mils (micrones)	1.5 (38)	2.0 (51)																																											
Rendimiento Teórico a 1 mils EPS m ² /gal	74.5																																												
Rendimiento m ² /gal	37 – 50																																												
TIEMPO DE SECADO 5.0 MILS HUMEDO @ 50% RH: 77°F/25°C																																													
Tocar	15 min																																												
Manipular:	2 horas																																												
Retocar a si mismo o con alquídicos	4 horas																																												
Completo	8 horas																																												
AMBIENTES	RECOMENDADO A																																												
MARINO - QUIMICO																																													
INDUSTRIAL-QUIMICO																																													
MARINO																																													
INDUSTRIAL	√																																												
COMERCIAL	√																																												

Fuente:

<https://www.sherwinca.com/tienda/industria/kem-anticorrosivo-faster-dry-hs/>

ESMALTE INDUSTRIAL FASTER DRY LÍNEA F85



Revisado 09/2017		INFORMACIÓN DEL PRODUCTO																					
DESCRIPCION DEL PRODUCTO		USOS RECOMENDADOS																					
<p>Esmalte Industrial Faster Dry, es un esmalte alquídico modificado de ultra rápido secado. Es ideal para trabajos cortos de mantenimiento en todas aquellas industrias que requieran esmaltes de secado rápido, donde la alta productividad es un factor determinante.</p> <p>Se aplica sobre cualquier tipo de superficie metálica (es necesario colocarle primer o base) y de concreto debidamente preparada expuesta al interior o exterior en ambientes industriales moderados. Adicional conteniendo 12 colores para mezclar entre sí y un entonador que permite duplicar colores del Sistema 4000 incluyendo el Abanico RAL.</p>		<p>Para uso en aplicaciones expuestas a ambientes comerciales e industriales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estructuras metálicas en general (vigas, polines, macomers, barandales, pasamanos, verjas y portones). • Industria metal – mecánica dedicadas a la fabricación de muebles, gabinetes, closets metálicos, pupitres, herramientas manuales y otros muebles. • En la señalización y demarcación en naves industriales. • En unidades de transporte, flotillas, moto-taxis, entre otras. <p>NO PARA USO EN INMERSION</p>																					
CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO		CARACTERISTICAS DE DESEMPEÑO																					
<p>Acabado: Brillante</p> <p>Color: Disponible en amplia gama de colores de seguridad y en 12 colores de entremezcla.</p> <p>Sólidos en Volumen: 35% ± 5%</p> <p>Sólidos en Peso: 50% ± 5%</p> <p>VOC 3.89 lb/gal (459.40 g/L)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ultra Rápido Secado, 15 min • Retención de Brillo • Resistencia a los Rayos UV • Resistente al calor seco hasta 93°C (199°F) • Resistencia a la humedad (Salpiqueo) • Libre de Plomo y Mercurio. • Disponible en una amplia variedad de colores listos para aplicar (incluyendo colores industriales y de seguridad). <p>Para incrementar su durabilidad y resistencia mecánica, el Esmalte Faster Dry puede ser catalizado con el uso de B65VSA2 Convertidor a Poliuretano para Esmaltes Alquídicos. Se recomienda mezclar en proporción de 1 gal de producto por 1/32 de endurecedor y utilizar Solvente Poliuretano climas tropicales: R8KSA3.</p> <p>NOTA: el uso del endurecedor en el Esmalte Faster Dry, hace que la mezcla preparada tenga un tiempo de vida útil entre 30 a 45 min. (Temperaturas de 25 – 38 °C)</p>																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">RECOMENDACIONES DE ESPESORES y RENDIMIENTOS POR CAPA</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">ESPESORES</th> <th colspan="2">STANDARD</th> </tr> <tr> <th>Min</th> <th>Max</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Húmedo mils (micrones)</td> <td>3.0 (75)</td> <td>6.0 (150)</td> </tr> <tr> <td>Seco mils (micrones)</td> <td>1.5 (38)</td> <td>2.0 (50)</td> </tr> <tr> <td>Rendimiento Teórico a 1 mils EPS mt²/gal (pie²/gal)</td> <td colspan="2">52 (560)</td> </tr> <tr> <td>Rendimiento mt²/gal (pie²/gal)</td> <td colspan="2">26 (280) – 35 (374)</td> </tr> </tbody> </table>				RECOMENDACIONES DE ESPESORES y RENDIMIENTOS POR CAPA			ESPESORES	STANDARD		Min	Max	Húmedo mils (micrones)	3.0 (75)	6.0 (150)	Seco mils (micrones)	1.5 (38)	2.0 (50)	Rendimiento Teórico a 1 mils EPS mt ² /gal (pie ² /gal)	52 (560)		Rendimiento mt ² /gal (pie ² /gal)	26 (280) – 35 (374)	
RECOMENDACIONES DE ESPESORES y RENDIMIENTOS POR CAPA																							
ESPESORES	STANDARD																						
	Min	Max																					
Húmedo mils (micrones)	3.0 (75)	6.0 (150)																					
Seco mils (micrones)	1.5 (38)	2.0 (50)																					
Rendimiento Teórico a 1 mils EPS mt ² /gal (pie ² /gal)	52 (560)																						
Rendimiento mt ² /gal (pie ² /gal)	26 (280) – 35 (374)																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TIEMPO DE SECADO 6.0 MILS HÚMEDO (150 MICRONES) @ 50% RH:</th> </tr> <tr> <th>SECADO</th> <th>77°F/25°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tocar</td> <td>15 - 30 min.</td> </tr> <tr> <td>Manipular:</td> <td>30 - 60 min.</td> </tr> <tr> <td>Repinte:</td> <td>4 horas</td> </tr> <tr> <td>Completo</td> <td>12 horas</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Nota: Los tiempos de secado, dependen de la Temperatura, humedad relativa y espesores de película.</i></p> <p>La aplicación del recubrimiento por arriba del máximo o por abajo del mínimo espesor de aplicación recomendado podría afectar adversamente el desempeño del recubrimiento.</p> <p>Vida Útil: 24 meses, sin abnir. Almacenar en ambientes entre 4.5 °C(40°F) y 38°C (100°F).</p> <p>Reductor: Reductor Industrial R2K4</p> <p>Limpieza: Thinner Corriente R7K128</p>				TIEMPO DE SECADO 6.0 MILS HÚMEDO (150 MICRONES) @ 50% RH:		SECADO	77°F/25°C	Tocar	15 - 30 min.	Manipular:	30 - 60 min.	Repinte:	4 horas	Completo	12 horas								
TIEMPO DE SECADO 6.0 MILS HÚMEDO (150 MICRONES) @ 50% RH:																							
SECADO	77°F/25°C																						
Tocar	15 - 30 min.																						
Manipular:	30 - 60 min.																						
Repinte:	4 horas																						
Completo	12 horas																						
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>AMBIENTES</th> <th>RECOMENDADO A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MARINO – QUIMICO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>INDUSTRIAL-QUIMICO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MARINO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>INDUSTRIAL</td> <td>√</td> </tr> <tr> <td>COMERCIAL</td> <td>√</td> </tr> </tbody> </table>		AMBIENTES	RECOMENDADO A	MARINO – QUIMICO		INDUSTRIAL-QUIMICO		MARINO		INDUSTRIAL	√	COMERCIAL	√								
AMBIENTES	RECOMENDADO A																						
MARINO – QUIMICO																							
INDUSTRIAL-QUIMICO																							
MARINO																							
INDUSTRIAL	√																						
COMERCIAL	√																						

Fuente:

<https://www.sherwinca.com/tienda/industria/kem-esmalte-faster-dry/>