



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

Implementación de Materiales Anticorrosivos para el Galpón de Electromecánica.

Integrantes:

García Zambrano Anthony Emanuel
Hurtado López José Armando

Tutor:

Ing. Carlos Andrés Bravo Zambrano, Mg.

Unidad Académica:

Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, Educación Virtual y Otras Modalidades de Estudio.

Carrera:

Electromecánica.

Tosagua, agosto del 2025

CERTIFICACION DEL TUTOR

Ing. Carlos Andrés Bravo Zambrano, Mg.; docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, en calidad de Tutor.

CERTIFICO:

Que el presente proyecto integrador con el título: “**Implementación de materiales anticorrosivos para el galpón de electromecánica**” ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, está listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opciones y conceptos vertidos en este documento son fruto de la perseverancia y originalidad de sus autores:

García Zambrano Anthony Emanuel, Hurtado López José Armando

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

Tosagua, agosto de 2025

Ing. Carlos Andrés Bravo Zambrano, Mg.

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quienes suscriben la presente:

García Zambrano Anthony Emanuel; Hurtado López José Armando

Estudiantes de la Carrera de **Electromecánica**, declaramos bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: "**Implementación de Materiales Anticorrosivos para el Galpón de Electromecánica**", es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Tosagua, agosto de 2025

García Zambrano Anthony Emanuel


Hurtado López José Armando



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: **“Implementación de un sistema de materiales anticorrosivos para el galpón de electromecánica”**, de su(s) autores: García Zambrano Anthony Emanuel; Hurtado López José Armando de la Carrera **“Electromecánica”**, y como Tutor del Trabajo el/la Ing. Carlos Andrés Bravo Zambrano, Mg.

Ing. Andrés Gozoso Andrade García, Mg.
DIRECTOR (A)

Tosagua, agosto de 2025

Ing. Carlos Andrés Bravo Zambrano, Mg.
TUTOR(A)

Ing. Jimmy Zambrano Loor, Mg.
PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL

Ing. Roy Antonio Cedeño Muentes
SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL

Lic. Fátima Saldarriaga Santana, Mg.
SECRETARIA

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincera gratitud a todas las personas que, de una u otra manera, hicieron posible la realización de este trabajo.

A mi familia, por su apoyo incondicional, paciencia y motivación constante.

A mis amigos, por sus palabras de aliento y compañía en los momentos más desafiantes.

A mis docentes y mentores, por compartir sus conocimientos y guiarme con sabiduría y dedicación.

Anthony García

Quiero expresar mi más sincera gratitud a todas las personas que, de una u otra manera, hicieron posible la realización de este trabajo.

A mi familia, por su apoyo incondicional, paciencia y motivación constante.

A mis amigos, por sus palabras de aliento y compañía en los momentos más desafiantes.

A mis docentes y mentores, por compartir sus conocimientos y guiarme con sabiduría y dedicación

José hurtado

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación a mis padres Danny López y Rodolfo Hurtado, por acompañarme en este camino hacia mi formación profesión al, por tener paciencia en los momentos en los que más se complicaba mi carrera y nunca recurrir al abandono.

A mí Abuelita Asunción Falcones por ser también un apoyo incondicional e importante no solo en forma de ayuda monetaria, sino que también en mi vida y estudios.

Anthony García

José hurtado

RESUMEN

El presente proyecto aborda la problemática del deterioro progresivo por corrosión que afecta a la estructura metálica del galpón de la carrera de Electromecánica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, campus Tosagua. Esta situación compromete la durabilidad de la infraestructura, incrementa los costos de mantenimiento y representa un riesgo para la seguridad de los usuarios. Ante ello, se planteó como objetivo general la implementación de materiales resistentes a la corrosión con el fin de prolongar la vida útil de la estructura y reducir intervenciones correctivas costosas.

La metodología se desarrolló en tres fases: primero, se identificaron las zonas más afectadas mediante una inspección técnica basada en el plano arquitectónico; segundo, se evaluaron distintos sistemas anticorrosivos viables técnica y económico; y tercero, se realizó un análisis costo-beneficio para seleccionar la mejor alternativa de intervención.

Como resultado, se determinó que los talleres de Mecánica y Electricidad, la cubierta metálica y las columnas perimetrales son las áreas más vulnerables. Se eligió la pintura epóxica bicomponente con imprimante anticorrosivo como la solución más eficiente para aplicación in situ, con una inversión estimada de USD 10.800 para cubrir 600 m² de superficie.

En conclusión, la implementación del sistema propuesto no solo contribuirá a preservar la integridad estructural del galpón, sino que también mejorará las condiciones de uso académico y disminuirá los costos operativos a mediano y largo plazo, fortaleciendo así la sostenibilidad de la infraestructura institucional.

PALABRAS CLAVES: Corrosión, estructura metálica, durabilidad, materiales anticorrosivos.

ABSTRACT

This project addresses the problem of progressive corrosion affecting the metal structure of the Electromechanics workshop hall at the Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Tosagua campus. This issue compromises the durability of the infrastructure, increases maintenance costs, and poses a safety risk for users. In response, the general objective was to implement corrosion-resistant materials to extend the structure's service life and reduce costly corrective interventions.

The methodology was developed in three phases: first, the most affected areas were identified through a technical inspection based on the architectural plan; second, various technically and economically viable anti-corrosion systems were evaluated; and third, a cost-benefit analysis was carried out to select the best intervention alternative.

As a result, the Mechanical and Electrical workshops, the metal roof, and the perimeter columns were identified as the most vulnerable zones. A two-component epoxy coating system with anti-corrosion primer was selected as the most efficient in-situ solution, with an estimated investment of USD 10,800 to cover 600 m² of surface.

In conclusion, implementing the proposed system will not only preserve the structural integrity of the workshop hall but will also improve the conditions for academic use and reduce operational costs in the medium and long term, thereby strengthening the sustainability of institutional infrastructure.

KEYWORDS: Corrosion, metal structure, durability, anti-corrosion materials.

ÍNDICE

| | |
|--|------|
| CERTIFICACION DEL TUTOR | I |
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA | II |
| APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN | III |
| AGRADECIMIENTO | IV |
| DEDICATORIA | V |
| RESUMEN..... | VI |
| ABSTRACT..... | VII |
| ÍNDICE | VIII |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | IX |
| ÍNDICE DE TABLAS | IX |
| CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 PROBLEMA..... | 1 |
| 1.2 JUSTIFICACIÓN..... | 2 |
| 1.3. OBJETIVOS | 3 |
| 1.3.1. Objetivo general..... | 3 |
| 1.3.2. Objetivos específicos | 3 |
| 1.4. METODOLOGÍA | 3 |
| 1.4.1. Procedimiento | 3 |
| 1.4.2. Técnicas | 3 |
| 1.4.3. Métodos | 4 |
| CAPITULO II: MARCO TEORICO..... | 5 |
| 2.1 DEFINICIONES | 5 |
| 2.1.1 Corrosión en estructuras metálicas industriales | 5 |
| 2.1.2 Materiales resistentes a la corrosión..... | 7 |
| 2.2 ANTECEDENTES..... | 9 |
| 2.3 TRABAJOS RELACIONADOS..... | 9 |
| CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA..... | 14 |
| 3.1 OBJETIVO 1:..... | 14 |
| 3.2 OBJETIVO 2:..... | 14 |
| 3.3 OBJETIVO 3:..... | 16 |

| | |
|---|----|
| CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 19 |
| 4.1 CONCLUSIONES | 19 |
| 4.2 RECOMENDACIONES | 19 |
| BIBLIOGRAFÍA | 21 |
| ANEXOS | 22 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Ilustración 1. Dibujo de las zonas donde se van a intervenir | 18 |
|--|----|

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Análisis costo-beneficio de las alternativas propuestas | 16 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| Tabla 2. Presupuesto aproximado para cada zona | 17 |
|--|----|

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La corrosión como tal sigue siendo de los problemas que más aquejan en este caso a las estructuras metálicas en la industria y su impacto tanto económico es brutal ya que se estima que cada año el Producto Interno Bruto (PIB) pierde por daños causados por la corrosión (Revie & Uhlig, 2008), además hay que recalcar que este fenómeno no solo pone en riesgo la integridad de los materiales, sino que también puede provocar accidentes, interrupciones en las operaciones y un aumento considerable en los costos de mantenimiento y reemplazo de componentes.

En referencia a lo que se refiere a los galpones industriales, los cuales están en constante exposición en este caso como la humedad, productos químicos, niebla salina, etc., además a esto se le suma todos los equipos que están dentro de los mismos galpones, porque la idea es que estos materiales sean capaces de resistir la oxidación y de esta manera podamos garantizar la seguridad de las personas y equipos.

La idea es que por medio de este trabajo investigativo los materiales que se vayan a utilizar como resistentes a la corrosión, en este caso hablamos de recubrimientos epóxicos y pinturas anticorrosivas, de los cuales según la literatura científica han dado muchos efectos positivos para tratar por ejemplo la corrosión de acero, ya que lo que se busca es reducir el consumo de recursos y extender la vida útil de las estructuras existentes sin la necesidad de reemplazos frecuentes (Jones, 2013).

Desde una perspectiva mucho más académica tenemos que recalcar lo importantes que es la planificación preventiva en este caso para la corrosión de varias estructuras ya que justamente lo que se desea es evitar el deterioro de las mismas, sumándole que es una gran oportunidad para poner en práctica conocimientos de diversas disciplinas como la mecánica, la ciencia de materiales, el diseño estructural y la gestión del mantenimiento

Por estas razones, el presente estudio busca analizar, seleccionar e implementar soluciones técnicas basadas en materiales resistentes a la corrosión que puedan

ser aplicadas al galpón de electromecánica. Con ello se pretende optimizar su funcionalidad, reducir los costos de reparación a largo plazo y mejorar la seguridad de los procesos que allí se desarrollan.

1.1 PROBLEMA

La estructura metálica del galpón de electromecánica muestra signos evidentes de deterioro por corrosión, especialmente en zonas expuestas a humedad, productos químicos y cambios térmicos frecuentes. Esta situación representa un riesgo para la seguridad, limita la operatividad de los equipos y genera costos continuos de mantenimiento. No se ha realizado hasta la fecha una intervención integral basada en materiales resistentes a la corrosión.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Una vez realizada la primera inspección visual dentro de galpón de electromecánica nos pudimos percibir deterioro en varias secciones de las estructuras y corrosión en su interior, seguramente debido a las condiciones ambientales en la que está situado el galpón, hay que recalcar que los elementos estructurales y de soporte son los que más comprometidos se veían y son justamente lo que más compromete la integridad y funcionalidad.

Realmente resulta de suma importancia adoptar una solución lo más rápido posible, hay que tener en cuenta que la idea es que esta solución debe ser muy técnica y la que minimice los gastos a mediano plazo. Esta situación no solo pone en riesgo el desempeño de las actividades técnicas dentro del galpón, sino también la seguridad de todo el personal que interviene ahí, sumándole el riesgo de daño a equipos costosos que existen dentro del galpón.

Desde el contexto educativo podemos decir que la idea de esta propuesta es que los estudiantes de la carrera de la tecnología en electromecánica puedan observar problemas reales y como tal darle solución de una forma técnica, la concepción de esta investigación se desea que vaya más allá que transcienda en el sentido de que pueda utilizarse para futuros trabajos similares dentro del mismo contexto o bien que se pueda replicar en otros campus o sedes de esta institución de educación superior. A través de este estudio, se reafirma el compromiso de la electromecánica como disciplina orientada a la solución de

problemas concretos, basándose en fundamentos científicos, tecnológicos y económicos que favorecen a la comunidad educativa.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Pro poner la implementación de materiales resistentes a la corrosión en la estructura del galpón de electromecánica.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Identificar las zonas más afectadas por la corrosión en el galpón.
2. Evaluar diferentes materiales anticorrosivos viables para su implementación.
3. Realizar un análisis costo-beneficio de cada alternativa técnica.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Procedimiento

- Inspección visual del galpón y toma de registros fotográficos.
- Identificación de tipos de corrosión presentes.
- Revisión de normativas técnicas y fichas de materiales resistentes.
- Selección de materiales según condiciones del entorno.
- Estimación de costos y comparación de alternativas.
- Elaboración de propuesta de implementación.

1.4.2. Técnicas

- Observación directa.
- Fichas técnicas de fabricantes.

Rendimiento

Indica la cobertura del producto, como 50 m²/galón, que puede variar según el tipo de superficie y el método de aplicación.

- Entrevistas con técnicos del área de mantenimiento.
Gestión de proyectos y seguridad, y habilidades de comunicación para asegurar la efectividad en la aplicación y el mantenimiento de estos materiales.

- Análisis comparativo de rendimiento de materiales.

1.4.3. Métodos

- Método analítico-descriptivo para caracterizar el problema.

La protección anticorrosiva es un conjunto de técnicas y métodos diseñados para evitar o retrasar la corrosión en materiales como el acero y otros metales, garantizando así una mayor durabilidad y seguridad en diversas aplicaciones industriales y cotidianas.

- Método inductivo para formular propuestas técnicas.

El método más sencillo para evitar la corrosión y la oxidación es utilizar metales resistentes a estos efectos como el acero inoxidable o el aluminio. Hay diferentes aleaciones de metales que proporcionan una mayor fuerza y resistencia

- Método comparativo para evaluar las mejores alternativas.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 DEFINICIONES

2.1.1 Corrosión En Estructuras Metálicas Industriales.

Definición de corrosión.

La corrosión es un proceso de deterioro de los materiales, principalmente metales, como resultado de reacciones electroquímicas con el medio ambiente. Este fenómeno conlleva una pérdida progresiva de masa y propiedades mecánicas, comprometiendo la integridad estructural (Fontana, 2005). En estructuras industriales, la corrosión representa uno de los principales problemas de mantenimiento, ya que puede generar fallas estructurales, riesgos para la seguridad y altos costos en reparaciones.

Tipos de corrosión relevantes en galpones metálicos.

a. Corrosión uniforme

Es la forma más común, donde la superficie del metal se desgasta de manera relativamente homogénea. Aunque es predecible, puede debilitar significativamente la estructura si no se controla (Revie & Uhlig, 2011).

b. Corrosión localizada

Incluye fenómenos como la picadura y la corrosión por grietas. Esta forma es más peligrosa porque avanza de forma imperceptible hasta que la estructura falla. La humedad atrapada en uniones o soldaduras es un factor desencadenante común (Jones, 1996).

c. Corrosión galvánica

Se produce cuando dos metales diferentes están en contacto eléctrico en un entorno conductor. El metal menos noble se corroerá con mayor rapidez. Esto es común en estructuras que combinan acero con aluminio o cobre (Davis, 2000).

d. Corrosión por ambientes industriales

En instalaciones como un galpón de Electromecánica, donde pueden estar presentes vapores de aceites, solventes, gases o nieblas salinas, la corrosión puede intensificarse si no se seleccionan materiales adecuados (Zaki Ahmad, 2006).

Factores que influyen en la corrosión.

- **Humedad relativa alta:** Por encima del 60%, incrementa la actividad electroquímica.
- **Contaminantes atmosféricos:** Como dióxido de azufre (SO_2) o cloruros.
- **Temperaturas extremas:** Aceleración de reacciones redox.
- **Diseño constructivo deficiente:** Retención de agua o acumulación de residuos.

Un estudio de ISO 9223 clasifica la agresividad atmosférica desde C1 (muy baja) hasta CX (extrema). Para galpones ubicados en zonas tropicales húmedas, es común una clasificación de C3 a C5 (ISO, 2012).

Impactos de la corrosión en estructuras metálicas.

La corrosión no solo afecta la estética de una estructura, sino que compromete su resistencia mecánica. Puede reducir la capacidad de carga, provocar colapsos parciales y aumentar la frecuencia de mantenimientos correctivos. Según un informe de NACE International (2016), el costo global de la corrosión representa cerca del 3,4% del PIB mundial, siendo el sector de infraestructura uno de los más afectados.

Métodos de evaluación y monitoreo.

- Inspección visual periódica.
- Mediciones de espesor con ultrasonido.
- Técnicas electroquímicas como el potencial de corrosión.
- Sistemas de monitoreo remoto en estructuras críticas.

Estos métodos permiten tomar decisiones fundamentadas sobre la necesidad de sustitución o protección de elementos corroídos.

2.1.2 Materiales resistentes a la corrosión.

Introducción a los materiales resistentes.

Los materiales resistentes a la corrosión son aquellos que, por su composición o tratamiento superficial, presentan una elevada durabilidad frente a ambientes agresivos. En aplicaciones estructurales como galpones, se buscan materiales que mantengan su integridad mecánica durante largos períodos de exposición sin requerir un mantenimiento constante (Sedriks, 1996).

Clasificación de materiales según su resistencia.

a. Metales ferrosos.

- **Acero galvanizado:** Recubierto con zinc, protege al acero base mediante un mecanismo de sacrificio catódico. Es ampliamente utilizado en estructuras exteriores (Davis, 2000).
- **Acero inoxidable (serie 300):** Contiene cromo y níquel, formando una capa pasiva de óxido de cromo que evita la oxidación. Ideal en zonas costeras o con elevada humedad (Zaki Ahmad, 2006).
- **Acero COR-TEN:** Desarrolla una pátina estable que inhibe la corrosión adicional. Su uso en arquitectura industrial ha aumentado por su bajo requerimiento de mantenimiento (LaQue & Laird, 1991).

b. Metales no ferrosos.

- **Aluminio:** Ligero y resistente a la oxidación gracias a su capa de óxido superficial. Es susceptible a la corrosión galvánica si se combina con acero (Revie & Uhlig, 2011).
- **Cobre y sus aleaciones (latón, bronce):** Poseen buena resistencia en ambientes atmosféricos, aunque son costosos y poco utilizados estructuralmente.

c. Materiales compuestos y polímeros

- **Plásticos reforzados con fibra (FRP):** No se oxidan, son ligeros y se están incorporando cada vez más como refuerzos o cubiertas en estructuras metálicas (Hollaway, 2010).
- **Revestimientos poliméricos:** Aplicados sobre metales, actúan como barreras físicas frente a agentes corrosivos.

Tratamientos de protección adicionales

Además del uso de materiales resistentes, se emplean tratamientos para extender la vida útil de componentes estructurales:

- Pinturas epóxicas o poliuretánicas.
- Galvanizado por inmersión en caliente.
- Recubrimientos con pintura bituminosa o alquídica.
- Pasivación química (particularmente en aceros inoxidables).
- Anodización (en aluminio).

Estos tratamientos, si se aplican correctamente, pueden duplicar o triplicar la vida útil de los materiales base (Jones, 1996).

Criterios para la selección de materiales en galpones.

La elección de materiales resistentes a la corrosión para un galpón de Electromecánica debe considerar:

- Condiciones ambientales (humedad, contaminación, temperatura).
- Costo inicial vs. costo del ciclo de vida.
- Disponibilidad local de materiales.
- Requerimientos estructurales (cargas, esfuerzos, vibraciones).
- **Compatibilidad con otros materiales de la estructura.**

Según la norma ISO 12944-5, la selección de sistemas de protección anticorrosiva debe basarse en el nivel de agresividad del ambiente y la durabilidad esperada (ISO, 2018).

Casos de éxito en implementación

En diversos estudios aplicados a naves industriales y galpones educativos, se ha demostrado que la utilización de acero galvanizado con recubrimientos adicionales ha reducido los costos de mantenimiento en un 40% y prolongado la vida útil estructural en más de 25 años (Morales et al., 2019). Además, el uso de estructuras mixtas de acero inoxidable en puntos críticos (uniones, columnas de base) ha resultado eficaz en ambientes industriales de alta humedad.

2.2 ANTECEDENTE

La Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, Educación Virtual y Otras Modalidades de Estudios (UNITEV) de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí se ha destacado por ofrecer una educación de calidad a técnicos altamente capacitados en distintos campos, como la electromecánica, explotación y mantenimiento de equipos biomédicos, entre otras. Esta Unidad que nace de la carencia de tecnólogos y de carreras cortas donde lo primordial es la práctica en la cual se ha puesto en marcha numerosos proyectos innovadores para elevar el nivel educativo y adaptarse a las exigencias del mercado laboral actual. Las instalaciones de la ULEAM disponen de laboratorios bien equipados y un cuerpo docente altamente calificado que fomenta la incorporación de nuevas tecnologías en los procesos de enseñanza, lo cual es fundamental para preparar profesionales competentes (UNITEV, 2020).

Existen pequeños informes o fichas de registros realizados por los mismos docentes del área, los cuales desde entonces podemos percibir signos visibles de deterioros, más que todo en columnas y vigas, sumándole a esto la humedad y el polvo del sitio donde está la infraestructura, cabe recalcar que se realiza una limpieza externa de los lugares y que se ha tratado de repintar de forma experimental ciertos lugares más visibles pero así hay que reconocer que

no se ha realizado un sistema de prevención que considera el uso de materiales con resistencia a la corrosión.

Por otro lado, dentro de la matriz de la ULEAM ha habido múltiples mejoras de toda índole, pero muy pocas veces se nos ha hecho conocer proyectos específicos orientados a la aplicación de materiales resistentes a la corrosión en ambientes industriales controlados como los galpones, por ende la idea es proponer un enfoque técnico y preventivo que contemple la selección adecuada de materiales para la protección estructural a sabiendas del lugar donde está construido el galpón.

El presente trabajo investigativo trae justamente a colación una problemática concreta que es la afectación la durabilidad de las instalaciones del área de Electromecánica, en la UNITEV-Campus Tosagua y que además, se enmarca en los objetivos institucionales de innovación tecnológica, conservación del patrimonio físico y fortalecimiento de la infraestructura educativa mediante soluciones basadas en ingeniería aplicada.

2.3 TRABAJOS RELACIONADOS

Trabajo relacionado en Europa

En Europa, uno de los estudios más representativos en el campo de la protección estructural contra la corrosión en entornos industriales fue desarrollado por el Centro Tecnológico de Construcción (CTCON) en colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid. El proyecto, titulado *“Evaluación y selección de materiales resistentes a la corrosión para estructuras metálicas en ambientes industriales húmedos”* (2021), tuvo como objetivo principal identificar soluciones duraderas y de bajo mantenimiento para infraestructuras expuestas a condiciones corrosivas constantes, como las presentes en talleres técnicos y galpones de formación profesional.

Trabajo relacionado en Colombia

La investigación se llevó a cabo en un centro de formación técnica en Cartagena, donde se analizaron estructuras metálicas expuestas a altas concentraciones de humedad y gases industriales. Entonces lo que se hizo es que a través de varias pruebas ese evaluó diferentes tipos de aceros recubiertos aplicados en soportes, cubiertas y sistemas de fijación, con esto se obtuvieron varios resultados, pero de lo más relevantes es que se demostró que el uso de acero galvanizado con recubrimiento epóxico prolongaba la vida útil de los elementos estructurales respecto a los materiales tradicionales utilizados sin tratamiento.

Se destaca además que utilizar material resistente a corrosión resulta mucho mejor a largo plazo, puede ser que al principio la inversión sea mayor que en comparación con otra, pero hay que ver otros factores como por ejemplo que no se va a deteriorar en un corto tiempo, con lo cual uno se ahorraría en mantenimiento, cosa que no pasa con otros materiales. Al final lo que se busca es que se garantice sostenibilidad y seguridad en la infraestructura de una manera técnica y económica al largo plazo.

Este estudio es particularmente relevante para contextos similares en América Latina, ya que las condiciones ambientales y operativas de los talleres técnicos presentan paralelismos en cuanto a humedad, exposición química y necesidades de mantenimiento estructural. La experiencia europea refuerza la pertinencia de implementar soluciones tecnológicas similares en espacios como el galpón de Electromecánica de la ULEAM.

Trabajo relacionado en Ecuador

Dentro del país ecuatoriano existe un estudio titulado: "Evaluación del comportamiento de recubrimientos anticorrosivos en estructuras metálicas expuestas a ambientes costeros e industriales en la ciudad de Guayaquil" (Espinoza et al., 2020), el objetivo prioritario de este trabajo es identificar soluciones eficaces para mitigar la corrosión en infraestructuras sometidas a condiciones ambientales agresivas, particularmente en zonas con alta humedad, salinidad y contaminantes industriales.

La idea central de la investigación era la evaluación de estructuras metálicas, donde se utilizaban materiales de acero al carbono sin protección adecuada, aquí fue donde los autores compararon con la aplicación de diferentes sistemas de recubrimiento y realizaron pruebas para medir la tasa de corrosión. Los resultados más relevantes evidenciaron que el galvanizado por inmersión mostró mejor comportamiento en zonas donde la estructura estaba permanentemente expuesta al contacto con humedad ambiental y vapores industriales.

Trabajo relacionado en Manabí

En la provincia de Manabí, un antecedente relevante al presente proyecto fue desarrollado por la Universidad Técnica de Manabí (UTM), en el marco de su programa de investigación aplicada en infraestructura educativa. El estudio titulado *“Diagnóstico de la corrosión en estructuras metálicas de laboratorios técnicos y aplicación de recubrimientos protectores en ambientes húmedos”* (Rodríguez & Cedeño, 2021), tuvo como objetivo evaluar el estado de deterioro de componentes estructurales metálicos en laboratorios de formación técnica en Portoviejo, y proponer soluciones sostenibles basadas en el uso de materiales y recubrimientos resistentes a la corrosión.

La revisión inicial dentro de las estructuras nos percatamos que presentaban corrosión superficial y, en algunos casos, deterioro avanzado debido a la exposición constante a humedad ambiental, por ende a partir de este análisis, se seleccionaron materiales como el acero galvanizado y recubrimientos a base de resinas epóxicas y poliuretánicas, las cuales la idea era recubrir y hacer un seguimiento por un año para ver cual iba hacer el grado de oxidación durante este tiempo, con lo se recomienda que se incorpore varias estrategias que prevenga la acumulación de agua y la protección de zonas vulnerables.

La experiencia de la UTM sirve como referencia clave para otras instituciones de educación superior de la región, incluyendo la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), donde la protección estructural de galpones académicos mediante materiales resistentes a la corrosión constituye una necesidad

prioritaria para garantizar la durabilidad de la infraestructura y la seguridad de los usuarios.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1 OBJETIVO 1: Identificar las zonas más afectadas por la corrosión en el galpón.

Con base en el plano arquitectónico del galpón de la carrera de Electromecánica de la ULEAM (campus Tosagua), se realizó una inspección técnica apoyada en la distribución de espacios funcionales, considerando principalmente áreas expuestas a humedad, variaciones térmicas, manipulación mecánica frecuente y ventilación deficiente.

Las zonas con mayor vulnerabilidad a la corrosión son:

- Taller de Mecánica y Taller de Electricidad: debido al uso de herramientas eléctricas y generación de vapores metálicos.
- Cubierta metálica y vigas de soporte: por su exposición a la intemperie y condensación por temperatura.
- Columnas perimetrales cercanas al ingreso peatonal y bodega: expuestas al ingreso de humedad por contacto con el suelo y salpicaduras.
- Uniones estructurales tipo viga-columna: donde suelen acumularse partículas metálicas y humedad en juntas.

Estas observaciones coinciden con lo descrito por Morales y Pérez (2021), quienes afirman que “las estructuras metálicas ubicadas en zonas de uso industrial presentan mayor deterioro en áreas de contacto directo con humedad o sustancias químicas” (p. 112).

3.2 OBJETIVO 2: Evaluar diferentes materiales anticorrosivos viables para su implementación.

La selección de materiales anticorrosivos debe considerar el ambiente costero, los agentes agresivos (humedad, salinidad), y la posibilidad de mantenimiento a largo plazo. A continuación, se describen las tres principales alternativas evaluadas:

a. Pintura epóxica bicomponente

- Composición: resinas epóxicas con endurecedor.
- Ventajas: alta adherencia al metal, buena resistencia química, adecuada para ambientes costeros.
- Limitaciones: requiere preparación de superficie mediante granallado.
- Vida útil estimada: 7 a 10 años.

Según González y Ramírez (2020), las pinturas epóxicas “brindan una excelente protección contra agentes corrosivos en estructuras metálicas expuestas a condiciones salinas” (p. 85).

b. Recubrimiento de poliuretano

- Composición: polioles e isocianatos.
- Ventajas: elasticidad, resistencia UV, buena estética.
- Limitaciones: menor resistencia química que el epoxi.
- Vida útil estimada: 5 a 7 años.

Ideal para elementos exteriores como barandas y columnas visibles. Es compatible con capas de imprimación anticorrosiva.

c. Galvanizado por inmersión en caliente

- Proceso: recubrimiento de zinc fundido sobre acero estructural.
- Ventajas: protección catódica total, excelente durabilidad (>20 años).
- Limitaciones: costo elevado y no aplicable in situ.
- Aplicación recomendada: componentes reemplazables o nuevos.

De acuerdo con ASTM A123 (2022), “el galvanizado es uno de los métodos más eficaces para prevenir la corrosión en estructuras de acero expuestas al ambiente exterior por largos períodos”.

3.3 OBJETIVO 3: Realizar un análisis costo-beneficio de cada alternativa técnica.

El análisis se desarrolló considerando costos unitarios por m², vida útil, mantenimiento requerido y viabilidad de aplicación sobre la estructura existente. En la siguiente tabla se resume el análisis comparativo:

Tabla 1 Análisis costo-beneficio de las alternativas propuestas

| Material anticorrosivo | Costo estimado (USD/m ²) | Vida útil (años) | Requiere mantenimiento frecuente | Aplicación in situ | Relación costo-beneficio |
|------------------------------|--------------------------------------|------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Pintura epóxica bicomponente | 15 – 18 | 7 – 10 | Bajo | Sí | Alta |
| Políuretano con imprimante | 12 – 14 | 5 – 7 | Medio | Sí | Media |
| Galvanizado por inmersión | 30 – 40 | 20+ | Muy bajo | No (solo fábrica) | Alta (en nuevas piezas) |

Fuente: (López y Ortega, 2019)

La mejor alternativa para aplicar sobre la estructura existente es la pintura epóxica bicomponente, debido a su excelente desempeño técnico y factibilidad de aplicación en obra. Para futuras ampliaciones o recambios estructurales, se recomienda el uso de elementos galvanizados desde fábrica.

Propuesta técnica de intervención

a. Fase de preparación de superficie:

- Limpieza mecánica con cepillo metálico o granallado.
- Aplicación de desoxidante y convertidor de óxido en puntos críticos.

b. Aplicación del sistema de recubrimiento:

- Capa base de imprimante anticorrosivo (zinc etil silicato).
- Dos capas de pintura epóxica con rodillo o pistola.

c. Zonas prioritarias de intervención:

- Estructura metálica en los módulos de los talleres (Mecánica, Electricidad, Electrónica).
- Cubierta metálica y cerchas.
- Columnas perimetrales del ingreso principal y laterales.
- Bodega y estructuras auxiliares.

d. Presupuesto estimado por zona (aproximado):

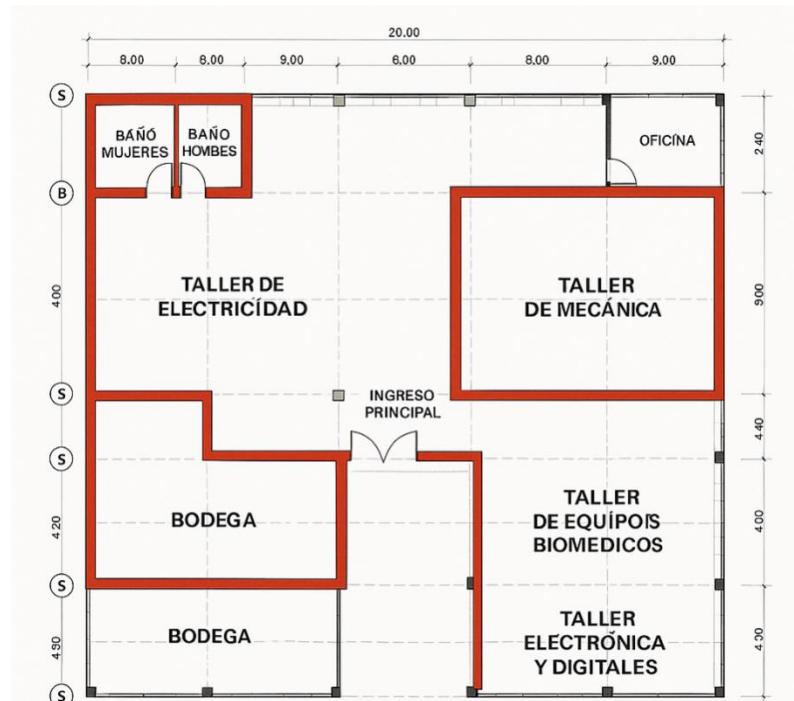
Tabla 2. Presupuesto aproximado para cada zona

| Zona | Superficie estimada (m²) | Costo total estimado (USD) |
|-----------------------------|--|---------------------------------------|
| Taller Mecánica | 120 | 2.160 |
| Taller Electricidad | 100 | 1.800 |
| Cubierta metálica | 300 | 5.400 |
| Columnas y estructura menor | 80 | 1.440 |
| Total general | 600 m² | 10.800 USD |

Fuente: Propia (Anthony García , José Hurtado,2025)

Los costos consideran mano de obra, materiales, equipos de protección y tiempos de secado (48-72 horas por capa).

Ilustración 1. Dibujo de las zonas donde se van a intervenir



Fuente: Propia (Anthony García , José Hurtado,2025)

CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- En cuanto a la identificación de las áreas más afectadas por la corrosión, se pudo determinar por medio de la inspección técnica, que los lugares más vulnerables del galpón son: los talleres de Mecánica y Electricidad, ya que son los lugares más expuestos al sol y la humedad por su cubierta metálica y por sus columnas perimetrales.
- Después de una investigación exhaustiva se determinó que el sistema de pintura epóxica bicomponente con imprimante anticorrosivo es la mejor opción tanto técnica como económica para aplicar directamente sobre estructuras metálicas existentes, ya que ofrece una alta resistencia química, buena adherencia y un equilibrio costo-beneficio.
- El análisis costo-beneficio que se propone de manera técnica, de la cual se realizó una investigación propia y de manera directa a especialista del tema con lo cual se evidencia una inversión aproximada de USD 10.800 para cubrir las áreas críticas del galpón.
- Se puede afirmar que el hecho de implementar materiales anticorrosivos en la estructura metálica del galpón, no solo se mejorará notablemente su durabilidad, sino que también se reducirán los costos de mantenimiento a mediano y largo plazo lo cual va a fortalecer la seguridad del espacio.

4.2 RECOMENDACIONES

- Ejecutar el plan de intervención propuesto de manera progresiva, priorizando las zonas con mayor deterioro visual o funcional, como el taller de mecánica, la cubierta y los accesos principales, con el fin de garantizar una optimización del presupuesto y minimizar interrupciones en las actividades académicas.
- Establecer un cronograma de mantenimiento preventivo cada cinco años, que contemple inspecciones visuales periódicas, retoques de recubrimiento, limpieza y aplicación de capas protectoras adicionales en áreas expuestas, con base en las recomendaciones de los fabricantes de los materiales.

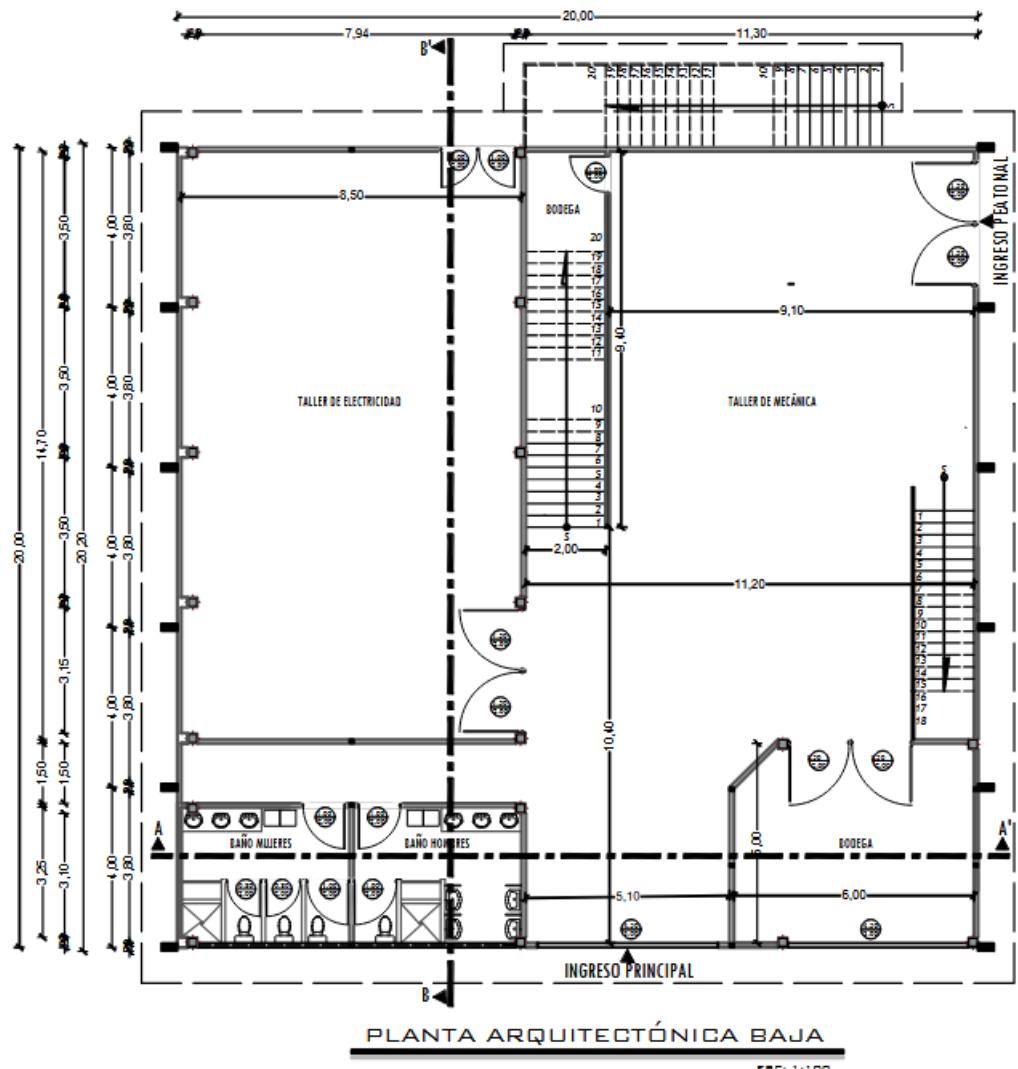
- Considerar el uso de elementos estructurales galvanizados para futuras ampliaciones o sustituciones parciales de componentes, lo cual permitirá una solución de mayor durabilidad con menor requerimiento de mantenimiento a largo plazo.
- Es de vital importancia, capacitar al personal técnico y de mantenimiento de la institución en la correcta aplicación y conservación de los sistemas anticorrosivos que se han implementado, ya que la idea es que se fomente una cultura de conservación preventiva en lugar de correctiva dentro de la institución.
- Monitorear y documentar el comportamiento de los materiales aplicados durante los primeros dos años, mediante informes técnicos semestrales que permitan validar el rendimiento del sistema seleccionado y realizar ajustes si fuese necesario.

BIBLIOGRAFÍA

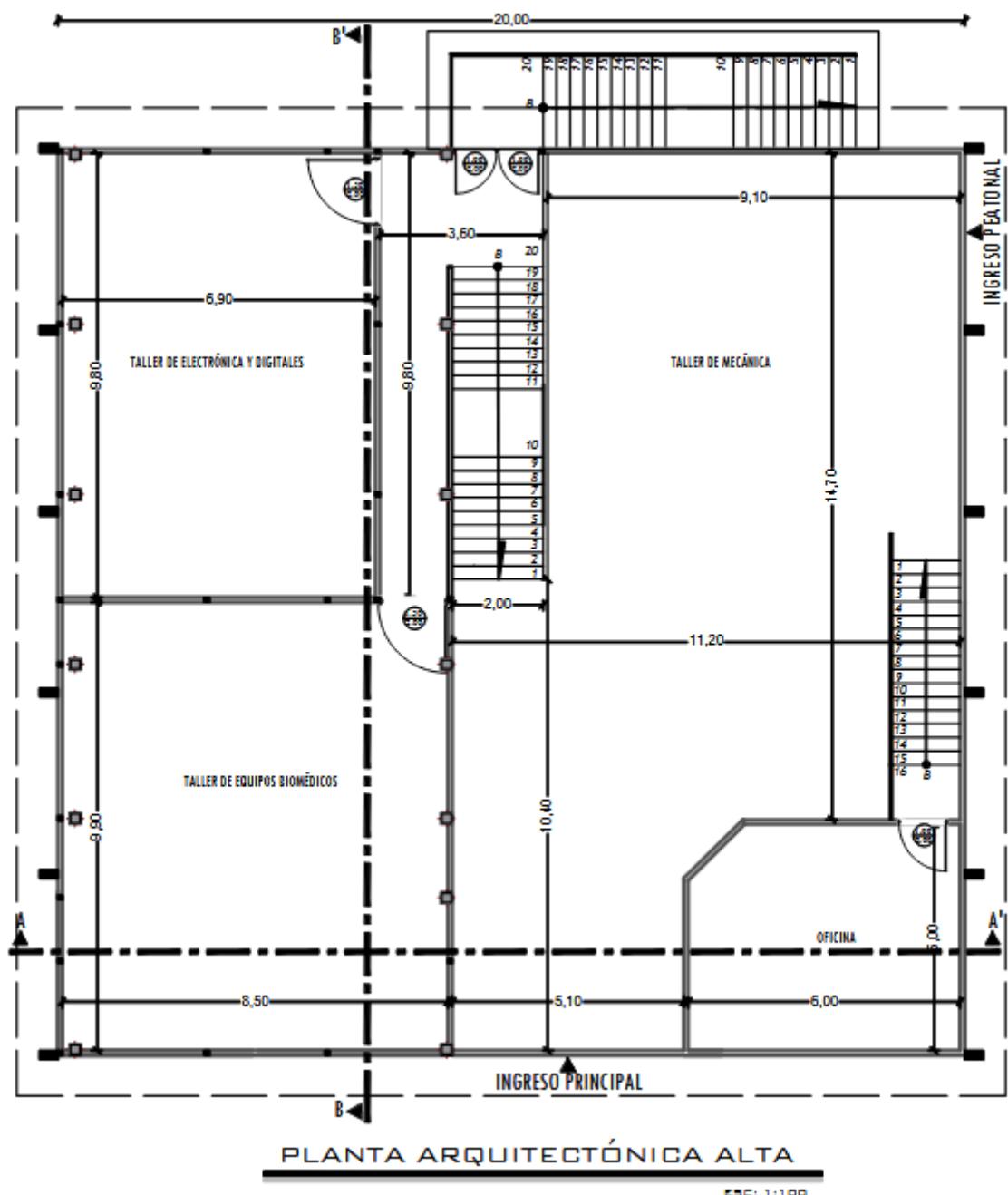
- Alarcón, M., & Soto, J. (2021). Análisis comparativo de sistemas anticorrosivos aplicados a estructuras metálicas en zonas costeras. *Revista Técnica de Ingeniería*, 9(3), 45–57.
- ASTM International. (2022). ASTM A123/A123M – Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products. <https://www.astm.org>
- Bravo, C., & Chóez, P. (2022). Intervención preventiva en estructuras metálicas universitarias: una experiencia en la provincia de Manabí. *Ingeniería y Sociedad*, 6(1), 87–94.
- Fontana, M. G. (1987). **Corrosion Engineering** (3rd ed.). McGraw-Hill.
- González, J., & Ramírez, A. (2020). Evaluación del desempeño de recubrimientos epóxicos en estructuras de acero. *Revista de Ingeniería y Tecnología Aplicada*, 15(2), 81–88.
- Jones, D. A. (2013). **Principles and Prevention of Corrosion** (2nd ed.). Pearson.
- Koch, G. H., Brongers, M. P. H., Thompson, N. G., Virmani, Y. P., & Payer, J. H. (2016). **Corrosion cost and preventive strategies in the United States**. NACE International.
- López, R., & Ortega, L. (2019). Fundamentos de durabilidad en estructuras de acero. *Construcción y Ciencia*, 12(1), 75–80.
- Martínez, F., & Vivas, D. (2020). Estrategias de mantenimiento preventivo aplicadas a estructuras metálicas. *Ingeniería Integral*, 14(3), 132–139.
- Morales, C., & Pérez, D. (2021). Diagnóstico y rehabilitación de estructuras metálicas en ambientes costeros. *Ingeniería Civil y Medio Ambiente*, 9(1), 109–118.
- Revie, R. W., & Uhlig, H. H. (2008). **Corrosion and Corrosion Control: An Introduction to Corrosion Science and Engineering** (4th ed.). Wiley.
- Vega, M., Cevallos, J., & Palma, A. (2018). Protección de estructuras metálicas universitarias con recubrimientos epóxicos. *Revista de Ciencia y Tecnología del Ecuador*, 4(2), 53–64.

ANEXOS

Anexo 1. Plano arquitectónico planta baja



Anexo 2: Plano arquitectónico planta alta



Anexo 3. Entrevista a técnicos conocedores del tema sobre materiales anticorrosivos



Anexo 4. Inspeccionando los lugares donde se recomienda la implementación del material anticorrosivo

