



ING. AUTOMOTRIZ

**Trabajo integración Curricular previa a la obtención
del título de Ingeniería en Mecánica Automotriz**

AUTORES:

Franklin Jonathan Fajardo Pucha
Ronny Gonzalo Reyes Salazar
Bryan Rodrigo Tapia Chuquitarco

TUTOR:

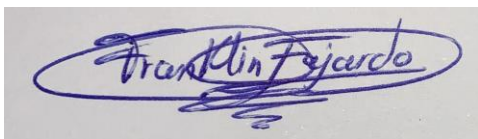
Ing. Cristopher Fuertes

Análisis comparativo del proceso de pintado por
pintura electrostática y electrolítica en bastidores
automotrices según norma INEN.

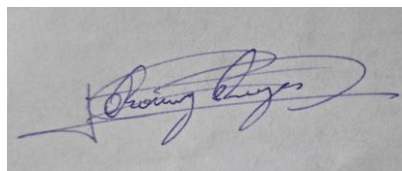
CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Franklin Jonathan Fajardo Pucha, Ronny Gonzalo Reyes Salazar y Bryan Rodrigo Tapia Chuquitarco**, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.



Franklin Jonathan Fajardo Pucha



Ronny Gonzalo Reyes Salazar



Bryan Rodrigo Tapia Chuquitar

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Mgtr CRISTOPHER ISRAEL FUERTES ITURRALDE**, certifico que conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Mgtr CRISTOPHER ISRAEL FUERTES ITURRALDE

1. ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA	3
APROBACIÓN DEL TUTOR	4
1. ÍNDICE DE CONTENIDO	5
2. ÍNDICE DE TABLAS	7
3. ÍNDICE DE FIGURAS	8
4. RESUMEN	9
5. ABSTRACT	10
6. INTRODUCCIÓN.....	11
7. MARCO TEÓRICO	12
7.2. FUNDAMENTOS DEL PROCESO DE PINTADO AUTOMOTRIZ	12
7.3. PINTURAS AUTOMOTRICES.....	12
7.3.1. PINTURA PARA PLÁSTICO.....	13
7.3.2. PINTURA PARA CARROCERÍAS	13
7.3.3. PINTURA PARA BASTIDORES	13
7.3.4. TIPOS DE PINTURA PARA BASTIDORES	13
7.4. PINTURA PARA BASTIDORES AUTOMOTRICES	14
7.5. PROCESO DE PINTADO DE BASTIDORES AUTOMOTRICES	14
7.6. EQUIPOS DE PROCESO DE INMERSIÓN	14
7.7. CARACTERÍSTICAS PARA APLICAR PINTURA ELECTROLÍTICA	15
7.8. CARACTERÍSTICAS DE LAS NORMAS PARA PINTURA EN BASTIDORES AUTOMOTICES.....	15
7.8.1. CÁMARA DE NIEBLA SALINA - NORMATIVA ISO 1032.....	15
7.8.2. PRUEBA DE ADHERENCIA - NORMATIVA ISO 1006	15
7.8.3. PRUEBA DE SECADO - NORMATIVA ISO 1011	16
7.8.4. PRUEBA DE FLEXIBILIDAD - NORMATIVA ISO 1002.....	16
7.9. PINTURA ELECTROSTÁTICA.....	16
7.9.1. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO ENPOLVO	16
7.9.2. CLASIFICACIÓN POR PINTADO ELECTROSTÁTICO	17
7.9.3. COMPOSICIÓN DE LA PINTURA ELECTROSTÁTICA	18
7.10. PINTADO ELECTROLÍTICA.....	19

7.10.1. APLICATIVO DE LA PINTURA	19
7.10.2. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE PINTURA ELECTROLÍTICA	19
7.11. APLICACIÓN DE PINTADO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA Y ELECTROLÍTICA.....	19
8. MÉTODOS Y MATERIALES	21
8.2. MÉTODOS.....	21
8.3. MATERIALES	23
8.3.1. PROBETAS	23
8.3.2. PREPARACIÓN DE MUESTRAS Y PINTURA.....	24
8.3.2.1. LIMPIEZA Y DESENGRASE	24
8.3.2.2. APLICACIÓN DE LA PINTURA	24
8.3.3. NORMATIVAS	25
8.4. PROCESOS DE REALIZACION DE ENSAYOS	27
8.4.1. PRUEBA CÁMARA DE NIEBLA SALINA (ASTM B117 INEN 1044)	27
8.4.2. PRUEBA DE ADHERENCIA (INEN 1006)	28
8.4.3. PRUEBA DE FLEXIBILIDAD (INEN 1043)	29
8.4.4. PRUEBA DE SECADO (INEN 1011)	30
9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
9.1. PRUEBA DE RESITENCIA A LA CORROSIÓN EN CÁMARA DE NIEBLA SALINA ASTM B117.....	31
9.2. PERDIDA DE MATERIAL	32
9.4. TONALIDAD DEL ANTICORROSIVO EN PINTURA	34
9.5. PRUEBA DE ADHERENCIA NTE INEN 1006.....	35
9.6. PORCENTAJE DE ADHERENCIA	36
9.8. PRUEBA DE FLEXIBILIDAD NTE INEN 1002	38
9.10. PRUEBA DE TIEMPO DE SECADO NTE INEN 1011	40
9.11. ELONGACIÓN EN PORCENTAJE	40
9.12. TIEMPO DE SECADO	41
9.13. TIEMPO DE SECADO EN LOS ENSAYOS REALIZADOS DE MANERA VISUAL	43
10. CONCLUSIONES	45
11. REFERENCIAS	46
12. ANEXOS	48

2. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción tipos de pinturas utilizadas en la industria automotriz.....	13
Tabla 2. Descripción tipos de pinturas utilizadas en bastidores.....	14
Tabla 3. Descripción del recubrimiento electrostático	17
Tabla 4. Clases de recubrimientos en polvo por el tipo de resina.....	17
Tabla 5. Composición de la pintura electrostática en polvo	18
Tabla 6. Clasificación de pintado por inmersión	19
Tabla 7. Distribución de métodos de ensayo y número de probetas	21
Tabla 8. Registro de actividades metodológicas y evidencia fotográfica.....	22
Tabla 9. Requisitos de los imprimantes anticorrosivos con vehículos	25
Tabla 10. Pinturas de placas y procesos de preparación para prueba de niebla de cámara salina	31
Tabla 11. Pérdida de material o aumento de peso.....	33
Tabla 12. Comparativa de pesos y dimensiones en placas de cámara de niebla salina.....	34
Tabla 13. Conversión del color original del anticorrosivo en el ensayo de resistencia de corrosión de manera visual	35
Tabla 14. Pintura de placas y procesos de preparación para prueba de adherencia	36
Tabla 15. Resultado de porcentaje de adherencia	37
Tabla 16. Comparativa de porcentajes de adherencia entre diferentes tipos de pinturas.....	37
Tabla 17. Pintura de placas y procesos de preparación para prueba de flexibilidad	38
Tabla 18. Comparativa de flexibilidad o elongación en porcentaje en coeficiente de desprendimiento de material	39
Tabla 19. Pintura de placas y procesos de preparación para prueba de tiempo de secado	40
Tabla 20. Resultado de elongación en porcentaje	41
Tabla 21. Resultado del tiempo de secado final.....	42
Tabla 22. Resultado del tiempo de secado final de manera visual.....	43
Tabla 23. Comparativa de tiempos de secado en distintos ensayos bajo normativa y mayor facilidad de secado a la intemperie	44

3. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción mundial por tipo de resina	18
Figura 2. Placa utilizada para la investigación	23
Figura 3. Placa utilizada para la investigación	24
Figura 4. Diagrama de Flujo Cámara de Niebla Salina	27
Figura 5. Diagrama de Flujo prueba de adherencia	28
Figura 6. Diagrama de Flujo prueba de flexibilidad	29
Figura 7. Diagrama de Flujo prueba de secado	30
Figura 8. Perdida de material o aumento de peso en 3 observaciones periódicas	32
Figura 9. Resultado de porcentaje de adherencia.....	36
Figura 10. Resultado de elongación en porcentaje.....	41
Figura 11. Resultado de tiempo de secado.....	42

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE PINTADO POR PINTURA ELECTROSTÁTICA Y ELECTROLÍTICA EN BASTIDORES AUTOMOTRICES SEGÚN NORMA INEN

Ing. Christopher Fuertes C. MSc¹, Tnlg. Franklin Fajardo.², Ronny Reyes.³
, Tnlg. Bryan Tapia.⁴

¹ Maestría Especialidad - Universidad, Titulo Obtenido, crifuertesit@uide.edu.ec, Quito – Ecuador
²Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, frfajardopu@uide.edu.ec, Quito – Ecuador
³Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, roreyessa@uide.edu.ec, Quito – Ecuador
⁴Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, brtapiach@uide.edu.ec, Quito – Ecuador

4. RESUMEN

Introducción: El presente estudio analiza de forma comparativa de los procesos de pintado electrostático y electrolítico aplicados en bastidores automotrices, con el propósito de determinar cuál ofrece mayor resistencia y durabilidad conforme a las normas INEN. La investigación busca optimizar la protección anticorrosiva y su aplicativos en bastidores en el sector automotriz. **Metodología:** Se empleó un método analítico, práctico y experimental, utilizando 16 placas metálicas y de vidrio recubiertas con pintura electrostática y electrolítica. Las muestras fueron sometidas a ensayos de niebla salina durante 250 horas (INEN 1044), adherencia (INEN 1006), flexibilidad (INEN 1043) y tiempo de secado (INEN 1011), bajo condiciones controladas de laboratorio. **Resultados:** En la prueba de niebla salina (INEN 1044), la pintura electrostática no presentó corrosión ni desprendimiento tras 250 h, con pérdida de masa < 0,01 %, mientras que la pintura electrolítica evidenció oxidación y aumentos de masa entre 0,01 % y 0,07 %. En adherencia (INEN 1006), la pintura electrostática alcanzó 95 %, frente a valores < 90 % del recubrimiento electrolítico. En flexibilidad (INEN 1043), el recubrimiento electrostático mostró mayor elongación sin fisuras, mientras que el electrolítico presentó agrietamiento. En el secado (INEN 1011), la pintura electrostática registró menores tiempos que la pintura electrolítica. **Conclusión:** El análisis muestra que la pintura electrostática ofrece mayor eficiencia, durabilidad y sostenibilidad, siendo la más adecuada para bastidores automotrices expuestos a ambientes húmedos o salinos en base a las pruebas realizadas, su uso contribuye a reducir costos de producción.

Palabras clave: Pintura electrostática, pintura electrolítica, bastidor automotriz, corrosión, adherencia, norma INEN.

5. ABSTRACT

Introduction: This study comparatively analyzes electrostatic and electrolytic painting processes applied to automotive frames to determine which offers greater resistance and durability according to INEN standards. The research aims to optimize corrosion protection and production efficiency in the automotive sector. **Methodology:** An analytical, practical, and experimental method was employed, using 16 metal and glass plates coated with electrostatic and electrolytic paint. The samples were subjected to salt spray tests for 250 hours (INEN 1044), adhesion tests (INEN 1006), flexibility tests (INEN 1043), and drying time tests (INEN 1011) under controlled laboratory conditions. **Results:** In the salt spray test (INEN 1044), the electrostatic paint showed no corrosion or peeling after 250 h, with a mass loss of <0.01%, while the electrolytic paint showed oxidation and mass increases between 0.01% and 0.07%. In adhesion (INEN 1006), the electrostatic paint reached 95%, compared to values <90% for the electrolytic coating. In flexibility (INEN 1043), the electrostatic coating showed greater elongation without cracking, while the electrolytic coating exhibited cracking. In drying (INEN 1011), the electrostatic paint recorded shorter drying times than the electrolytic paint. **Conclusion:** The analysis shows that electrostatic painting offers greater efficiency, durability, and sustainability, making it the most suitable option for automotive frames exposed to humid or saline environments. Its use contributes to reducing production costs.

Keywords: Electrostatic painting, electrolytic painting, automotive frame, corrosion, adhesion, INEN standard.

6. INTRODUCCIÓN

La pintura automotriz, aunque no afecta directamente el rendimiento mecánico, es crucial para la estética y la protección de los componentes estructurales del vehículo. Según Autocosmos, factores como la exposición a la sal, la resina de árboles, el excremento de aves o el uso de detergentes inadecuados pueden dañar la pintura, provocando corrosión y desgaste prematuro. Asimismo, Ecuavisa reporta que los autos abandonados en Guayaquil sufren un deterioro acelerado de la pintura, afectando su apariencia y resistencia a la corrosión. Estos hechos evidencian la importancia de un mantenimiento adecuado y de la aplicación de métodos de pintado más duraderos y eficientes.

El proceso de pintura en bastidores automotrices representa un factor clave en la protección contra la corrosión y en la vida útil del vehículo. Sin embargo, existen distintos métodos aplicables como la pintura electrolítica y la pintura electrostática—cuyos resultados pueden variar significativamente en términos de uniformidad, adherencia y resistencia. Este estudio surge de la necesidad de determinar cuál de estos métodos ofrece mejores resultados conforme a las normativas nacionales e internacionales, optimizando al mismo tiempo los recursos empleados.

El objetivo general de esta investigación es evaluar y comparar la calidad y durabilidad del acabado obtenido mediante los procesos de pintura electrolítica y electrostática en bastidores automotrices, en concordancia con los requisitos establecidos por las Normas INEN 1043, 1044, 1006 y 1011. De manera específica, se busca:

- Analizar la durabilidad del recubrimiento mediante pruebas de resistencia a la corrosión y exposición ambiental.
- Evaluar y comparar la calidad del acabado considerando la uniformidad del recubrimiento y la adherencia.
- Comparar la eficiencia de ambos métodos en términos de consumo de pintura, tiempo de proceso.

La investigación cobra relevancia técnica e industrial al aportar un análisis comparativo que puede guiar decisiones en procesos de manufactura automotriz, promoviendo métodos más sostenibles y eficientes. Además, estudios como los de Shengen Fabrication, Sepi Painting & Waterproofing, Graco, y Finishing Systems destacan la eficiencia, seguridad y durabilidad de la pintura electrostática, mientras que The Fabricator y Advanced Plating Technologies subrayan las ventajas del pintado electrolítico en cuanto a cobertura y protección. Por tanto, este trabajo contribuye al fortalecimiento de los procesos productivos y a la mejora de la calidad de los acabados automotrices en el contexto ecuatoriano.

7. MARCO TEÓRICO

7.2. FUNDAMENTOS DEL PROCESO DE PINTADO AUTOMOTRIZ

El análisis del proceso de pintado por pintura electrostática y electrolítica en bastidores automotrices según la normativa en Ecuador es esencial para garantizar la calidad y durabilidad de los recubrimientos protectores en vehículos. Estas técnicas de pintado se han desarrollado significativamente en los últimos años, incorporando avances tecnológicos y mejoras en la eficiencia y sostenibilidad del proceso. El proceso de pintura electrolítica; Según Shapagina (2022), es dispersar la pintura por el material para ser tratado por un campo eléctrico, esto se aplica según polaridad y formulación por poseer una cobertura excelente en geometrías complejas y anticorrosivas.

Por otro lado, la pintura electrostática, destaca por su capacidad para mejorar la adherencia de la pintura y reducir el desperdicio de material, resultando en un proceso más eficiente y ambientalmente amigable. Ecuador sigue estándares internacionales y locales para garantizar que los procesos de pintado cumplan con los requisitos de calidad y medioambientales; Según Mendoza (2020), los recubrimientos aplicados mediante electrodeposición y pintura electrostática ofrecen resistencia superior a la abrasión, impactos y radiación ultravioleta, contribuyendo a la longevidad del vehículo;

Las pruebas realizadas por Rodríguez (2021) en la Universidad Central del Ecuador demuestran han demostrado que los vehículos pintados mediante estos métodos cumplen con los estándares internacionales de resistencia a la corrosión donde estas pruebas son cruciales para asegurar que los vehículos puedan resistir las condiciones ambientales adversas sin sufrir daños significativos, y este análisis comparativo entre vehículos chinos y de marcas reconocidas muestra que, si bien los vehículos de marcas reconocidas generalmente tienen una ventaja en términos de tecnología de recubrimiento y control de calidad, estos análisis resalta los esfuerzos de los fabricantes chinos para mejorar sus procesos de pintado y cumplir con normativas internacionales.

7.3. PINTURAS AUTOMOTRICES

Las pinturas automotrices varían según el material de la superficie a pintar. Para plásticos, se utilizan pinturas flexibles que pueden adaptarse a la expansión y contracción del material sin agrietarse. En las carrocerías, se requieren pinturas que ofrezcan un acabado estético atractivo y protección contra los elementos. Para los bastidores, las pinturas deben proporcionar una resistencia excepcional a la corrosión y a los impactos (Martínez, 2017).

7.3.1. PINTURA PARA PLÁSTICO

Las superficies plásticas en los vehículos, como parachoques y molduras, requieren pinturas flexibles que puedan adaptarse a la expansión y contracción del material sin agrietarse. Estas pinturas suelen tener propiedades adhesivas mejoradas y resistencia a la deformación (Martinez ,2018).

7.3.2. PINTURA PARA CARROCERÍAS

Las carrocerías de los vehículos demandan pinturas que ofrezcan un acabado estético atractivo y protección contra factores ambientales como la radiación UV, la lluvia y los contaminantes. Estas pinturas deben ser resistentes a la intemperie y proporcionar un brillo duradero (Martínez, 2017).

7.3.3. PINTURA PARA BASTIDORES

Los bastidores requieren pinturas que ofrezcan una resistencia excepcional a la corrosión y a los impactos, asegurando la longevidad y la integridad estructural del vehículo. Estas pinturas son cruciales para proteger el bastidor de los daños causados por la humedad, la sal y otros agentes corrosivos (Mendoza, 2020).

En la siguiente **Tabla 1** se evidencia los tipos de pinturas utilizadas en la industria automotriz:

Tabla 1.

Descripción tipos de pinturas utilizadas en la industria automotriz

Tipos de pintura	Aplicación	Propiedades
Pintura para plástico	Componentes plásticos de interiores y exteriores	Flexible, resistente a la deformación
Pintura para carrocerías	Exterior del vehículo	Estética, resistencia a la intemperie
Pintura para bastidores	Estructura del vehículo	Resistencia a la corrosión, durabilidad

Fuente: Autoría Propia, 2025

7.3.4. TIPOS DE PINTURA PARA BASTIDORES

En la siguiente **Tabla 2** se muestra los tipos de pintura utilizados en bastidores:

Tabla 2.

Descripción tipos de pinturas utilizadas en bastidores

Tipo de pintura	Características	Normas en Ecuador	Normas internacionales
Pintura Epoxi	Alta resistencia química y mecánica	INEN 2 236	ISO 12944
Pintura de Poliuretano	Durabilidad y resistencia a los rayos UV	INEN 2 237	ASTM D16
Pintura en Polvo	Adherencia superior y acabado uniforme	INEN 2 238	ISO 8130

Fuente: Autoría Propia, 2025

7.4. PROCESO DE PINTADO DE BASTIDORES AUTOMOTRICES

El proceso de pintado de bastidores automotrices incluye técnicas como el pintado electrolítico y la pintura electrostática, esenciales para la durabilidad y resistencia a la corrosión de los vehículos. La técnica de pintado electrolítico implica sumergir los bastidores en una solución de pintura y aplicar una corriente eléctrica para depositar una capa uniforme de pintura. Esta técnica asegura una cobertura completa, incluso en áreas de difícil acceso, proporcionando una excelente protección contra la corrosión (Martillo, 2024).

Por otro lado, la pintura electrostática aplica una carga electrostática a la pintura en polvo, que se adhiere al bastidor debido a la atracción electrostática. Este método es altamente eficiente y reduce el desperdicio de material, lo que lo hace más sostenible y rentable (Fernández, 2019).

7.5. EQUIPOS DE PROCESO ELECTROLITICO

El sistema de pretratamiento produce una superficie adecuada para la pintura, por lo que estos están destinados a limpieza, fosfato, alcalinos y tratamientos similares, lo que suelen ser soluciones acuosas y pueden utilizar en aplicaciones de inmersión.

Estos recubrimientos pueden funcionar con agitadores, rectificadores DC, ánodos inmersivos, sistemas de recirculación y control de temperatura para entra en un horno continuo de curado térmico. (Doerre M., Hibbitts L., Patrick G., & Akafuah N., 2023)

7.6. CARACTERÍSTICAS PARA APLICAR PINTURA ELECTROLÍTICA

La aplicación de la pintura electrolítica posee características de conductividad eléctrica, control de formulación del baño, condiciones de curado e inspección son fuertes que da un correcto cuidado de la pieza en su acabado para proteger el ambiente y tratamientos efluentes con sus condiciones de preparación y curado. (Vásquez, 2021).

7.7. CARACTERÍSTICAS DE LAS NORMAS PARA PINTURA EN BASTIDORES AUTOMOTICES

La pintura aplicada en los bastidores automotrices debe cumplir con ciertos estándares de calidad establecidos a nivel nacional e internacional, que aseguran su rendimiento frente a la corrosión, la adherencia, la flexibilidad y el secado. En el caso ecuatoriano, las normas INEN se alinean con las normas ISO, utilizadas para controlar la calidad de los recubrimientos. Estas pruebas normalizadas permiten verificar el comportamiento del sistema de pintura bajo condiciones específicas de humedad, temperatura, salinidad y esfuerzo mecánico, garantizando la protección a largo plazo de los componentes estructurales del vehículo.

A continuación, se detallan las principales pruebas de laboratorio empleadas para evaluar la calidad de los recubrimientos en bastidores automotrices, según las normas internacionales más utilizadas en la industria.

7.8. PINTURA ELECTROSTÁTICA

7.8.1. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO EN POLVO

Son materiales orgánicos, con o sin colorantes, que se aplican en forma sólida sin el uso de disolventes, lo que sirve para lograr esas propiedades es que deben fijarse mediante un proceso térmico para formar una película continua. (Merchán, 2012)

En la siguiente **Tabla 3** se detalla la existencia de los dos grupos de recubrimiento por pintura electrostática:

Tabla 3.

Descripción del recubrimiento electrostático

Clasificación	Características	Descripción
Recubrimiento Termoplástico	Propiedades	Durabilidad
		Resistencia
		Flexibilidad
	Temperatura	°T alta para recubrir o fusionar °T baja para enfriar material
Reacción química	0 reacción al curado	
	Se ablandan si son calentados aun después de ser curados	
Recubrimiento Termoestable	Propiedades	Buena estabilidad dimensional
		Estabilidad térmica
		Resistencia química
		Propiedades eléctricas
	Temperatura	°T de 121 – 135°C para fusión °T de 150 – 210°C para polimerizar el material
Reacción química	Actúa durante el curado	
	No se ablanda aun cuando se eleva la °T después del curado	

Fuente: Autoría Propia, 2025

7.8.2. CLASIFICACIÓN POR PINTADO ELECTROSTÁTICO

Existen 5 clases de recubrimientos por pintura electrostática por el tipo de resina empleada en su aplicativo.

Tabla 4.

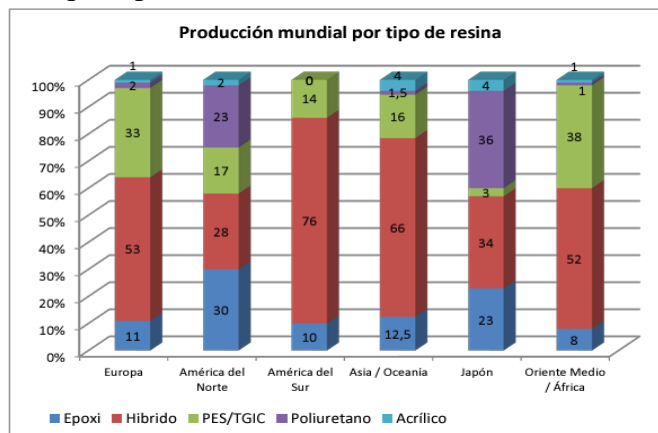
Clases de recubrimientos en polvo por el tipo de resina

Clases	Descripción
Epoxi	Recubrimiento por resinas epoxídicas puras, su aplicativo se lo cubre en superficies de alta resistencia química y mecánica.
Poliéster/ Tgic	Pintura por resinas poliésteres endurecidas por TGIC, empleada en ambientes a la intemperie.
Epoxi/ Poliéster	Recubrimiento por resinas poliéster endurecidas con resinas epoxis, son usadas para interiores.
Poliuretano	Pintura por resinas de poliéster endurecida con isocianatos, para uso exteriores y superficies de acabado.
Acrílicos	Pintura por resinas acrílicas, usadas en productos al exterior.

Fuente: Autoría propia, 2025

En la **Figura 1** se muestra la producción mundial según los requerimientos de producción de los países desarrollados que más comúnmente utilizan este tipo de recubrimiento.

Figura 1.
Producción mundial por tipo de resina



Fuente: (EPRISTINTA, 2018)

7.8.3. COMPOSICIÓN DE LA PINTURA ELECTROSTÁTICA

Los recubrimientos en polvo constan de varios elementos que se utilizan como materia prima, siendo las proporciones de estos elementos determinan las propiedades visuales, mecánicas y químicas, en donde en la **Tabla 5** se expone cada una de ellas:

Tabla 5.
Composición de la pintura electrostática en polvo

Composición	Características	Descripción
Resinas	Mayor rendimiento	Contenga recubrimiento de polvo de 50 al 55%
	°T de transición vítrea	30 - 35 °C
	Dureza	
	Flexibilidad	
	Resistencia a la corrosión	
Endurecedores	Cura el proceso de polimerizado	
	El epoxi y poliéster no requieren endurecedor	
Pigmentos	Color de pintura	
	Tonalidad según norma internacional de color	
	Resistencia a la °T de curado	
Cargas	Mejor acabado visual mateando el brillo	
	Aumenta la resistencia al impacto	
Aditivos	Benzoína	Extrae gases Evita defectos en la película.
	Ceras	Aumenta la dureza superficial Resistencia al rayado
	Acetobutirato de celulosa	Aspecto y efecto superficial texturizado
	Nivelantes	Acabado lizo Evita la piel naranja
	Mateantes	Disminuyen el brillo superficial No refleja la luz solar o luces de exhibición

Fuente: Autoría Propia, 2025

7.9. PINTADO ELECTROLÍTICA

7.9.1. APLICATIVO DE LA PINTURA

La pintura viene de forma acuosa donde migra al material o pieza metálica en donde se aplica una polaridad y formulación de aplicación de campo eléctrico para recubrir el material, el proceso de deposición puede variar según su polaridad ya sea catódico o anódica. (SAR.Coatings, 2025)

7.9.2. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE PINTURA ELECTROLÍTICA

La manera de deposición de la pintura al material dependerá de la polaridad y formulación ya sea del tipo, mecanismo y formulación típica, ya que el material debe ser tratado bajo cuidado para su aplicativo para el recubrimiento de diferentes metales o áreas como se detalla en la **Tabla 6**. (Dudek. K., Dulski M. & Podworny J., 2023)

Tabla 6.

Clasificación de pintado por inmersión

TIPO	NOMBRE	MECANISMO	FORMULACIÓN TÍPICA
Cataforética	CED	Carga negativa migra al cátodo.	Resinas epoxi o acrílicas en medio acuoso.
Anódico	EPD	Carga positiva migra sobre la pieza.	Acrílicos, poliésteres modificados.
Electroforesis cerámico	EPD cerámico	Partículas inorgánicas desde suspensiones coloidales.	Suspensiones de óxidos.
Autodeposición	Autoforesis	Reacción química sin campo eléctrico.	Sistemas químicos patentados.

Fuente: Autoría propia, 2025

7.10. APLICACIÓN DE PINTADO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA Y ELECTROLÍTICA

En la actualidad se ocupa este proceso para mejorar ciertas condiciones en las partes plásticas, metálicas y bastidores de los vehículos así dando un tipo de recubrimiento de pintura muy amplio teniendo su aplicativo en las partes internas y externas del automóvil.

Las dos siguientes pruebas expuestas se aplican directamente en el material o pintura:

- **Adherencia y resistencia mecánica del recubrimiento.**
- **Compatibilidad y adhesión de materiales compuestos**

Se aplica una Ecuación 2 para identificar la eficiencia de transferencia de pintura se puede aplicar y se adhiere realmente en el bastidor, la cual se detalla en la siguiente formula: (H. Zoril & B. Rudnicki, 2005):

$$\eta = \left(\frac{P}{P_t} \right) * 100 \quad \text{Ec. [4.1]}$$

Este proceso se lo hace en pruebas para determinar sus productos en aplicativos:

- **Calidad de recubrimiento según Norma INEN.**
- **Durabilidad del recubrimiento en condiciones ambientales.**

En donde se puede implementar una Ecuación 1 para determinar el espesor del recubrimiento en la uniformidad, calidad y durabilidad del proceso de pintado la cual se determina por la siguiente manera (Schweigge, 2012):

$$T = \frac{V * S}{A} \quad \text{Ec. [4.2]}$$

Y las últimas pruebas determinaran el proceso de aquello:

- **Eficiencia del proceso de pintado.**

Innovaciones tecnológicas en procesos de pintado automotriz

Así se determina el cálculo del tiempo de ciclo de producción durante el proceso de pintado de un bastidor, esto se detalla en la ecuación 3 (Hans-Joachim Streitberger, Karl-Friedrich Dossel, 2008):

$$t_c = t_{\text{deberes}} + t_{\text{pintura}} + t_{\text{secado}} \quad \text{Ec. [4.3]}$$

8. MÉTODOS Y MATERIALES

8.2. MÉTODOS

El enfoque metodológico aplicado en esta investigación fue de tipo analítico–práctico–experimental, en la etapa analítica, se recopilaron y revisaron fuentes teóricas y normativas relacionadas con los procesos de pintura electrostática y electrolítica, considerando estándares INEN 1044, INEN 1043, INEN 1006, INEN 1011, con el fin de establecer los parámetros de ensayo y criterios de evaluación.

En la fase práctica, se llevó a cabo la aplicación real de los recubrimientos sobre probetas metálicas y de vidrio, replicando condiciones de preparación superficial, aplicación de pintura y curado. Esta etapa fue documentada mediante fotografías reales tomadas durante el proceso experimental, las cuales evidencian la preparación de las probetas, la aplicación de cada tipo de pintura y el acondicionamiento previo a los ensayos de laboratorio.

Finalmente, la etapa experimental correspondió al conjunto de pruebas, donde se obtuvieron y analizaron datos sobre resistencia a la corrosión, adherencia, tiempo de secado y flexibilidad del recubrimiento, con el propósito de comparar el comportamiento de ambas pinturas y determinar cuál ofrece mayor durabilidad y protección en bastidores automotrices, cuyos parámetros y distribución se detallan en la Tabla 7, permitiendo un análisis comparativo cuantitativo entre ambos procesos de pintado.

Tabla 7.
Distribución de métodos de ensayo y número de probetas.

Ensayo realizado	Norma aplicada	Tipo de pintura	Número de probetas
Niebla salina	INEN 1044 / ASTM B117	Electrostática	4
Niebla salina	INEN 1044 / ASTM B117	Electrolítica	4
Adherencia	INEN 1006	Electrostática	2
Adherencia	INEN 1006	Electrolítica	2
Flexibilidad	INEN 1043	Electrostática	2
Flexibilidad	INEN 1043	Electrolítica	2
Tiempo de secado	INEN 1011	Electrostática	1
Tiempo de secado	INEN 1011	Electrolítica	1

Fuente: Autoría propia, 2025

Adicionalmente, los procedimientos metodológicos fueron registrados mediante evidencia fotográfica real, la cual se presenta en las figuras correspondientes del capítulo, mostrando:

- La preparación superficial de las probetas,
- La aplicación de la pintura electrostática y electrolítica, y
- La ejecución de los ensayos en laboratorio, garantizando la trazabilidad y reproducibilidad del método aplicado.

8.3. MATERIALES

Las pruebas experimentales se llevaron a cabo en laboratorios según corresponde a cada normativa con el propósito de comparar el comportamiento de los recubrimientos aplicados mediante pintura electrostática y pintura electrolítica, evaluando su resistencia a la corrosión, adherencia, secado y flexibilidad conforme a los lineamientos bajo normativa.

8.3.1. PROBETAS

El material utilizado para la aplicación de los distintos recubrimientos automotrices fueron placas metálicas y de vidrio ya que son los materiales especificados para realizar las pruebas y métodos de ensayo seleccionadas bajo normativa.

En total se prepararon dieciséis (16) placas de ensayo distribuidas de la siguiente manera:

- Dieciséis (16) placas metálicas de 10 x 20 cm:
- Ocho (8) con recubrimiento de pintura electrostática.
- Ocho (8) con recubrimiento de pintura electrolítica.

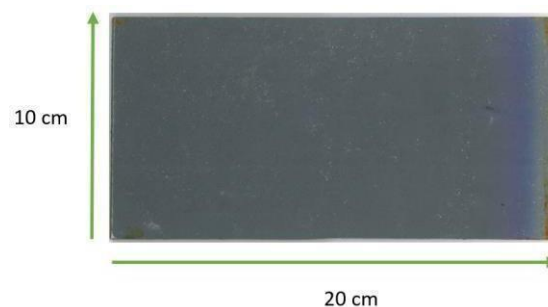
Ocho placas fueron sometidas a la prueba de niebla salina para determinar la resistencia a la corrosión. Cuatro placas empleadas en la prueba de adherencia y cuatro placas empleadas en la prueba de flexibilidad.

- Dos (4) placas de vidrio de 10 x 10 cm:
- Una (2) con pintura electrostática.
- Una (2) con pintura electrolítica.

Utilizadas en la prueba de secado para evaluar el tiempo de curado.

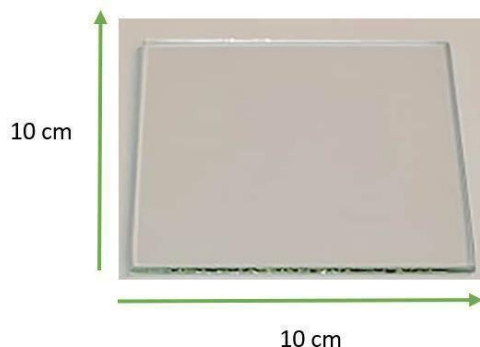
Figura 2.

Placa metálica utilizada para la investigación



Fuente: Autoría propia.

Figura 3.
Placa de vidrio utilizada para la investigación



Fuente: Autoría propia.

8.3.2. PREPARACIÓN DE MUESTRAS Y PINTURA

8.3.2.1. LIMPIEZA Y DESENGRASE:

Las placas metálicas fueron sometidas a un proceso de limpieza, en donde se realizó un lijado suave con lija grano 400, con el fin de eliminar residuos de óxido superficial y generar rugosidad de anclaje, posteriormente, se efectuó el desengrase con una solución alcalina a base de fosfato trisódico al 5 %, aplicada a temperatura ambiente durante 10 minutos, para eliminar contaminantes de aceites, polvo o grasa, finalmente las placas se enjuagaron con agua destilada y se dejaron secar al aire libre por 15 minutos.

Por otro lado, las placas de vidrio de 10×10 cm, utilizadas para las pruebas de secado, se limpiaron con alcohol isopropílico y paño sin pelusa para eliminar polvo o grasa, esto garantiza una superficie libre de contaminantes antes del recubrimiento.

8.3.2.2. APLICACIÓN DE LA PINTURA

a) Pintura electrostática:

Las placas destinadas a este proceso fueron conectadas a tierra y rociadas con pintura en polvo poliéster-epoxi mediante un sistema de pistola electrostática, el recubrimiento se depositó uniformemente sobre la superficie metálica por atracción electrostática, lo que asegura una capa continua y homogénea, posteriormente, las placas se introdujeron en un horno de curado a $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 30 minutos, para permitir la fusión y polimerización del polvo, formando una película sólida y adherente.

b) Pintura electrolítica:

Las placas correspondientes se sumergieron completamente en un tanque con baño electrolítico catódico, el baño contenía una dispersión acuosa de pintura con carga negativa, y las placas metálicas actuaron como cátodo, seguidamente se aplicó una corriente continua de 200 V durante 3 minutos, lo que permitió la migración de las partículas cargadas hacia la superficie metálica, formando una capa uniforme, posteriormente, las placas se enjuagaron con agua desionizada y se sometieron a curado térmico a 160 °C durante 25 minutos.

8.3.3. NORMATIVAS

Durante el desarrollo de la investigación, todas las pruebas experimentales se realizaron conforme a los parámetros establecidos en las pruebas RTE 061 (REGLAMENTO TECNICO ECUATORIANO), que regulan los requisitos técnicos esenciales para los recubrimientos aplicados en estructuras metálicas automotrices, estas pruebas garantizan la uniformidad, adherencia, resistencia a la corrosión y durabilidad del recubrimiento aplicado sobre los bastidores.

Tabla 8.

Relación de normas INEN y variables evaluadas en los ensayos experimentales.

Norma INEN	Ensayo aplicado	Variable evaluada	Unidad / Criterio de medición	Finalidad del ensayo
INEN 1044	Cámara de niebla salina	Resistencia a la corrosión	% variación de masa, presencia de óxido	Evaluar el comportamiento anticorrosivo del recubrimiento bajo ambiente salino
INEN 1006	Prueba de adherencia	Adherencia del recubrimiento	Porcentaje de adherencia (%)	Determinar el grado de unión entre la pintura y el sustrato metálico
INEN 1043	Prueba de flexibilidad	Elongación del recubrimiento	Porcentaje de elongación (%)	Evaluar la capacidad del recubrimiento para deformarse sin agrietarse
INEN 1011	Prueba de tiempo de secado	Tiempo de secado	Minutos (min)	Determinar el tiempo requerido para alcanzar el secado final del recubrimiento

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1044

Además, se emplearon normativas ecuatorianas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), utilizadas como material técnico de referencia, que definieron los procedimientos y criterios de evaluación en cada ensayo de laboratorio.

Tabla 9.

Requisitos de los imprimantes anticorrosivos con vehículos.

PARAMETROS	NTE INEN
Finura de dispersión	1007
Tiempo de secado al tacto, con espesor de película	1011
Tiempo de secado duro	1011
Sólidos por masa	1024
Sólidos por volumen	2092
Flexibilidad	1002
Adherencia	1006
Viscosidad copa Ford No 4 a 25°C	1013
Resistencia al calor	1040
Formación de nata (piel)	2089
Contenido en el envase	2272
Propiedad de aplicación	2270
Aspecto de la película seca	2270
Propiedades de repintado	2270 y 1011
Resistencia al agua destilada	2091
Resistencia a la gasolina de motor	2090
Resistencia a la intemperie acelerada	1032

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1044

Para el presente trabajo se seleccionaron cuatro parámetros de estudio: Resistencia a la corrosión en cámara de niebla salina, Porcentaje de adherencia, Elongación en porcentaje o Flexibilidad de probeta y Tiempo de secado. Estos criterios se consideran los más relevantes al momento de evaluar la eficiencia funcional de las pinturas anticorrosivas al ser aplicadas a bastidores automotrices.

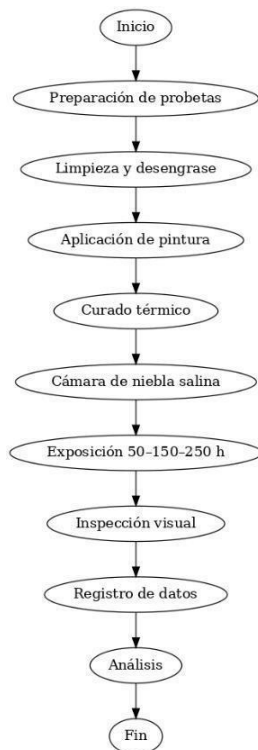
8.4. PROCESOS DE REALIZACION DE ENSAYOS

8.4.1. PRUEBA CÁMARA DE NIEBLA SALINA (ASTM B117/ INEN 1044):

De acuerdo con la Norma ASTM B117 y la INEN 1044 – “Pinturas y productos afines. Determinación de la resistencia a la niebla salina”, el ensayo consiste en exponer las muestras recubiertas a una atmósfera salina controlada para evaluar la resistencia del recubrimiento frente a la corrosión.

Las ocho placas metálicas fueron colocadas dentro de una cámara de niebla salina a una temperatura de 35 ± 2 °C, utilizando una disolución de cloruro de sodio (NaCl) al 5 %, con un pH comprendido entre 6.5 y 7.2, conforme lo especifica el numeral 4.2 de la INEN 1044. El tiempo de exposición fue de 50, 150 y 250 horas, realizando inspecciones visuales en cada intervalo para identificar ampollamiento, corrosión, desprendimiento de pintura o variación de color, los resultados se documentaron mediante registro fotográfico y se compararon las diferencias de degradación entre las pinturas electrostática y electrolítica.

Figura 4.
Diagrama de Flujo Cámara de Niebla Salina



Fuente: Autoría Propia.

El diagrama de flujo presenta de manera resumida las etapas del ensayo de niebla salina, desde la preparación y aplicación del recubrimiento en las probetas hasta la exposición controlada en la cámara y la evaluación visual de la corrosión.

8.4.2. PRUEBA DE ADHERENCIA (INEN 1006):

La prueba de adherencia se realizó siguiendo los lineamientos de la Norma INEN 1006 – “Pinturas y productos afines. Determinación de la adherencia por el método del enrejado”, que establece el procedimiento para evaluar la cohesión de un recubrimiento sobre su sustrato.

Se utilizaron dos placas metálicas (una con pintura electrostática y otra con pintura electrolítica), de acuerdo con el numeral 4.3 de la INEN 1006, se efectuó un corte en cuadrícula sobre la superficie recubierta utilizando una cuchilla normalizada, generando entre 6 y 11 cortes paralelos en cada dirección, separados uniformemente según el espesor del recubrimiento, posteriormente, se aplicó cinta adhesiva normalizada (tipo 610 o equivalente), presionándola firmemente sobre la cuadrícula y retirándola en un ángulo de 180°, tal como indica el numeral 5.1 de la norma.

La adherencia se evaluó visualmente en función del porcentaje de desprendimiento de la película, clasificando los resultados según la escala de 0B a 5B, donde 5B representa adherencia óptima (sin desprendimiento).

Figura 5. Diagrama de Flujo Prueba de adherencia



Fuente: Autoría propia.

El diagrama de flujo resume el procedimiento de la prueba de adherencia, que inicia con la preparación de la probeta pintada y continúa con la aplicación del método de corte en cuadrícula y cinta adhesiva.

8.4.3. PRUEBA DE FLEXIBILIDAD (INEN 1043):

Las pruebas de flexibilidad se realizaron conforme a la Norma INEN 1043 – “Pinturas y productos afines. Determinación de la flexibilidad del recubrimiento”, que especifica el uso del mandril cónico normalizado para determinar la capacidad del recubrimiento de resistir deformaciones sin agrietarse.

Según el numeral 4.2 de la INEN 1043, las placas recubiertas se colocan sobre el mandril y se doblan progresivamente, generando un esfuerzo de flexión controlado, el ensayo se considera satisfactorio cuando no se observan grietas, desprendimiento o alteración visible en la pintura, conforme al criterio del numeral 6.1 de la norma.

En esta investigación, las placas se sometieron al doblado cónico hasta identificar el punto de falla, la pintura electrostática y la pintura electrolítica fueron comparadas de acuerdo con su resistencia al agrietamiento y su capacidad de recuperación elástica.

Figura 6. Diagrama de Flujo prueba de flexibilidad



Fuente: Autoria Propia

El diagrama de flujo describe de forma sintética el ensayo de flexibilidad, en el cual las probetas recubiertas se someten a un doblado controlado mediante un mandril cónico.

8.4.4. PRUEBA DE SECADO (INEN 1011):

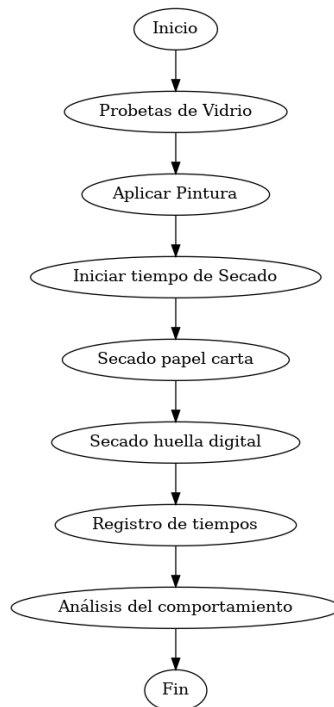
El ensayo de secado se ejecutó conforme a la Norma NTE INEN 1011:2015 – “Pinturas y productos afines. Determinación de los tiempos de secado”, que establece los procedimientos para identificar los diferentes estados de secado de un recubrimiento: libre de polvo, seco al tacto y seco duro.

Se emplearon dos placas de vidrio de 10×10 cm, una recubierta con pintura electrostática y otra con pintura electrolítica, de acuerdo con el numeral 5.2 de la INEN 1011, se determinó el tiempo de secado colocando sobre la superficie distintos tipos de papel (carta, hilo y dibujo técnico), en intervalos de tiempo establecidos.

Cada tipo de papel permite evidenciar el estado de secado, si el papel se adhiere o mancha, el recubrimiento no ha secado o si el papel no se adhiere y queda limpio, el recubrimiento está seco al tacto o libre de polvo.

Finalmente, conforme al numeral 5.3 de la INEN 1011, se realizó la prueba de huella digital, presionando suavemente el dedo sobre la superficie; si no se observó marca o alteración, el recubrimiento se consideró seco duro.

Figura 7. Diagrama de Flujo prueba de secado



Fuente: Autoría propia

El diagrama de flujo muestra las etapas básicas de la prueba de tiempo de secado, desde la aplicación de la pintura sobre probetas de vidrio hasta la verificación del secado mediante papel carta y huella digital.

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La investigación evalúa la aplicación de pinturas de bastidores automotrices tipo electrostática y electrolítica, mediante ensayos de corrosión, adherencia, flexibilidad y tiempo de secado, con el fin de comparar la calidad y durabilidad del acabado obtenido por los procesos de pintado por inmersión y electrostática, conforme al Reglamento Técnico Ecuatoriano 061 aplicadas en distintos ensayos:









9.1. PRUEBA DE RESISTENCIA A LA CORROSIÓN EN CÁMARA DE NIEBLA SALINA ASTM B117

En esta prueba, las probetas metálicas pintadas estarán expuestas durante 250 horas, realizando evaluaciones periódicas a las 50, 150 y 250 horas.

Para cumplir con los objetivos del estudio, se designa 4 muestras por cada pintura. En total se trabajará con 8 muestras metálicas pintadas, correspondientes 4 de pintura electrostática y 4 de pintura electrolítica.

Tabla 10.

Pinturas de placas y procesos de preparación para prueba de niebla de cámara salina.

Pinturas Electrolíticas		Pinturas Electrostaticas	
Imagen de placa	Nombre de placa	Imagen de placa	Nombre de placa
	Pintura de Placa N° 1		Pintura de Placa N° 5
	Pintura de Placa N° 2		Pintura de Placa N° 6
	Pintura de Placa N° 3		Pintura de Placa N° 7
	Pintura de Placa N° 4		Pintura de Placa N° 8

Fuente: Autoría Propia

9.2. PERDIDA DE MATERIAL

La tabla presenta la variación de peso en 8 placas pintadas mediante procesos electrolytíco y electrostático. En la pintura electrolytíca, tres de cuatro placas registraron incremento de peso entre 0,01 y 0,07 kg, evidenciando material adquirido, mientras una no presentó variación. En la pintura electrostática, tres placas aumentaron 0,05 kg y una mostró una pérdida aproximada de 0,02 kg, indicando menor uniformidad en un caso específico.

Tabla 11.

Perdida de material o aumento de peso en 3 observaciones periódicas.

Tipo de pintura	Nombre de placa	Pesó inicial	Pesó final	Identificación	
				Adquirido	Perdido
Pintura Electrolytíca	Pintura de Placa N° 1	0,58	0,65		
	Pintura de Placa N° 2	0,6	0,611		
	Pintura de Placa N° 3	0,62	0,63		
	Pintura de Placa N° 4	0,6	0,6		
Pintura Electrostática	Pintura de Placa N° 5	0,62	0,6		
	Pintura de Placa N° 6	0,6	0,65		
	Pintura de Placa N° 7	0,6	0,65		
	Pintura de Placa N° 8	0,6	0,65		

Fuente: Autoría Propia

9.3. ESPESORES DE PROBETAS

La tabla muestra ocho placas con espesores iniciales entre 4 y 5 mm. En pintura electrolytíca, dos placas aumentaron 0,1–0,2 mm y dos se mantuvieron constantes. En pintura electrostática, dos placas incrementaron hasta 0,35 mm y dos no presentaron variación, evidenciando mayor ganancia de espesor.

Tabla 12.

Espesores de probetas en comparativas de pintados.

Tipo de pintura	Nombre de placa	Espesor inicial	Espesor final	Identificación	
				Adquirido	Perdido
Pintura Electrolytica	Pintura de Placa N° 1	4,4 mm	4,5 mm		
	Pintura de Placa N° 2	4 mm	4 mm		
	Pintura de Placa N° 3	4,3 mm	4,5 mm		
	Pintura de Placa N° 4	4,1 mm	4,1 mm		
Pintura Electrostatica	Pintura de Placa N° 5	4,1 mm	4,5 mm		
	Pintura de Placa N° 6	4,65 mm	5 mm		
	Pintura de Placa N° 7	4,7 mm	4,7 mm		
	Pintura de Placa N° 8	5 mm	5 mm		

Fuente: Autoría Propia

9.4. CORROSIÓN VISUAL DE PROBETAS EN TIEMPOS PERIÓDICOS

El comportamiento visual de las pinturas electrolítica y electrostática frente a la corrosión en cámara de niebla salina, es que a medida que aumenta el tiempo de exposición, se observan mayores signos de deterioro, siendo más notorios en la pintura electrolítica, mientras la electrostática presenta una degradación más progresiva y uniforme. (EVIDENCIA EN ANEXO 7)

Tabla 13.

Corrosión visual de probetas en tiempos periódicos.

Tipo de pintura	Muestras a 0 horas	Muestras a 50 horas	Muestras a 150 horas	Muestras a 250 horas
Pintura Electrolytica				
Pintura Electrostatica				

9.5. TONALIDAD DEL ANTICORROSIVO EN PINTURA

La variable de tonalidad se relaciona con el ensayo de resistencia a la corrosión, donde tras 250 horas se evidenció un deterioro moderado en un tipo de pintura y un desgaste desigual y más agresivo en el otro.

Las imperfecciones superficiales y la formación de óxido provocaron alteraciones visibles del color, con tonalidades anaranjadas de distinta intensidad, lo cual estas afectaciones se incrementaron progresivamente a las 50, 150 y 250 horas, reflejando la pérdida de color y deformaciones bajo condiciones ambientales aceleradas.

En la **Tabla 14**, los valores “Sí” y “No” indican el resultado visual de cada muestra frente al proceso de corrosión, “Sí” señala que la placa mantuvo su color, brillo y estructura original, sin presentar signos evidentes de corrosión, ampollamiento o desprendimiento del recubrimiento, por otro lado “No” representa que la placa presentó daño visible, como cambio de tonalidad, pérdida de brillo, formación de óxido o desprendimiento de pintura, evidenciando una menor resistencia del recubrimiento.

Tabla 14.

Conversión del color original del anticorrosivo en el ensayo de resistencia de corrosión de manera visual.

Tipo de pintura	Nombre de placa	50 horas		150 horas		250 horas	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO
Pintura Electrolytica	Pintura de Placa N° 1		X		X		X
	Pintura de Placa N° 2		X		X		X
	Pintura de Placa N° 3		X		X		X
	Pintura de Placa N° 4		X		X		X
Pintura Electrostatica	Pintura de Placa N° 5	✓		✓			
	Pintura de Placa N° 6	✓		✓			
	Pintura de Placa N° 7	✓			X		X
	Pintura de Placa N° 8	✓			X		X





Fuente: Autoría Propia

9.6. PRUEBA DE ADHERENCIA NTE INEN 1006

El método de prueba de adherencia se realizó sobre 4 probetas metálicas, 2 con pintura electrostática y 2 con pintura electrolítica, permitiendo comparar el desempeño de cada proceso de aplicación, en donde la adherencia fue medida y clasificada conforme a la normativa técnica vigente, considerando las características de la superficie y el tratamiento previo aplicado en cada muestra.

Tabla 15.

Pintura de placas y procesos de preparación para prueba de adherencia.

Pinturas Electrolíticas		Pinturas Electrostaticas	
Imagen de placa	Nombre de placa	Imagen de placa	Nombre de placa
	Pintura de Placa N° 9		Pintura de Placa N° 11
	Pintura de Placa N° 10		Pintura de Placa N° 12

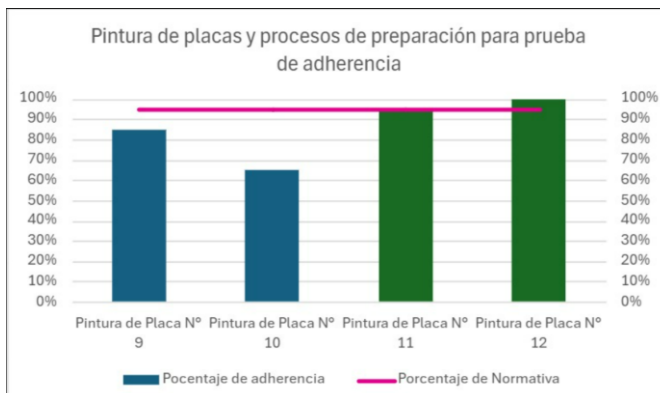
Fuente: Autoría Propia

9.7. PORCENTAJE DE ADHERENCIA

El nivel mínimo aceptable de adherencia para pinturas anticorrosivas es del 95%, establecido por criterios técnicos y este valor garantiza confiabilidad en recubrimientos aplicados a bastidores automotrices y está respaldado por la norma NTE INEN 1006, que valida dicho porcentaje mediante la prueba de adherencia con cinta.

Figura 9.

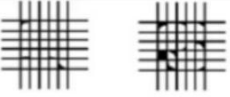
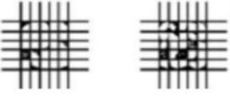
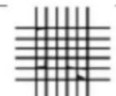
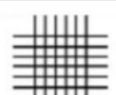
Resultado de porcentaje de adherencia.



Fuente: Autoría Propia

Todos los resultados obtenidos en este método de ensayo fueron evaluados y calificados conforme a los niveles de aceptación establecidos en la normativa vigente del Ecuador, garantizando la validez y precisión de las mediciones.

Tabla 16.
Calificación de probetas bajo normativa.


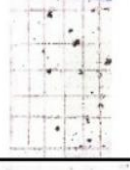
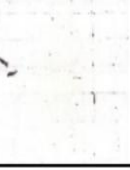

Tipo de pintura	Nombre de placa	Normativa	Pocentaje de adherencia	Calificación	
				Aprobada	Reprobada
Pintura Electrolytica	Pintura de Placa N° 9		85%		X
	Pintura de Placa N° 10		65%		X
Pintura Electrostatica	Pintura de Placa N° 11		95%	X	
	Pintura de Placa N° 12		100%	X	

Fuente: Autoría Propia

9.8. ANALISIS COMPARATIVO DE PORCENTAJE DE ADHERENCIA EN PROBETAS.

El ensayo de adherencia mostró un rendimiento insuficiente en 2 de las probetas. Las pinturas electrolíticas alcanzaron valores entre 15 % y 35 %, mientras que las electrostáticas presentaron desprendimientos inferiores al 5 % y hasta 0 %. Estos resultados evidencian desprendimientos severos, atribuibles a deficiencias en la preparación superficial, aplicación del recubrimiento o compatibilidad del sistema anticorrosivo, mientras que la pintura electroestática mejora según su normativa (EVIDENCIA EN ANEXO 6)

Tabla 16.
Análisis comparativo de porcentajes de adherencia en probetas.

Tipo de pintura	Nombre de placa	Muestra de porcentaje	Pocentaje de adherencia	Calificación técnica de evaluación
Pintura Electrolítica	Pintura de Placa N° 9		85%	Desprendimiento elevado por deficiente preparación superficial y bajo anclaje del recubrimiento.
	Pintura de Placa N° 10		65%	Adherencia excesivamente elevada por tipo de pintura en probeta con recubrimiento curado.
Pintura Electrostática	Pintura de Placa N° 11		95%	Adhesión casi nula debido a contaminación superficial y deficiente curado de pintura.
	Pintura de Placa N° 12		100% Ninguno	Desprendimiento nulo del recubrimiento

Fuente: Autoría Propia

La tabla muestra que la pintura electrolítica obtuvo adherencias de 85% y 65%, evidenciando desprendimientos elevados. En contraste, la pintura electrostática registró valores de 95% y 100%, indicando resultados asociados cuantificablemente a preparación superficial, control de parámetros y curado del recubrimiento final en beneficio del aplicativo de la pintura.



9.9. PRUEBA DE FLEXIBILIDAD NTE INEN 1002

Para la elaboración del aplicativo del método se emplea 2 muestras una por cada tipo de pintura, lo que permitirá ver la elongación de la probeta y deformidad en las pinturas aplicadas a las chapas metálicas.

El porcentaje de elongación o flexibilidad será medido y calificado de acuerdo al análisis de la normativa aplicada y con base a sus características vistas, siguiente se presentan las muestras identificadas y organizadas según su respectiva preparación.

Tabla 17.

Pintura de placas y procesos de preparación para prueba de flexibilidad.

Pintura de placas y procesos de preparación para prueba de flexibilidad	
Pinturas Electrolíticas	
Nombre de placa	Imagen de placa
Pintura de Placa N° 13	
Pinturas Electrostaticas	
Nombre de placa	Imagen de placa
Pintura de Placa N° 14	

Fuente: Autoría Propia

9.10. COMPARATIVA DE MATERIAL DE FLEXIBILIDAD O ELONGACIÓN EN PORCENTAJE DE PERDIDO O DESCARTE AL MATERIAL

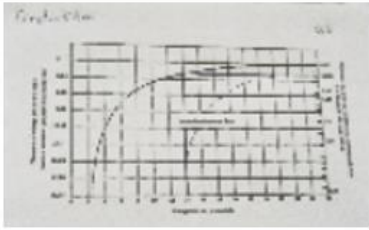
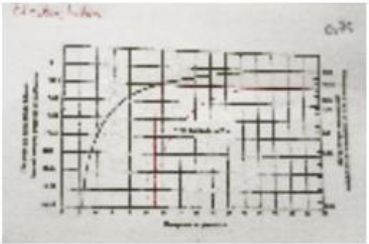
La tabla compara la flexibilidad de dos tipos de pintura mediante el porcentaje de elongación.

La pintura electrolítica, evaluada en la placa N.º 13, presenta una elongación del 14,75 %, lo que indica una mayor capacidad de adaptación del recubrimiento sin desprenderse. Por su parte, la pintura electrostática, correspondiente a la placa N.º 14, alcanza un valor de 11,61 %, mostrando una menor flexibilidad.

La diferencia entre ambos resultados es de 3,14 %, lo que sugiere que la pintura electrolítica tiene un mejor comportamiento frente a la deformación. En general, los datos permiten concluir que la pintura electrolítica ofrece mayor flexibilidad que la pintura electrostática bajo las condiciones evaluadas. (EVIDENCIA EN ANEXO 9)

Tabla 18.

Comparativa de flexibilidad o elongación en porcentaje en coeficiente de desprendimiento de material.

Comparativa de flexibilidad o elongación en porcentaje en coeficiente de desprendimiento de material			
Tipo de pintura	Nombre de placa	Muestra de placa	Elongación en porcentaje
Pintura Electrolítica	Pintura de Placa N° 13		14,75
Pintura Electrostática	Pintura de Placa N° 14		11,61

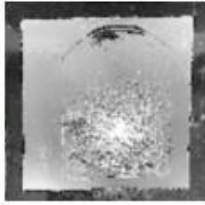
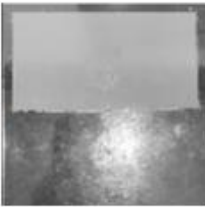


Fuente: Autoría Propia

9.11. PRUEBA DE TIEMPO DE SECADO NTE INEN 1011

Los métodos de ensayo seleccionados son: determinación del secado al tacto y tiempo de pegajosidad, para cada uno de estos métodos se asignó 4 probetas de vidrio, 2 por cada tipo de pintura, con el fin de realizar los análisis de manera organizada y obtener una mejor comprensión de los resultados, esto permitirá identificar el tipo de secado de la pintura y el proceso de preparación, a continuación, se presenta identificados las muestras y organizadas las probetas de vidrio.

Tabla 19.

Pintura de placas y procesos de preparación para prueba de tiempo de secado.

Pintura de placas y procesos de preparación para prueba de tiempo de secado		
Tipo de pintura	Nombre de placa	Imagen de placa
Pinturas Electrolíticas	Pintura en vidrio N° 1	
	Pintura en vidrio N° 2	
Pinturas Electroestáticas	Pintura en vidrio N° 3	
	Pintura en vidrio N° 4	

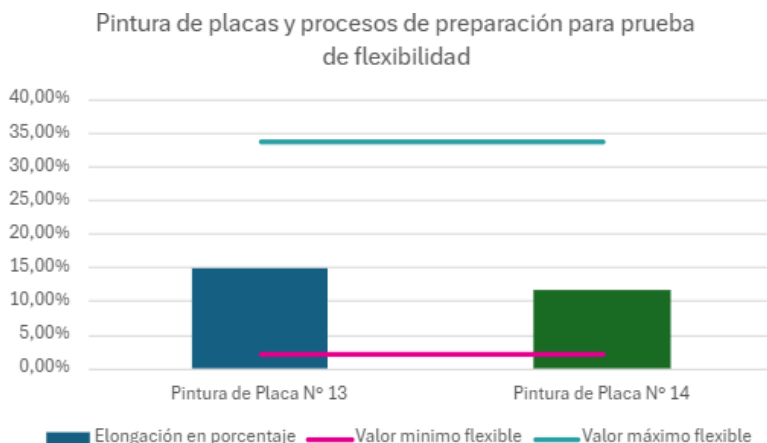
Fuente: Autoría Propia

9.12. ELONGACIÓN EN PORCENTAJE

Existe un mínimo flexible de 2,28 % y un máximo de 33,60% según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1002 – Pinturas y productos afines, Determinación de la flexibilidad mediante mandriles cónicos, esto se aplica sobre un panel de ensayo que se somete a doblado para ver la elongación de la capa de pintura con respecto a la muestra aplicada.

Figura 10.

Resultado de elongación en porcentaje.



Fuente: Autoría Propia

Los resultados obtenidos son calificados conforme a que placa permitió más flexibilidad de elongación al aplicar una fuerza de torsión en ella y cuan fue su porcentaje, lo cual dan como respuesta que están en el rango permitido de la normativa.

Tabla 20.

Resultado de elongación en porcentaje.

Nombre de placa	Elongación en porcentaje	Color	Calificación	
			Mayor deformidad	Menor deformidad
Pintura de Placa N° 13	14,75%		✓	
Pintura de Placa N° 14	11,61%			✓

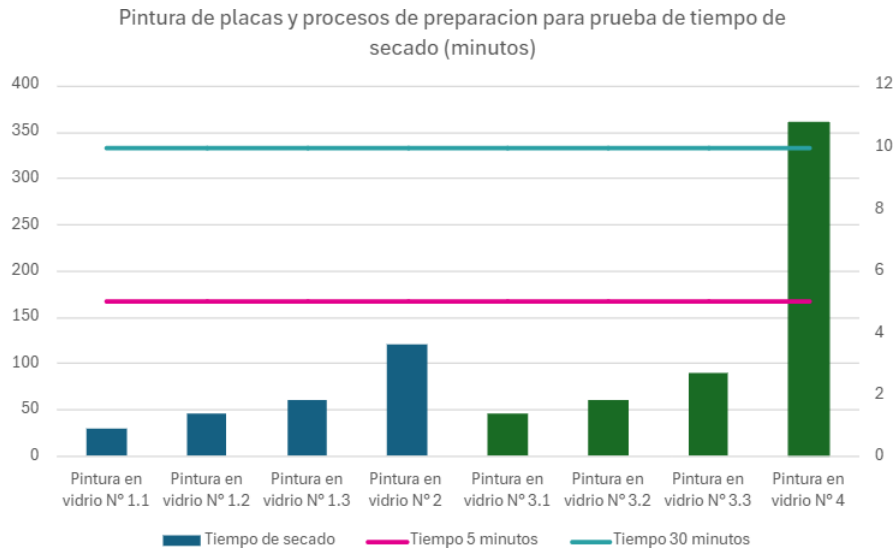
Fuente: Autoría Propia

9.13. TIEMPO DE SECADO

El método de preparación para la determinación de los tiempos de secado se compone en dos pruebas, las cuales se aplican sobre las probetas de Pinturas en vidrio. Cada una de estas pruebas se llevó a cabo en intervalos del rango de secado de 5 a 10 minutos después de aplicar la muestra a secar, en donde 5 minutos es el valor mínimo y 10 minutos el valor máximo para que se sequen las probetas después del aplicativo.

Figura 11.

Resultado de tiempo de secado.



Fuente: Autoría Propia

En los resultados se identifica que ninguna de las pinturas para bastidores está dentro del rango establecido por la normativa ya que los valores sobrepasan los tiempos, por ende, las industrias y talleres trabajan con cámaras y no a la intemperie con dichas pinturas anticorrosivas en bastidores, por lo que en una prueba se aplica diferentes papeles de secado para pinturas y determina distintos tiempos que ninguna cumple la norma.

Tabla 21.

Resultado del tiempo de secado final.

Nombre de placa	Color	Tiempo de secado		
		1° Intervalo	2° Intervalo	Tiempo final
Pintura en vidrio N° 1.1		> 5 min	> 10 min	30 min
Pintura en vidrio N° 1.2		> 5 min	> 10 min	45 min
Pintura en vidrio N° 1.3		> 5 min	> 10 min	60 min
Pintura en vidrio N° 2		> 5 min	> 10 min	120 min
Pintura en vidrio N° 3.1		> 5 min	> 10 min	45 min
Pintura en vidrio N° 3.2		> 5 min	> 10 min	60 min
Pintura en vidrio N° 3.3		> 5 min	> 10 min	90 min
Pintura en vidrio N° 4		> 5 min	> 10 min	360 min

Fuente: Autoría Propia.

9.14. TIEMPO DE SECADO EN LOS ENSAYOS REALIZADOS DE MANERA VISUAL

La normativa presenta un tiempo de secado de mínimo a 5 a 10 minutos, evidenciando los resultados obtenidos durante las dos pruebas, lo cual indica que, en la prueba de secado libre al tacto, se observaron dos huellas dactilares sobre la capa de pintura, lo que indica que la pintura aún no había alcanzado un secado adecuado. De manera similar en la prueba de pegajosidad con el cilindro de acero, el papel de ensayo con tres tipos de muestras (papel carta, papel de dibujo y papel de cartulina de hilo) confirmando un alto nivel de absorción y adherencia superficial de pintura y que no se encontraba seca tras después de dicho rango de secado a la intemperie.

Por lo tanto, el primer intervalo se tomó en cuenta al valor de 5 minutos, el segundo al valor de 10 minutos después de aplicar pintura en la placa y estar al ambiente y el tercer intervalo la hora final de secado con muestras de pale o aplicativo de ensayo, en consecuencia, dependiendo del aplicativo se evalúa si puede ser aplicada en un tiempo para procesos industriales o beneficiaros en bastidores automotrices.

Tabla 22.

Resultado del tiempo de secado final de manera visual.

Nombre de placa	Color	Tiempo de secado			Calificación		
		1° Intervalo	2° Intervalo	Tiempo final	Buena	Regular	Mala
Pintura en vidrio N° 1.1	Electrolítica	> 5 min	> 10 min	30 min	✓		
Pintura en vidrio N° 1.2		> 5 min	> 10 min	45 min	✓		
Pintura en vidrio N° 1.3		> 5 min	> 10 min	60 min	✓		
Pintura en vidrio N° 2		> 5 min	> 10 min	120 min		✓	
Pintura en vidrio N° 3.1	Electrostática	> 5 min	> 10 min	45 min		✓	
Pintura en vidrio N° 3.2		> 5 min	> 10 min	60 min		✓	
Pintura en vidrio N° 3.3		> 5 min	> 10 min	90 min			✓
Pintura en vidrio N° 4		> 5 min	> 10 min	360 min			✓

Fuente: Autoría Propia

9.15. COMPARATIVA DE TIEMPOS DE SECADO EN DISTINTOS ENSAYOS BAJO NORMATIVA Y MAYOR FACILIDAD DE SECADO.









La **Tabla 23** compara los tiempos de secado de pinturas electrolítica y electrostática aplicadas sobre distintos sustratos bajo condiciones normativas y exposición a la intemperie.

En el caso de la pintura electrolítica, los tiempos de secado varían entre 30 y 60 minutos en la muestra, mientras que en la muestra N.º 2 en vidrio se registra un tiempo considerablemente mayor de 120 minutos. Por otro parte, la pintura electrostática presenta tiempos de secado de 45, 60 y 90 minutos en la muestra N.º 3, y alcanza un valor máximo de 360 minutos en la muestra N.º 4 de vidrio.

Estos resultados evidencian que la pintura electrolítica, en general, presenta un secado más rápido, mientras que la pintura electrostática muestra mayor variabilidad y tiempos prolongados según el sustrato evaluado. (EVIDENCIA EN ANEXO 10)

Tabla 23.

Comparativa de tiempos de secado en distintos ensayos bajo normativa y mayor facilidad de secado a la intemperie.

Comparativa de tiempos de secado en distintos peles de ensayo bajo normativa y mayor facilidad de secado a la intemperie.			
Tipo de pintura	Nombre de placa	Muestra de placa	Tiempo de secado
Pintura Electrolítica			30 minutos
	Pintura en vidrio N° 1		45 minutos
			60 minutos
	Pintura en vidrio N° 2		120 minutos
Pintura Electrostática			45 minutos
	Pintura en vidrio N° 3		60 minutos
			90 minutos
	Pintura en vidrio N° 4		360 minutos

Fuente: Autoría Propia

10. CONCLUSIONES

Durante el ensayo de resistencia a la corrosión con 250 horas de exposición en cámara de niebla salina, el recubrimiento aplicado mediante pintura electrostática presentó una menor presencia y propagación de puntos de corrosión, en comparación con la pintura electrolítica. El proceso electrostático evidenció aproximadamente un 50 % de defectos por cada 200 cm², lo que demuestra un mejor comportamiento anticorrosivo y mayor durabilidad del recubrimiento frente a condiciones ambientales adversas.

Los resultados obtenidos muestran que el proceso de pintura electrolítica presentó una mayor uniformidad del recubrimiento, con un promedio de 4.7 mm de espesor, frente a los

4.1 mm del proceso de pintura electrostática. En cuanto a la adherencia, se determinó que el método de pintura electrostática alcanzó una calificación de 95/100 según la normativa INEN 1044, evidenciando una mejora del 0-5% respecto al método de ensayo al poseer menos imperfección en su probeta

De manera general, se determinó que la pintura electrolítica destaca por su menor tiempo de secado y una aplicación más uniforme, optimizando la rapidez del proceso. No obstante, la pintura electrostática presentó un mejor desempeño frente a la corrosión, evidenciado por una menor densidad y propagación de puntos corrosivos en cámara de niebla salina, además de una mayor resistencia a la flexibilidad, lo que hace que ambos procesos muestren ventajas técnicas específicas según criterios de productividad y durabilidad anticorrosiva.

11. REFERENCIAS

- Cuidado con estas prácticas que afectan la pintura del automóvil. (s.f.). Autocosmos.
<https://noticias.autocosmos.com.ec/2021/02/03/cuidado-con-estas-practicas-que-afectan-la-pintura-del-automovil>
- Doerre M., Hibbitts L., Patrick G., & Akafuah N. (19 de 12 de 2023). Advances in Automotive Conversion Coatings During Pretreatment of Body Structure. (C. Coatings, Ed.) *FINISHING E COATING*.
- Dudek. K., Dulski M. & Podworny J. (28 de 12 de 2023). Optimization of the Electrophoretic Deposition Parameters and Mechanism of Formation of Ag-TiO₂ Nanocoatings on a NiTi Shape Memory Alloy: Part I. *MDPI*.
- EPRISTINTA. (2018). Manual Técnico de Pinturas en Polvo . En EPRISTINTA. Brasil.
- Fernández, J. (2019). Estudio sobre la eficiencia de la pintura electrostática en la industria automotriz. Universidad de Zaragoza.
- Gómez, P. (2018). Análisis del proceso de pintado por inmersión en bastidores automotrices. Universidad Politécnica Salesiana.
- H. Zoril & B. Rudnicki. (2005). *Paint and Coating Testing Manual*. Obtenido de ASTM International.
- Hans-Joachim Streitberger, Karl-Friedrich Dossel. (2008). *Pinturas y Recubrimientos Automotrices*. Obtenido de Wiley-VCH.
- History and explanation of the electrostatic painting process – bowles electrostatic painting | louisville ky | industrial floor coating | machinery painting | residential. (s.f.). Bowles Electrostatic Painting | Louisville Ky | Industrial Floor Coating | Machinery Painting | Residential – 502-933-2768. <https://bowleselectrostaticpainting.com/history-and-explanation-of-the-electrostatic-painting-process>
- INEC. (2019). Normativa ecuatoriana para la protección contra la corrosión de estructuras de acero.
- Martínez, R. (2017). Ventajas de la pintura electrostática en aplicaciones automotrices. Universidad de Zaragoza.
- Mendoza, L. (2020). Control de parámetros en el proceso de electrodeposición. Universidad Técnica de Ambato.
- Merchán, M. (Junio de 2012). DISEÑO DE PROCESO PARA EL PRETRATAMIENTO DE LÁMINAS METÁLICAS PREVIO A LA APLICACIÓN DE PINTURA ELECTROSTÁTICA. En M. C. ANGEL, *TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE: INGENIERO MECÁNICO* (págs. 14-20). Quito.
- Painting safety and the electrostatic painting process. (s.f.). Graco Inc.
<https://www.graco.com/gb/en/in-plant-manufacturing/solutions/articles/painting-safety-and-the-electrostatic-painting-process.html>

- RedacciÃ³n. (2014, 17 de junio). Los autos abandonados de Guayaquil. www.ecuavisa.com.
<https://www.ecuavisa.com/noticias/ecuador/autos-abandonados-guayaquil-LQEC67814>
- Rodríguez, M. (2021). Cumplimiento de normativas medioambientales en el proceso de pintado automotriz. Universidad Central del Ecuador
- SAR.Coatings. (26 de 02 de 2025). The Role of E-Coat in Automotive Manufacturing. *SAR Coating LLP*, 1-3.
- Schweigger, E. (2012). *Manual de Ensayos de Pinturas y Recubrimientos: 15 segunda parte. 25*. Obtenido de Ediciones Díaz de Santos:
https://books.google.com.ec/books?id=17n1yqXyQQsC&pg=PA30&hl=es&source=gbs_selected_pages&cad=1#v=onepage&q&f=false
- Understanding electrostatic spray painting-best expert guide. (s.f.). Propainters Guide.
<https://propaintersguide.com/electrostatic-spray-painting/>
- Vásquez, M. (2021). *RECUPERACIÓN ELECTROLÍTICA DE ZINC DE LOS RESIDUOS DE PROCESO DE UNA EMPRESA METAL-MECANICA CON FINES DE APROVECHAMIENTO*. UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, Quito.
- What is electrostatic painting: A comprehensive guide. (s.f.). shengenfab.com:Shengen Sheet Metal Fabrication. <https://shengenfab.com/what-is-electrostatic-painting/>
- What is electrostatic painting & when should you use it? (s.f.). Sepi Painting & Waterproofing.
<https://www.sepipainting.com/what-is-electrostatic-painting-when-should-you-use-it/>

12. ANEXOS

Anexo 1.

Tabla 18. Placas de Ensayo Cámara de Niebla Salina

PLACAS DE ENSAYO CAMARA DE NIEBLA SALINA			
Sustrato	Acero		
Peso Promedio	0,603 kg		
Dimensiones	10 x 20 cm		
Código de placa	Tipo de pintura	Norma INEN	Resultado obtenido
PINTURAPLACA N°8	Electrostática	INEN 1044 / ASTM	Sin corrosión visible a 250 h
PINTURAPLACA N°7		B117	
PINTURA PLACA	Electrostática	INEN 1044 / ASTM	Leve alteración superficial Sin
		B117	
N°6	Electrostática	INEN 1044 / ASTM	desprendimiento de pintura
		B117	
PINTURA PLACA N°5	Electrostática	INEN 1044 / ASTM	Conserva tonalidad original
PINTURA PLACA		B117	
N°4	Electrolítica	INEN 1044 / ASTM	puntual
		B117 INEN	
PINTURA PLACA N°3	Electrolítica	1044 / ASTM	Decoloración visible
PINTURA PLACA		B117	
N°2	Electrolítica	INEN 1044 / ASTM	Inicio de desprendimiento
		B117	
PINTURA PLACA N°1	Electrolítica	INEN 1044 / ASTM	Corrosión moderada
		B117	

Se presentan los resultados del ensayo de niebla salina en placas de acero recubiertas con pintura electrostática y electrolítica, evaluadas según la norma INEN 1044 / ASTM B117.

Tabla 19. Placas utilizadas en otros ensayos

PLACAS UTILIZADAS EN OTROS ENSAYOS				
Sustrato	Acero			
Dimensiones	10x20	cm		
Código de placa	Tipo de pintura	Ensayo	Norma	Resultado

PINTURA PLACA N°11	Electrostática	Adherencia	INEN 1006	≥ 95 % adherencia
PINTURA PLACA N°10	Electrolítica	Adherencia	INEN 1006	< 95 % adherencia

PINTURA PLACA N°12	Electrostática	Adherencia	INEN 1006	≥ 95 % adherencia
PINTURA PLACA N°9	Electrolítica	Adherencia	INEN 1006	≥ 95 % adherencia
PINTURA			INEN	
PLACA N°14	Electrostática	Flexibilidad	1002	Sin fisuras
PINTURA			INEN	
PLACA N°13	Electrolítica	Flexibilidad	1002	Microfisuras

Se muestran los resultados de las pruebas de adherencia y flexibilidad realizadas en placas de acero, conforme a las normas INEN 1006 e INEN 1002.

Tabla 20. Placas de Ensayo de secado

PLACAS ENSAYO DE SECADO			
Sustrato	Vidrio		
Dimensiones	10 x 10		
Código de placa	Tipo de pintura	Norma	Resultado
PINTURA			
EN VIDRIO N°1	Electrostática	INEN 1011	Secado uniforme
PINTURA EN VIDRIO N°2	Electrolítica	INEN 1011	Secado lento

Se presentan los resultados del ensayo de tiempo de secado en placas de vidrio, realizado de acuerdo con la norma INEN 1011.

Anexo 2.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1044

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 268:2001

**PINTURAS Y PRODUCTOS AFINES. DETERMINACIÓN DEL
COMPORTAMIENTO EN CÁMARA SALINA.**

Primera Edición

PAINTS AND RELATED PRODUCTS. DETERMINATION OF ITS BEHAVIOR IN SALT FOG ROOM.

First Edition

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece el método para determinar las condiciones, el procedimiento y la evaluación de los ensayos del comportamiento en cámara salina de puros y productos afines aplicados sobre piezas metálicas.

2. DEFINICIONES

2.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

2.1.1 Corrosión. Está designada como deterioro químico electroquímico de un metal por acción del medio que le rodea.

2.1.2 *Ataque*. Aquel que resulta de la acción de un agente corrosivo sobre una muestra.

2.1.3 *Corrosión uniforme*. Aquella producida en una sola cara de la muestra en su totalidad.

2.1.4 *Corrosión localizada*. Aquella producida en ambas caras de la muestra en su totalidad.

3. DISPOSICIONES GENERALES

3.1 Cuando sea posible, el ensayo de comportamiento en cámara salina debe evaluarse cuantitativamente, y a partir de la densidad de puntos de corrosión por unidades de superficie o por confrontación con los valores establecidos previamente.

3.2 El ensayo en cámara salina debe controlarse frecuentemente a intervalos periódicos de tiempo establecidos en la Norma del respectivo producto o en casos especiales por acuerdo entre las partes interesadas, dando énfasis a la formación que se considere necesaria.

3.3 Para la evaluación cuantitativa y cualitativa de los ensayos, deben utilizarse al menos 105 resultados de las muestras. Para que a partir de éstos se obtenga un promedio. Si estos resultados difieren mucho entre sí, el ensayo debe repetirse hasta obtener un resultado representativo del comportamiento del

4. METODO DE ENSAYO

4.1 Resumen

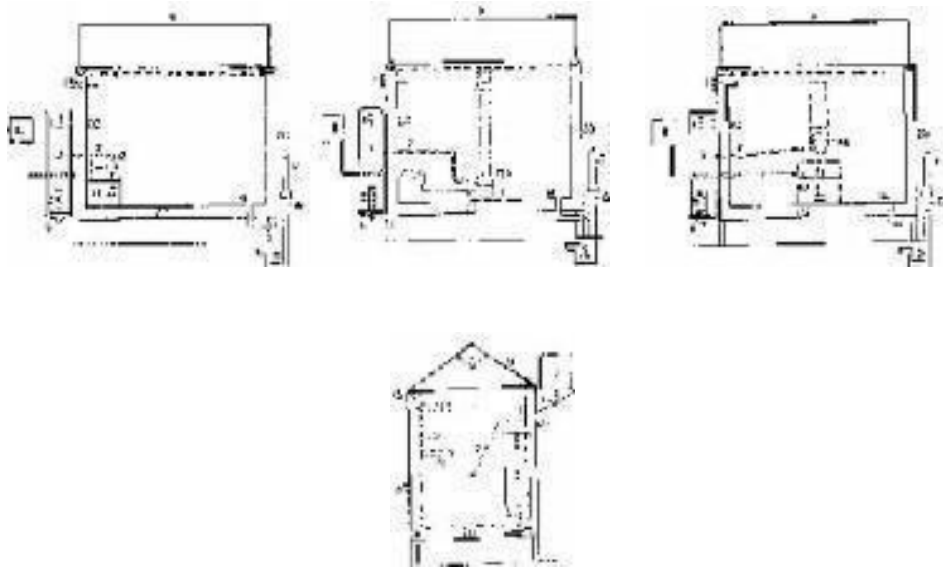
4.1.1 Consiste en someter la muestra o la pieza recubierta, previamente curada durante el tiempo y la temperatura indicados para cada producto, a la acción de un medio corrosivo dentro de una cámara por la acción de un agente atacante (doruro de sodio) que se suministra a la cámara en condiciones de temperatura y presión determinadas, con el objeto de observar y analizar el comportamiento de la muestra.

4.2 Equipo

4.2.1 Cámara salina. Similar a la indicada en la Figura 1, compuesta por una cámara de rocío, un recipiente surtidor de solución salina, una fuente de suministro de aire a presión, boquillas de atomización, soportes para muestras, colectores de la solución, fuente de calor, así como los aparatos de medición y control de temperatura y presión dentro de la cámara.

(Continúa)

FIGURA 1. Diagrama esquemático de un posible diseño de cámara salina



- 0 Angulo de la tapa. 90 a 125 grados.
- 1 Termómetro y termostato para el control del calentador.
- 2 Control automático del nivel del agua.
- 3 Tope humidificadora.
- 4 Regulador automático de temperatura del calentador.
- 5 Calentador inmerso, inoxidable.
- 6 Entrada de aire en varias múltiples.
- 7 Entrada de aire a la boquilla de pulverización.
- 8 Resistencias del calentador.
- 9 Tapa operada hidráulicamente por cables.
- 10 Ganchos para los soportes de las láminas.
- 11 Recipiente para la solución salina.
- 12 Boquilla de pulverización.**
- 12A Boquilla de pulverización localizada preferentemente en el centro de la cámara
- 13 Sello para el agua.
- 14 Combinación de timenea y drenaje.
- 16 Separación de la chimenea y el drenaje para evitar contrapresiones.
- 17 Tubo de drenaje.
- 18 Control automático del nivel de la solución salina.
- 19 Trampas de drenaje.
- 20 Camisa de agua de aire.
- 21 Tetas o sopletes de ensayo, p.ej. bajo el área de cubierta

a) $20\% \pm 2\%$ con una densidad relativa de 1.126 g/dm^3 a 1.1579 g/dm^3 dependiente de la exigencia del ensayo.

43.1.1 Durante el ensayo, la densidad de la solución debe mantenerse a, el intervalo establecido y verificarse cada 24 horas a una temperatura de $35^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$.

43.1.2 El pH de la solución salina debe ser tal que cuando se mide a 35°C , la solución recogida tenga un pH entre 6.5 y 7.2. Por la pérdida de dióxido de carbono al incrementar la saturación, el pH de la solución puede aumentar, por lo tanto debe seguirse cualquiera de los 3 métodos con el objeto de mantener el pH de la solución atomizada y al recogerla, dentro del intervalo establecido:

- a) Tomar 50 mL de la solución salina preparada a temperatura ambiente, hervir suavemente durante 30 segundos, enfriar y ajustar el pH.
- b) Hervir la solución salina, enfriar hasta una temperatura de 5°C y mantener en esa temperatura durante 48 horas. Transcurrido este tiempo ajustar el pH.
- c) Carotear el agua con la cual se prepara la solución salina a 35°C para eliminar el dióxido de carbono y luego ajustar el pH de la solución entre 6.5 y 7.2. El pH se controla (se mide) electroquímicamente a ZSEC usando un electrodo de vidrio con un puente de bromuro de potasio, o colorimétricamente usando azul de bromolímulo como indicador.

43.1.3 La solución salina antes de su atomización, no debe presentar sólidos en suspensión.

4.4 Condiciones dentro de la cámara

4.4.1 El aire para atomización debe estar libre de polvo y debe mantenerse a una humedad relativa dentro del 80% y 90% y su utilización debe hacerse a una presión entre 69 kN/m^2 y 172 kN/m^2 .

4.4.2 La temperatura debe mantenerse a $23 \pm 2^\circ\text{C}$, verificándose a intervalos de tiempo mínimo de 7 horas.

4.4.3 Atomización: Inyección de agua, rocío

4.4.3.1 Deben colocarse como mínimo 2 colectores de rocío de tal manera que no reciban gotas provenientes de las muestras, uno de los cuales debe situarse lo más cerca de la boquilla de atomización y otro lo más lejos posible de ésta.

4.4.3.2 La cantidad de rocío debe ser tal que cada 80 cm^2 de área de recolección, cada colector reciba de 1 cm^3 a 2 cm^3 de solución en un periodo de 16 horas. La solución recogida no debe atomizarse nuevamente y el rocío no debe caer directamente sobre las láminas.

45 Preparación de la muestra

45.1 Las láminas que se van a recubrir con la muestra se preparan de acuerdo a lo indicado en la NTE INEN 2269.

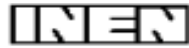
45.2 Los artículos de las láminas metálicas de ensayo deben ser de composición y tratamiento igual o similar a los materiales sobre los cuales se va a emplear posteriormente.

45.2.1 Las láminas recubiertas con pintura o reubrimientos similares no deben limpiarse o manipularse excesivamente antes del ensayo.

(Continúa)

Anexo 3.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1006



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1 006:98
Primera revisión

**PINTURAS Y PRODUCTOS AFINES. DETERMINACIÓN DE
ADHERENCIA MEDIANTE PRUEBA DE LA CINTA.**

Primera Edición

PAINTS AND RELATED PRODUCTS. DETERMINATION OF ADHESION BY MEANS OF RIBBON TEST.

First Edition

DESCRIPTORES: Pinturas, productos afines, método de ensayo, adherencia.
QU 04.05-307
CDU: 667.613
CIIU: 3521
ISO: 87.040

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo 454 y Ave. 6 de Diciembre - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	PINTURAS Y PRODUCTOS AFINES. DETERMINACIÓN DE ADHERENCIA MEDIANTE PRUEBA DE LA CINTA.	NTHN 1006:98 1998-05
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los métodos para detenninar la adherencia de películas de recubrimientos de pinturas y productos afines aplicados sobre paneles metálicos o superficies recomendadas, mediante la aplicación y remoción de una cinta sensible a la presión. sobre cortes realizados en la película.</p> <p style="text-align: center;">2. MÉTODOS DE ENSAYO</p> <p>21 Método de la cuadrícula</p> <p>2.1.1 Equipos</p> <p>2.1.1.1 Aparato de corte con 11 dientes múltiples para corte cruzado (con 6 u 11 dientes).</p> <p>2.1.1.2 Cinta adhesiva de 25,4 mm de ancho semitransparente sensible a la presión (ver nota 1).</p> <p>2.1.1.3 Borrador de caucho con un extremo de lápiz</p> <p>2.1.1.4 Una fuente de luz para determinar si los cortes han sido hechos a través de la película seca hasta el panel.</p> <p>2.1.1.5 Cepillo de cerdas plásticas</p> <p>2.1.1.6 Panel metálico o superficie recomendada de acuerdo al tipo de pintura.</p> <p>2.1.2 Procedimiento</p> <p>2.1.2.1 Seleccionar un área libre de manchas e imperfecciones.</p> <p>2.1.2.2 Asegurar que la superficie esté limpia y seca (valores extremos de temperatura y humedad relativa pueden afectar la adherencia de la cinta).</p> <p>2.1.2.3 Colocar el panel sobre una base firme y hacer cortes cruzados usando el aparato de corte con cuchilla de dientes múltiples.</p> <p>2.1.2.4 Preparar recubrimientos que tengan hasta 50 micrómetros de espesor de película seca, usar la cuchilla que tenga 11 dientes y 1 mm de separación entre dientes y realizar el corte.</p> <p>2.1.2.5 Preparar recubrimientos que tengan un espesor de película seca entre 50 micrómetros y 125 micrómetros, usar una cuchilla que tenga 6 dientes y 2 mm de separación entre dientes y realizar el corte.</p> <p>2.1.2.6 Hacer los cortes en el recubrimiento con un movimiento firme y presión suficiente para que el borde cortante alcance el panel.</p> <p>2.1.2.7 Revisar los bordes cortantes de las cuchillas y si es necesario limpiarlos hacer otros los cortes adicionales a 90° y centrados en los cortes anteriores.</p> <p>NOTA 1. Se debe limpiar la lactina del panel, c, 990 ecp. 9E111e.</p>		
<p style="text-align: right;">(Continúa)</p>		

2.1.2.8 Proceder a limpiar con el cepillo el área de los cortes para remover cualquier residuo de recubrimiento levantado. Si el metal no ha sido alcanzado, hacer otro corte igual en otra área hasta alcanzar el metal.

2.1.2.9 Cortar un pedazo de cinta de adherencia de aproximadamente 75 mm de largo.

2.1.2.10 Colocar el centro de la cinta sobre la rejilla formada por el corte y sus alrededores, dejando un extremo libre, después alisarla con el dedo. Luego frotar firmemente con el borrador del extremo de un lápiz para lograr un buen contacto.

2.1.2.11 Esperar de 60 a 120 segundos después de la aplicación y retirar la cinta de la superficie halando rápidamente del extremo libre formando un ángulo de aproximadamente 180°.

2.1.2.12 Inspeccionar el área de la rejilla para comprobar si hay remoción del recubrimiento del panel, comparar la cuadrícula resultante con las que se indican en la tabla 1, seleccionar la más parecida y calificar el porcentaje de adherencia entre los valores menores de 35 y 100 %.

TABLA 1. Clasificación de los resultados del ensayo de adherencia

Clasificación	Superficie de corte cruzado en la cual ha ocurrido desprendimiento (seis cortes paralelos)	Adherencia %	Desprendimiento %	Criterio
5	Ninguno	100	0	Ningún desprendimiento
4		95-100	0-5	El desprendimiento es en los ángulos de los cuadrados.
3		85-95	5-15	El desprendimiento es a lo largo de los bordes y en las intersecciones de los cortes.
2		65-85	15-35	El desprendimiento es a lo largo de los bordes y parte del área de los cuadrados
1		35-65	35-65	El desprendimiento es a lo largo de los bordes y en todo el cuadrado.
0	Mayor de 65%	< 35	> 65	El desprendimiento es mayor que en el grado 1.

2.1.2.13 Repetir el ensayo en otro sitio de cada panel de prueba.

2.1.3 Errores de método

2.1.3.1 Los siguientes criterios deben ser usados para evaluar la aceptabilidad de los resultados con un nivel de confianza del 95%.

(Continúa)

difieren en más de un rango para los dos ensayos.

- b) Relación: Oligodendroglía. Dos resultados obtenidos para diferentes tipos de células se deben considerar dudosos si difieren en más de dos rangos para los ensayos.

2.1.4 Informe de resultados

2.1.4.1 En el informe de resultados se debe indicar:

- a) El número de ensayos y su valor promedio.
- b) Para el caso de sistemas de robótica en donde se observe la falta de adherencia, por ejemplo, entre el primer y el segundo ensayo, etc.
- a) El método empleado.
- d) El tipo de ensayo y el método de calibración.
- e) Nombre del fabricante.
- f) Fecha de ensayo.

2.2 Método del corte en X

2.2.1 Es el método utilizado para el estudio de la estructura de la muestra.

2.2.2 -

2.2.2.1 Si no se indica en el método de la muestra.

2.2.2.2 Escalpo, cuchillo u otro instrumento de corte.

2.2.3 -

2.2.3.1 Seleccionar un área libre de defectos e imperfecciones. La superficie debe estar limpia y seca. Condiciones extremas de temperatura o humedad relativa pueden afectar la adherencia de la cinta a la muestra.

2.2.3.2 Hacer dos cortes en la muestra de manera que cada corte tenga un ancho de 40 mm de largo cada uno. Los cortes deben intersectarse cerca de sus mitades con un ángulo comprendido entre 30° y 45°. Cuando se hagan las incisiones se debe usar una gura de corte y atravesar la muestra hasta llegar al panel o al movimiento firme.

2.2.3.3 Inspeccionar las incisiones por reflexión de la luz sobre el panel para establecer que la muestra de panel ha sido penetrada. Si el panel no ha sido alcanzado se repite el procedimiento en un área diferente. No se debe profundizar el corte previo porque esto puede afectar la adherencia a lo largo de la incisión.

2.2.3.4 Cortar un pedazo de cinta de adherencia de aproximadamente 75 mm de largo.

2.2.3.5 Colocar el extremo de la cinta en la intersección de los cortes pasándola en la misma dirección de los ángulos entre 30° y 45°. Aislar la cinta en el área de la incisión con el dedo y luego frotar firmemente con el extremo de la lapiza para que quede bien adherida; el extremo de la cinta adhesiva es el que debe hacer buen contacto.

2.2.3.6 El tiempo de espera de 60 a 120 segundos después de la aplicación y retirar la cinta de la muestra rápidamente del extremo libre formando un ángulo de aproximadamente 180°.

(Con

TABLA 2. Clasificación de la adherencia

Clasificación	Orhe, to	Adherencia
5A	No existieren los defectos de la película o peladura	100
4A	Trazas de película o peladura en los bordes de las incisiones	QS.100
3A	Remoción de la película de 1,6 mm de ancho de la parte superior de las incisiones sobrecada lado	85-95
2A	Remoción de la película de 3,2 mm de ancho de la parte superior de las incisiones sobrecada lado	65-85
1A	Remoción del área de la X.O. bierta por la cinta	35-65
00.	Remoción más allá del área de la X	>65

2.2.3.9 Repetir el ensayo en otro sitio del panel mpru. Para estructuras grandes se hacen suficientes cortes para asegurar que la evaluación de la adherencia sea representativa de toda la superficie

2.2.3.10 Después de varios cortes, examinar el mismo lote de COFFE y verificar que el coeficiente de adherencia sea de 100% y verificar que los defectos de adherencia sean de tipo 1A o 2A. Los resultados de 001te que desarrollen i aridades u otros defectos de adherencia deben ser descartados.

2.3.4 En caso de (ver:)

2.3.4.1 Los siguientes criterios deben ser usados para evaluar la confiabilidad de los resultados con un nivel de confianza del 95%.

- Repetibilidad. Los resultados obtenidos por el mismo operario deben ser considerados dudosos si difieren en más de un rango para los dos ensayos.
- Reproducibilidad. Dos resultados obtenidos por diferentes operadores deben ser considerados dudosos si difieren en más de dos rangos para los ensayos.

2.3.5 Informe de resultados:

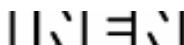
2.3.5.1 El informe de resultados debe incluir:

- El número de ensayos y su valor promedio.
 - Para el caso de sistemas de reabimientos donde se detectó la falta de adherencia, por ejemplo, entre el primer reabimiento y el panel, entre el primer y segundo reabimiento, etc.
- El procedimiento.
- El tipo de reabimiento empleado de cada lado.
- NTE INEN de referencia.
- Fecha de muestreo y ensayo.

(Con

Anexo 4.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1011



CDU: 667.613

QU 04.05-312

Norma Técnica Ecuatoriana	PINTURA Y PRODUCTOS AFINES. DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS DE SECAMIENTO	INEN 1 011 1983-04
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método de ensayo para determinar el tiempo de secamiento curado o formación de película de un revestimiento orgánico a temperatura ambiente.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma es aplicable a aceites, barnices, lacas, soluciones de resinas, esmaltes, pinturas al aceite, pinturas a base de agua y materiales afines.</p> <p style="text-align: center;">3. METODOS DE ENSAYO</p> <p>3.1 Aparatos</p> <p>3.1.1 <i>Micrómetro</i> o cualquier dispositivo adecuado para medir el espesor de película seca.</p> <p>3.1.2 <i>Aplicador de película húmeda</i> que permita obtener el espesor de película deseado (Doctor Blade u otro similar).</p> <p>3.1.3 <i>Láminas de vidrio</i> o de otro material adecuado para aplicación de las muestras.</p> <p>3.1.4 <i>Cilindro de acero de 51 mm de diámetro y peso de 2,85 kilogramos</i>, capaz de producir una presión de 14 g/cm².</p> <p>3.1.5 <i>Cilindro de acero de 51 mm de diámetro capaz de producir una presión de 35 g/cm²</i>, o múltiplos de dicha presión.</p> <p>3.1.6 <i>Cronómetro con apreciación de 1/5 de segundo</i>.</p> <p>3.2 Reactivos y materiales</p> <p>3.2.1 <i>Carbonato de calcio</i>, (grado pigmento).</p> <p>3.2.2 <i>Algodón absorbente</i>.</p> <p>3.2.3 <i>Papel de ensayo</i> (parecido al LENETA cartulina blanca calandreada de 200 g/cm² que debe cumplir con las siguientes especificaciones: (ver nota 1).</p> <p>NOTA 1. Se pueden emplear las cartas o cartulinas producidas por LANETA o de empresas similares.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

Pesobásico	glm'	22•S	228,9
Espeso,	Micrómetros	254	280
Porosidad	Segundos	24	30
Ceriza	%	18	19
l.isu-a Gur1a y	Segundos	240	280
pH		7,2	7,4
Elongación drecciCW'I de la m ilq.,ina		5,0	5,8
ElongacióndrecciCW'I cruzada		7,0	8,4
Rasgado dirección de la milq.,ina	glm'	160	164
Rasgado dirección cruzada	glm'	200	180
Biancura	%	86,5	87,0
Opacidad	%	98	99

3.2.4 AlmohadiNa de f,elrro, hechade pañosin hilar de 1,3 mm de gruesoymasa340 glm¹.

3.2.5 Tela sus .

4. PREPARACIÓN OE LA MUESTRA

4.1 El materiaJ que debe ensayarse consiste en una película de pinl.lra o produc1oa M con el espesor especificado en la Tabla 1. Cuando se realicen pruebas en materiales diferentes a los especificados en la Tabla 1, deberá exis1irun acuerdo previo entre el comprador y vendedor con relación al susttato , espesor de la película y método de aplicación.

(Continua)

5.1 El ensayo *se realiza* a una temperatura promedio de 25 ± 0.5 °C con una desviación máxima de ± 0.2 °C, SO = % de humedad relativa (ver nota 2) y con flujo de aire controlado.

5.2 Las aplicaciones de película *se realizan* a viscosidades específicas para obtener un espesor adecuado y buenas propiedades de flujo y nivelación. En ausencia de especificaciones, las instrucciones para la preparación de la película *se hacen* previo acuerdo comprador-vendedor.

5.3 Las películas *se evalúan* a un espesor o mensurable con el comportamiento característico esperado bajo condiciones de uso para este tipo de prueba. Cuando no se dispone de una especificación para el espesor de película *se utilizan* 25 ± 1 μm .

5.4 Todos los ensayos se hacen dentro de un área en donde ningún punto de la misma está a menos de 13 mm del borde de la película.

5.5 La iluminación de la película durante todo el período de aplicación y secado debe ser de 250 pie de candela (269 lux) de la del laboratorio o fuente natural, nunca luz directa del sol o de alguna fuente artificial en energía antes de ser visible.

6. PROCEDIMIENTO

6.1 Preparación del material a ensayar

6.1.1 Preparar las láminas por duplicado y con suficiente anticipación para poder hacer las determinaciones dentro de las horas normales de trabajo.

6.1.2 Aplicar el material que debe ensayarse en láminas de vidrio o de otro material adecuado con dimensiones apropiadas. Las láminas pintadas colocar horizontalmente protegiéndolas de la acción excesiva de polvo, dirt antes del secamiento. Se recomienda usar vidrio esmerilado para materiales que tienden a gotear, tales como aceites secantes de baja viscosidad.

6.1.3 Extender la película de prueba preferiblemente con un doctor blade capaz de producir el espesor especificado en la Tabla 1. Cuando no se dispone de un doctor adecuado o existe un acuerdo para aplicar la película de otra forma, se podrá usar los métodos convencionales y automáticos: pistola, hinción, barra y brocha, siempre y cuando se logre el espesor especificado en la Tabla 1.

6.1.4 Medir el espesor de película secado como se indica en la Norma INEN 1 024. Si se usan láminas de área pequeña, *se medirá* el espesor, pesando la lámina antes y después de pintada, cubriendo con base el área de aplicación y el volumen de los sólidos.

NOTA 2.. Las condiciones de humedad relativa deben seguirse rigurosamente, como se describe para 106 cuadros húmedos y revestimientos de doble envase, debido a que el curado se ve muy afectado por la presencia de humedad en el ambiente.

(Continúa)

6.2 Ensayo

6.2.1 Dete.rminación del secamiento libre al tacto

6.2.1.1 Pinturas

6.2.1.1.1 Se toca ligeramente la película que debe ensayarse con la punta del dedo bien limpio e inmediatamente se coloca este contra un vidrio limpio y claro; se considera seco al tacto cuando en el vidrio no hay presencia de pintura.

6.2.2 Dete.rminación del tiempo libre de polvo

6.2.2.1 Método de la libra de algodón

6.2.2.1.1 Se prepara un cierto número de libras de algodón con la ayuda de una prensa.

6.2.2.1.2 Se dejan caer varias de las libras de algodón a intervalos de tiempo regulares desde una altura de 24 mm sobre una superficie marcada de la pintura.

6.2.2.1.3 Se sopla suavemente sobre la superficie de la película y se considera que la misma se ha secado libre al tacto, cuando la libra de algodón pueda moverse.

6.2.2.2 Método del polvo

6.2.2.2.1 Se coloca carbonato de calcio finamente dividido sobre la película a intervalos de tiempo. Una vez alcanzado el tiempo de secamiento libre al tacto, se remueve el carbonato de calcio, soplando con una corriente de aire y se limpia al mismo tiempo con una brocha de cerdas suave.

6.2.2.2.2 Se considera la pintura libre de polvo cuando el carbonato de calcio puede removerse completamente.

6.2.2.2.3 El tiempo de secamiento libre de polvo es el que corresponde al menor intervalo en que se cumple el punto 6.2.2.2.2.

6.2.3 Dete.rminación del tiempo libre de pegajosidad.

6.2.3.1 Método de papel.

6.2.3.1.1 Se coloca un papel de ensayo de 51 mm de largo por 76 mm de ancho sobre la película. y se coloca sobre el mismo un cilindro de acero de 51 mm de diámetro y peso de 2,85 kilogramos, para que produzca una presión de 13729,31 pascal (140g/cm²).

6.2.3.1.2 Se retira el cilindro al cabo de segundos y se observa al papel de ensayo

(Continúa)

7. EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

7.1 Se reportan los distintos tipos de secamiento según lo especificado en los puntos del apartado 6.

7.2 Precisión: debido a la naturaleza subjetiva de los ensayos de tiempos de secamiento, la concordancia esperada entre laboratorios depende de la interpretación de los términos usados, los cuales no pueden establecerse con certeza.

7.3 Dentro de un mismo laboratorio la concordancia depende de los materiales ensayados y, en caso de determinación por duplicado, no deben diferir en más de 10% del valor.

S. INFORME

8.1 El informe debe incluir: identificación completa de la muestra, nombre del fabricante, lote de producción, tiempo de secamiento según su tipo, fecha de ensayo, número de ensayo y referencia a esta norma.

(Continúa)

MATERIAL	ESPELOR DE LA PEUCULA SECA
ACEITES SECANTES BARNICES LACAS SOLUCION DE RESINAS ESMALTES PINTURAS AL ACEITE	32ftTI:6pm{ 1,2:5 0,25mils) 2Sp.m:1c2 1-4m (1,0 : 0, 1 mils) 12,S1-4m : 2 fltTI (0,S :1c0,1 mils) 12,S1-4m : 2 fl111 (0,S :1c0, 1 mils) 36,S 1-4m: 6 fl111 (t,S :1c0,1 mils) 45m: 6 fl111 (1,75 :1c0 , 1 mils)
PINTURAS DILUIDAS CON AGUA	25 fltT:1 2 !ffl { 1,0 :te0, 1 mis)

NOTA 3. Para los materiales no especificados en la Tabla 1, debe establecerse el espesor y el método de aplicación para determinar el secamiento en la norma del respectivo producto.

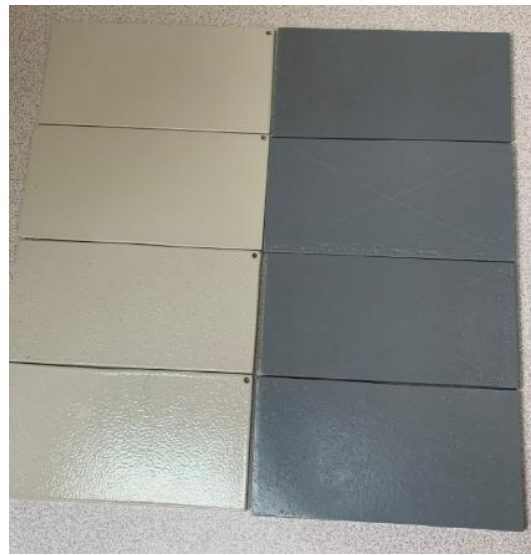
NOTA 4. Cuando se desean utilizar métodos de ensayo o punios finales ciletentes a los sellos OOS a continuación, habrán de prepararse un acuerdo sobre las condiciones de ensayo, entre el vendedor y el comprador.

NOTA 5. Se recomendará que los coques en la misma área.

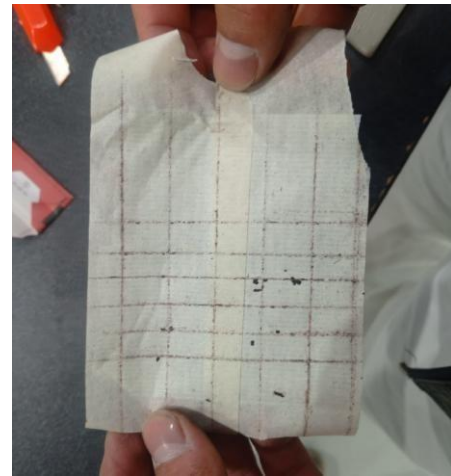
NOTA 6. Los sellos se ensayan sobre muestra o al menos otro sulfato poroso previo a la fabricación.

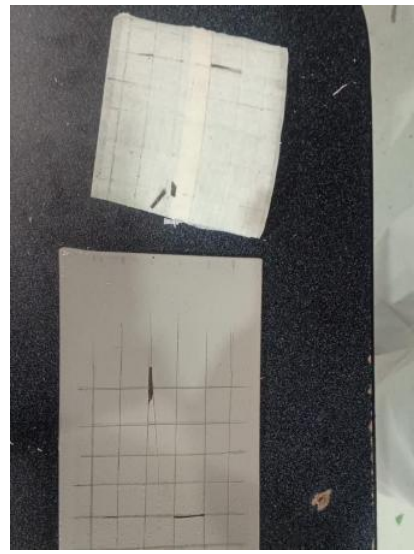
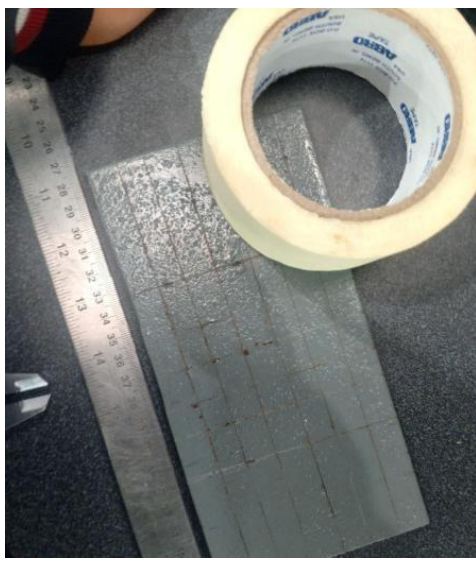
(Continua)

Anexo 5
Pruebas de secado en la cámara de niebla salina



Anexo 6
Pruebas de adherencia





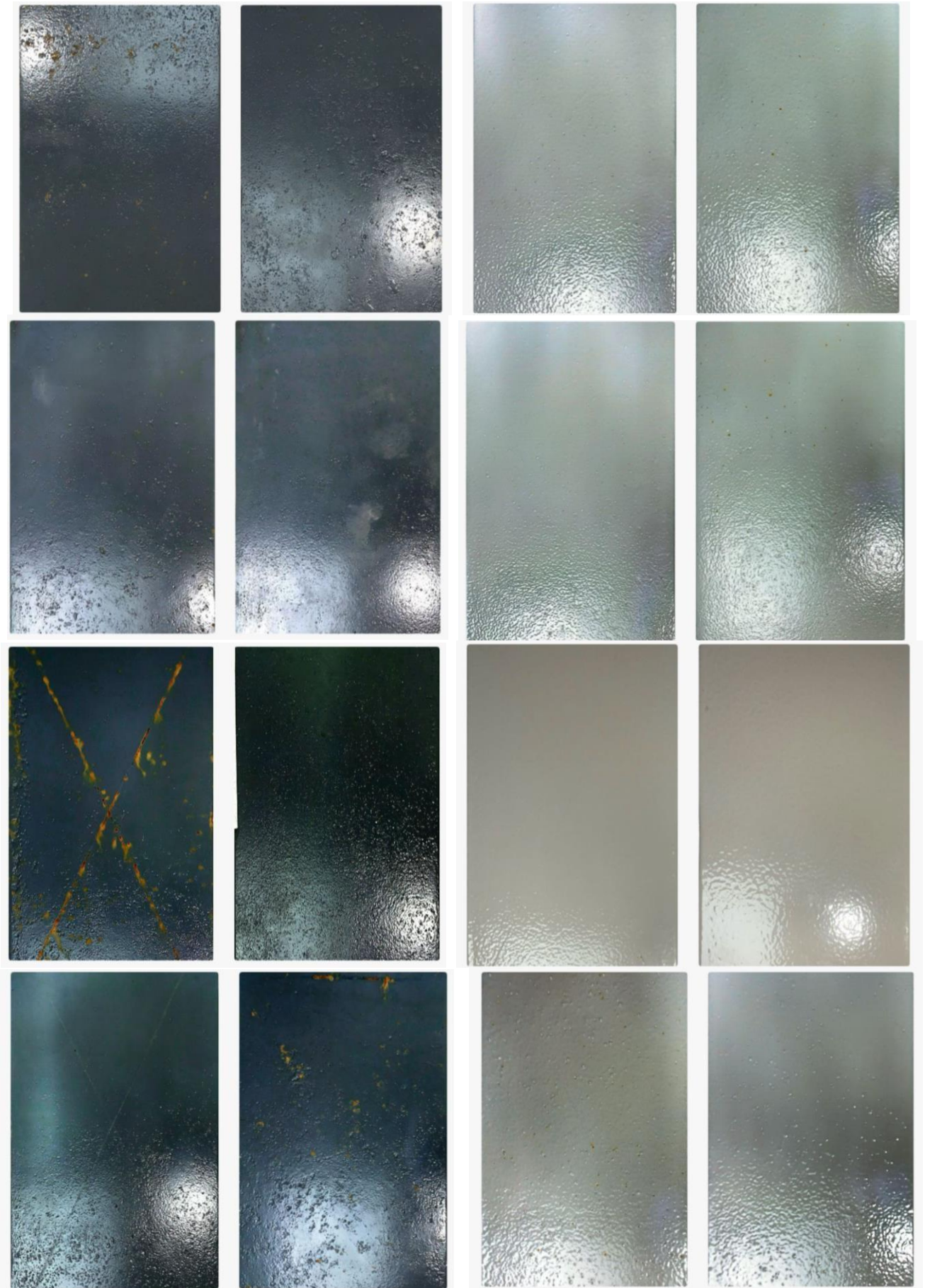
Anexo 7
Resultados de cámara de niebla salina



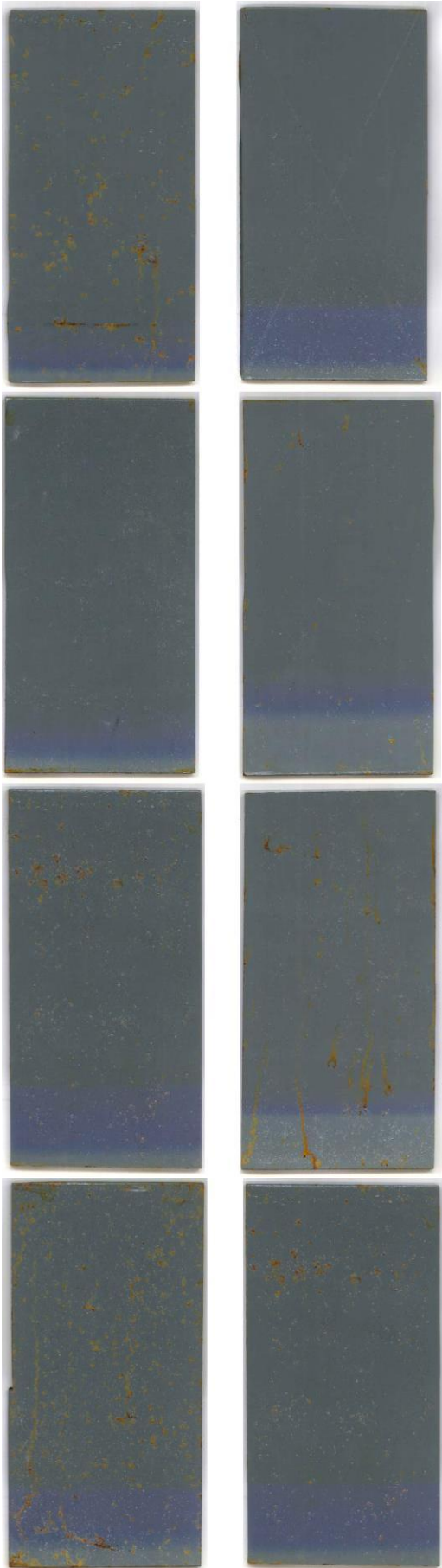
Resultados a las 50 horas

ELECTROLITICA

ELECTROSTATICA



Resultados a las 150 horas
ELECTROLITICA

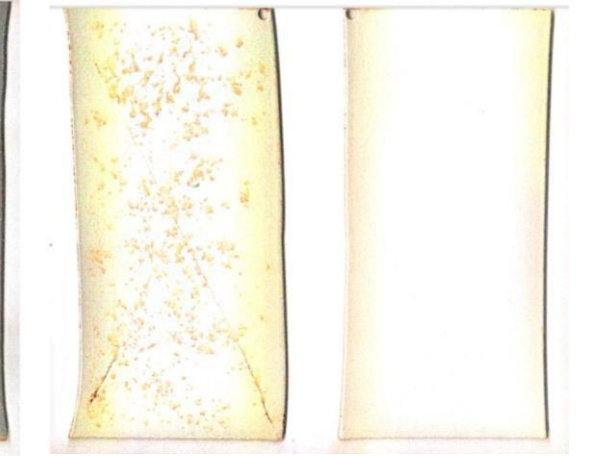
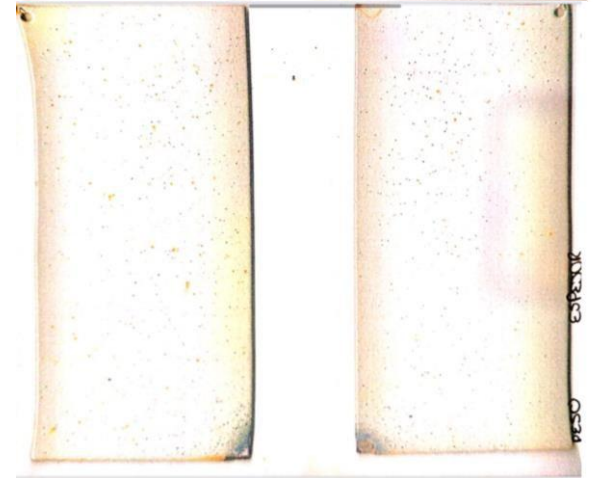
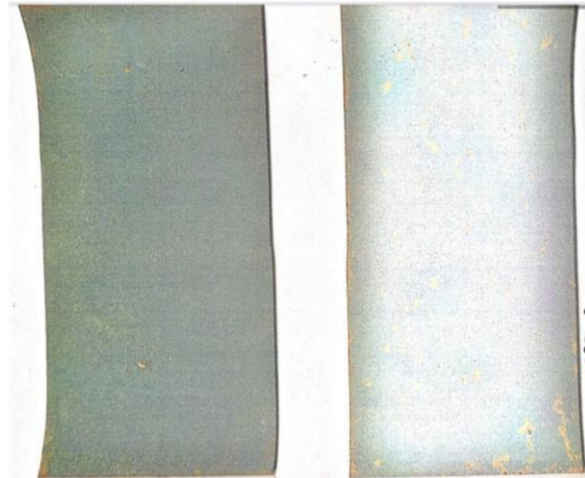
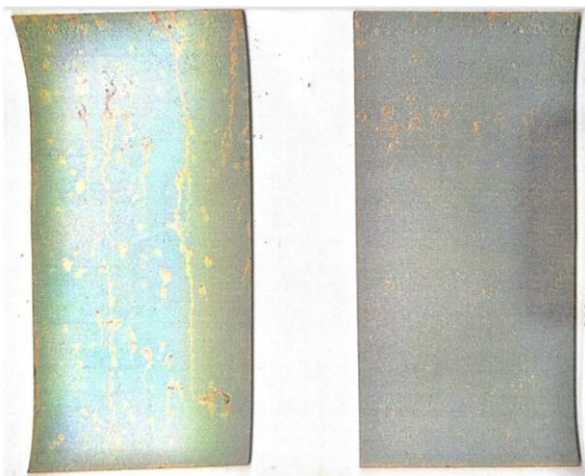


ELECTROSTATICA



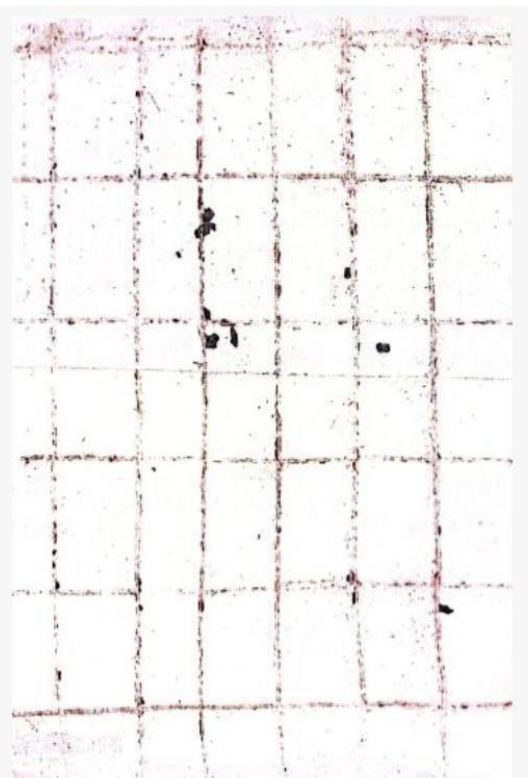
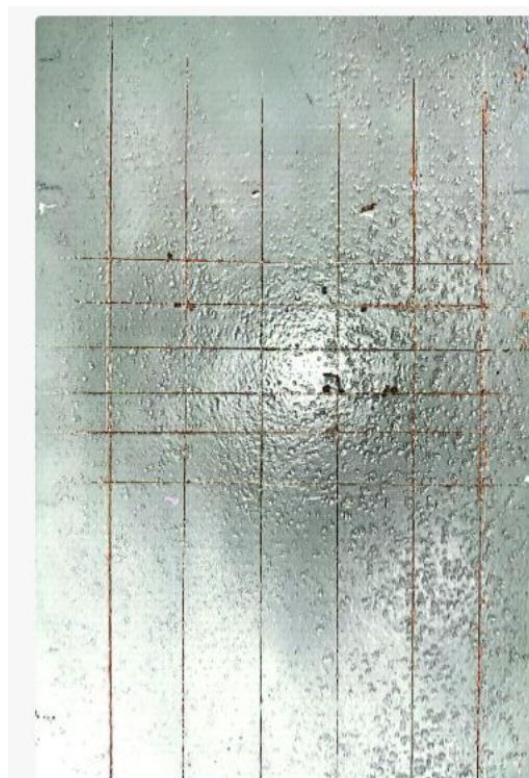
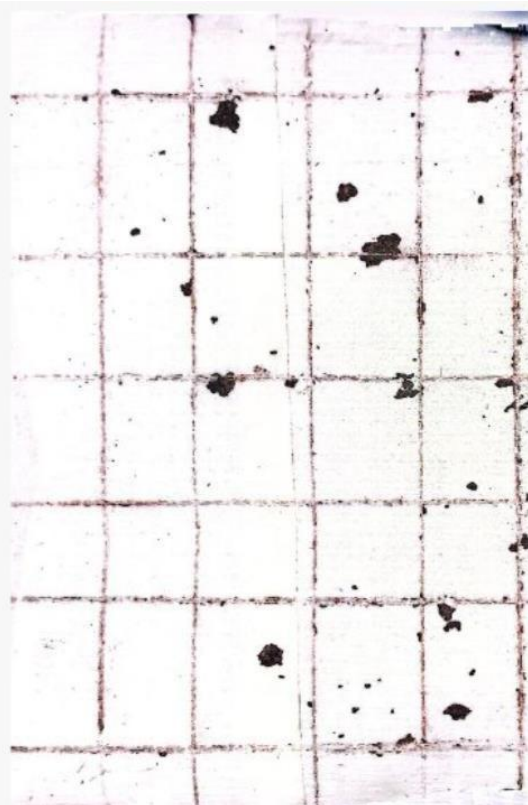
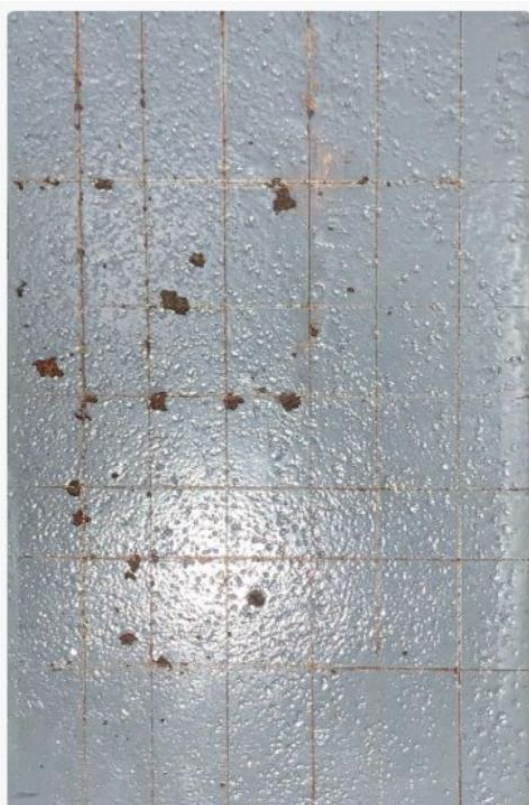
Resultados a las 250 horas
ELECTROLITICA

ELECTROSTATICA

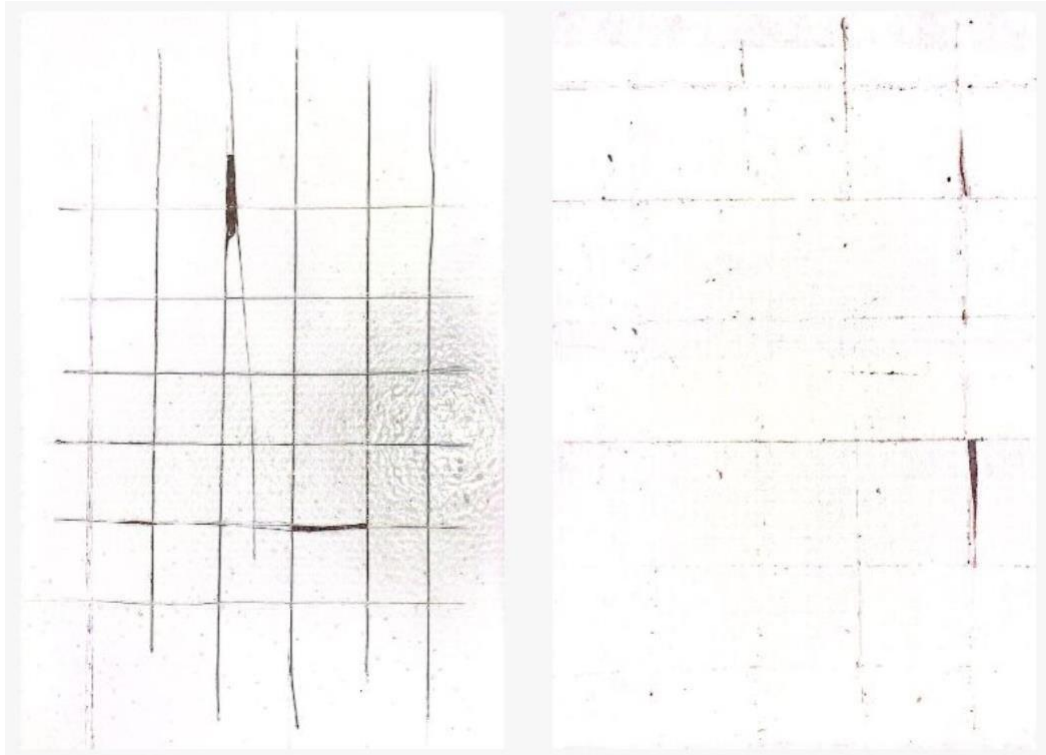
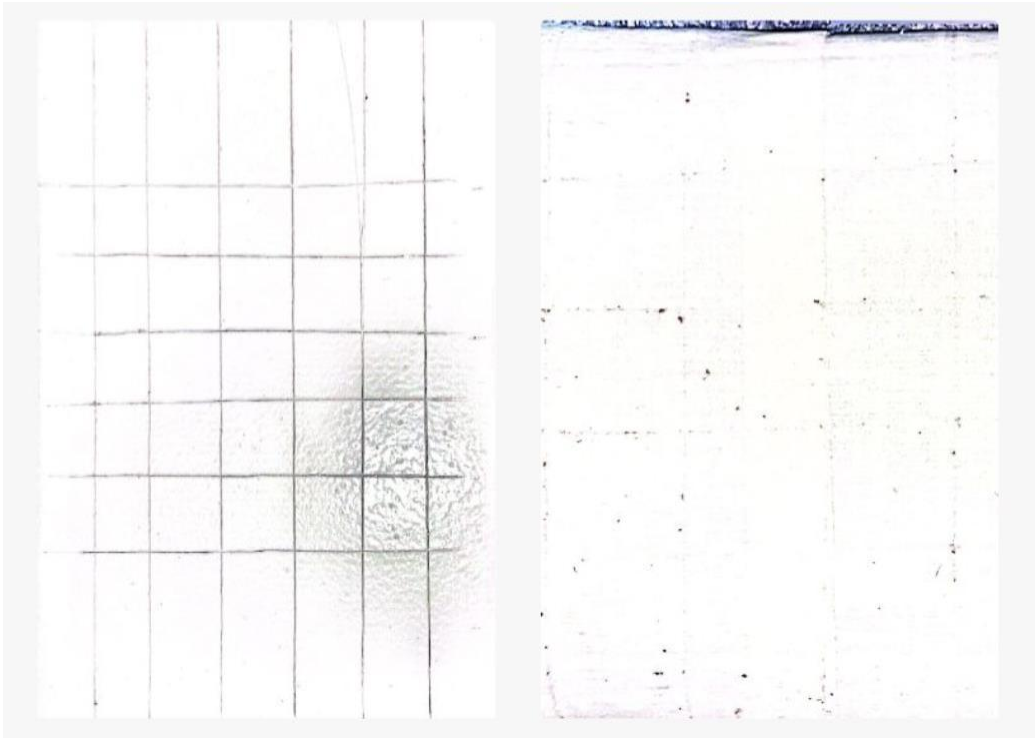


Anexo 8
Resultados de prueba de adherencia

ELECTROLITICA

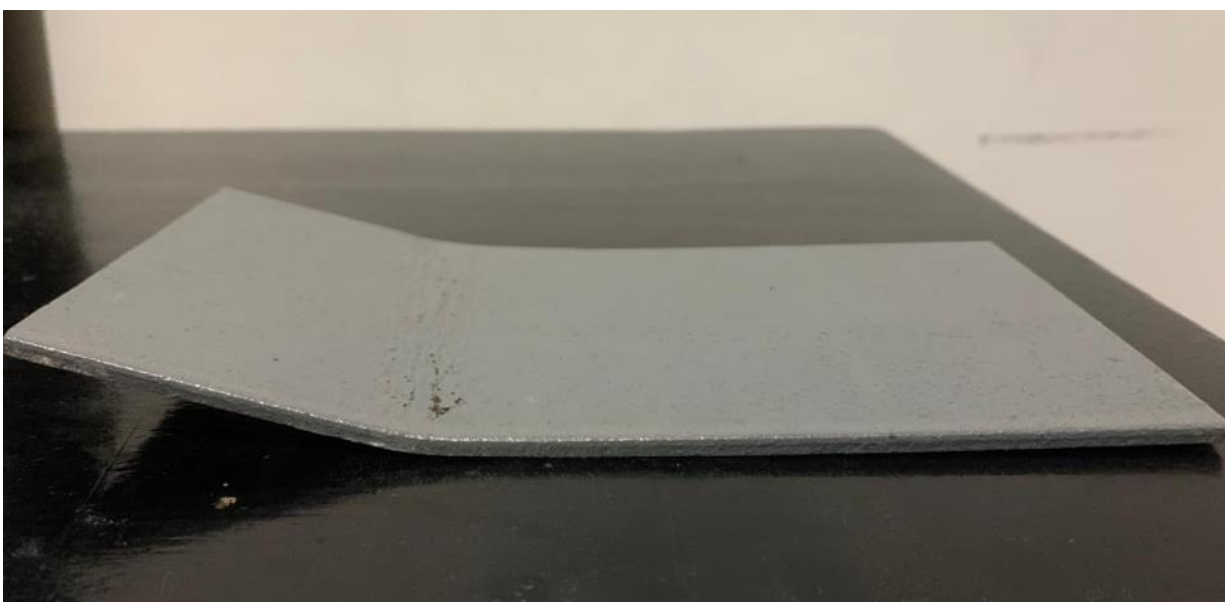


ELECTROSTATICA

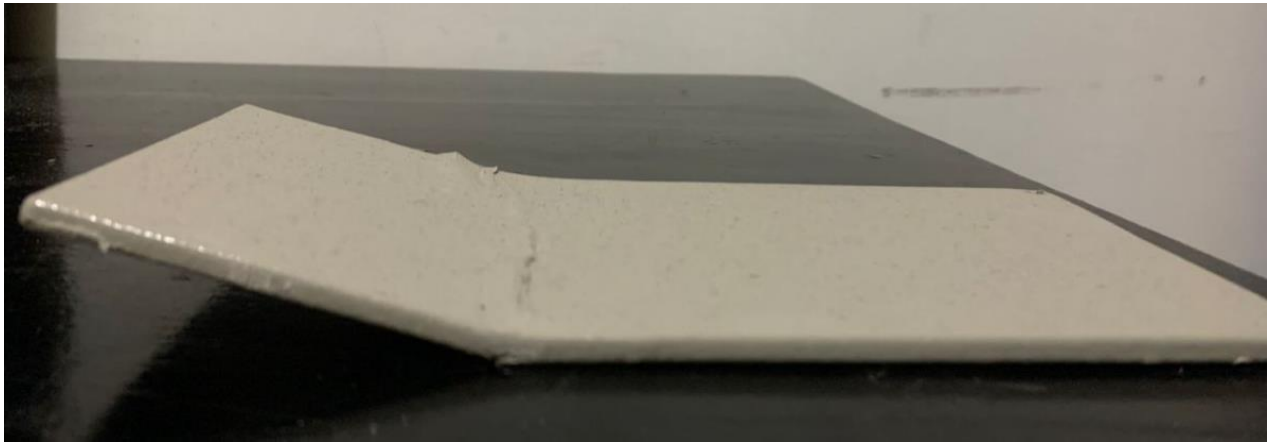
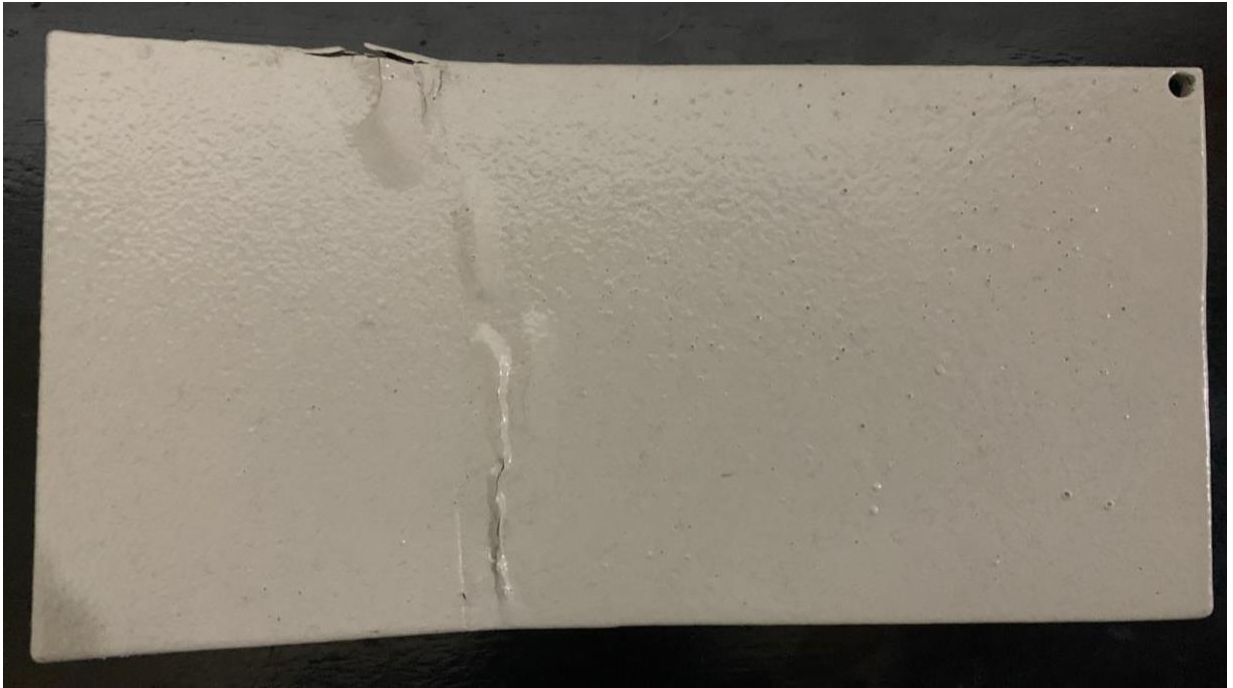


Anexo 9
Resultados de prueba de flexibilidad

ELECTROLITICA

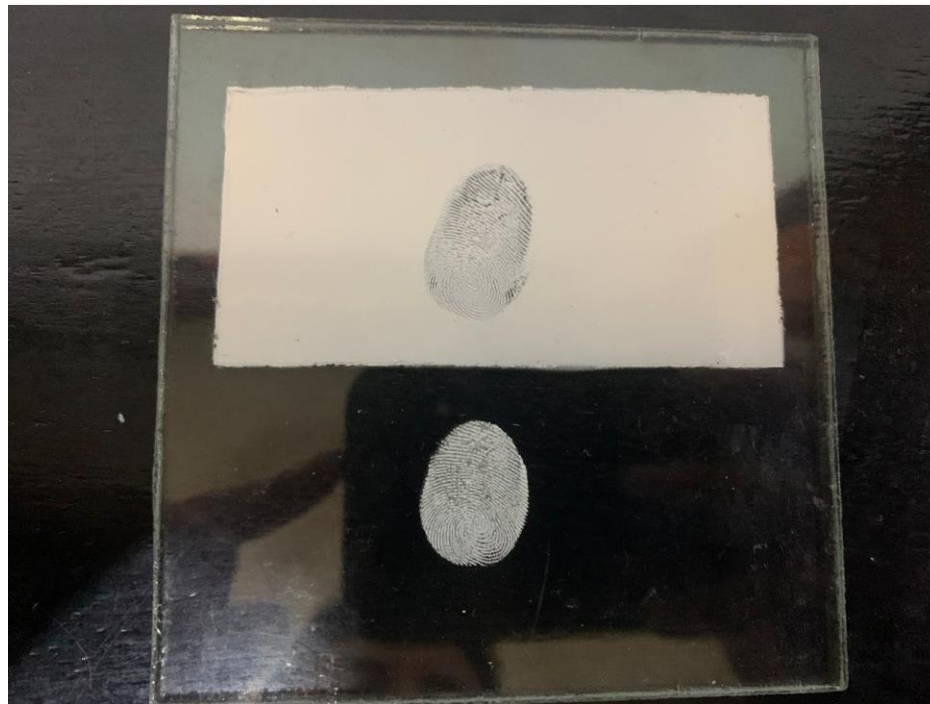


ELECTROSTATICA

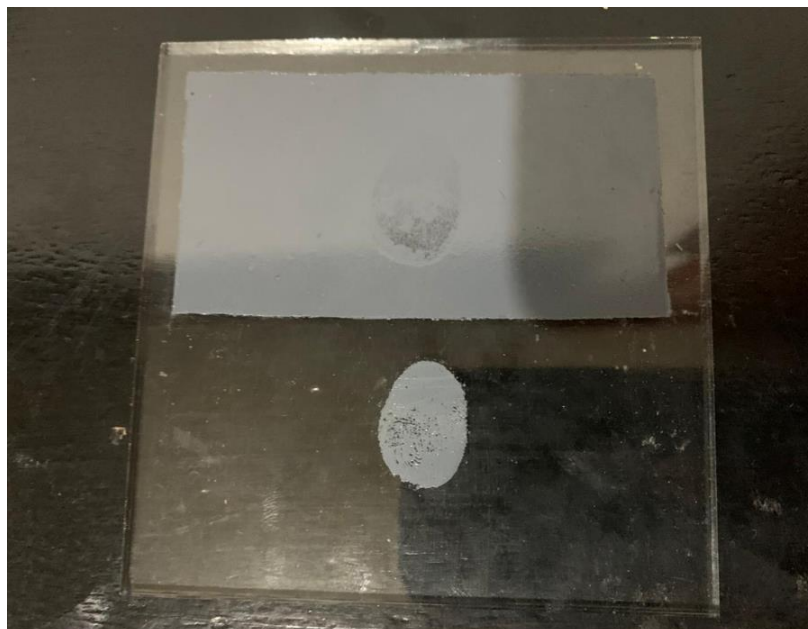


Anexo 10
Resultados de prueba de tiempo de secado

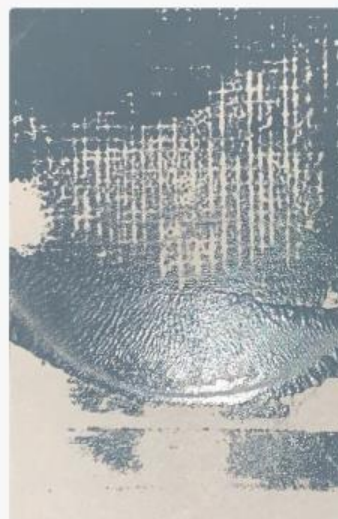
ELECTROSTATICA



ELECTROLITICA



1



2

