

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v4i8edespnov.0031>

IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO CON TRATAMIENTOS ANTICORROSIVOS EN LA DURABILIDAD DE EQUIPOS DE AIRES ACONDICIONADOS EN AMBIENTES SALINOS

IMPORTANCE OF MAINTENANCE WITH ANTICORROSIVE TREATMENTS IN THE DURABILITY OF AIR CONDITIONING EQUIPMENT IN SALINE ENVIRONMENTS

Delgado-García Gabriel Octavio ¹; Tóala-Arcenales Galvin Antonio ²

¹ Maestrante Programa de Mantenimiento Industrial, Instituto de Posgrado, Universidad Técnica de Manabí, UTM. Portoviejo, Ecuador. Correo: gdelgado8189@gmail.com.

² Docente del Departamento de Mecánica, Facultad de ciencias matemáticas, físicas y químicas, Universidad Técnica de Manabí, UTM. Portoviejo, Ecuador. Correo: galvin.toala@utm.edu.ec.

Resumen

Esta investigación enfoca su estudio en la problemática de la afectación corrosión y la importancia del mantenimiento con tratamientos anticorrosivos para la durabilidad de equipos de aires acondicionados en ambientes salinos, en función de ello, el análisis y estudio de una revisión bibliográfica documental sobre los procesos de la corrosión de materiales en ambientes corrosivos y la importancia del mantenimiento con la aplicación de tratamientos anticorrosivos, para la protección y durabilidad de los equipos. La metodología y el tipo de método que se utilizó tomo en cuenta la clasificación y el análisis de 32 fuentes de información considerando artículos científicos, libros, y tesis de doctorado y posgrado indexados con el 65% de actualidad. Como resultados se obtuvo fundamentaciones que ponderan la importancia de normativas de calidad, como la ISO 9001, y la ASTM para la evaluación de los tratamientos anticorrosivos como método de protección para la durabilidad de equipos en ambientes salinos. Finalmente se establecen conclusiones que determinan la importancia del mantenimiento con tratamientos anticorrosivos como método de protección para la durabilidad equipos de aire acondicionado en ambientes altamente corrosivos.

Palabras clave: anticorrosivos, mantenimiento, corrosión, durabilidad, procesos.

Abstract

This research focuses its study on the problem of corrosion affectation and the importance of maintenance with anticorrosive treatments for the durability of air conditioning equipment in saline environments, based on this, the analysis and study of a documentary bibliographic review on the processes of the corrosion of materials in corrosive environments and the importance of maintenance with the application of anticorrosive treatments, for the protection and durability of the equipment. The methodology and type of method used took into account the classification and analysis of 32 sources of information, considering scientific articles, books, and doctoral and postgraduate theses indexed with 65% current. As results, foundations were obtained that weigh the importance of quality standards, such as ISO 9001, and ASTM for the evaluation of anticorrosive treatments as a protection method for the durability of equipment in saline environments. Finally, there are results that determine the importance of maintenance with anticorrosive treatments as a protection method for the durability of air conditioning equipment in highly corrosive environments.

Keywords: Anticorrosive, Maintenance, Corrosion, Durability, Processes.

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 04 de octubre de 2021.

Fecha de aceptación: 22 de noviembre de 2021.

Fecha de publicación: 26 de noviembre de 2021.

1. Introducción

Desde la constitución de la ingeniería como ciencia a través del tiempo y los avances tecnológicos posteriormente han traído consigo la invención de muchos equipos y maquinas electromecánicas con estructuras metálicas que cumplen una determinada función, ante ello, surge como objetivo que estos equipos tengan un rendimiento óptimo capaz de satisfacer las necesidades para las que fueron diseñados. Sin embargo, para que se de este escenario los equipos necesitan de un mantenimiento adecuado que brinde las condiciones idóneas para un correcto funcionamiento y cumplimiento de su vida útil Yang (2020).

Es preciso entender dentro de un contexto general que existen un sinnúmero de afectaciones por las que un equipo tiende a presentar deterioro en su estructura y sistema de operación en el campo de trabajo, ya sea por falta de mantenimiento o por las condiciones de desgaste ambiental en las que opera el equipo.

La protección de los materiales metálicos frente a su degradación, por efecto de la corrosión, es uno de

los principales objetivos en el campo de ingeniería de materiales a nivel industrial Alcántara García (2020).

En la industria de climatización la oferta de equipos de aires acondicionados se ha convertido en los últimos años en una necesidad para los usuarios que demandan estos productos, a fin de adaptar espacios confortables que van desde el ámbito comercial, industrial hasta la comodidad y confort del hogar. Ante ello, muchos de estos equipos tienen como destino zonas costeras, las cuales están próximas a un ambiente crítico corrosivo por la humedad, altas temperaturas y el grado de salinidad que hay en el aire, lo cual da lugar a la afectación por corrosión en los equipos, lo que obliga a tener un mantenimiento y cuidado específico para mantener su operación y vida útil Duran Giraldo et al. (2016), Vargel (2020).

Si bien la corrosión es un fenómeno problemático que ha trascendido a lo largo del tiempo, en la actualidad se ha podido controlar con la aparición de técnicas y tratamientos anticorrosivos que protegen e inhiben en cierto grado el desgaste y deterioro progresivo de las piezas y estructuras del equipo, entre los que

destacan el uso de capas protectoras epóxicas Navarchian et al. (2014), polímeros Coan et al. (2015), inhibidores de corrosión Hu et al. (2015), pinturas, entre otros Almazan Corona (2017). Sin embargo, a pesar del gran esfuerzo investigador llevado a cabo, con el fin de reducir los efectos de la corrosión, hasta el momento no se ha conseguido encontrar ninguna alternativa definitiva, que, siendo respetuosa con el medioambiente, ofrezca prestaciones anticorrosivas equivalentes Zea Tomero (2019) .

En el Ecuador la industria de climatización mantiene una demanda importante de equipos de aires acondicionados especialmente en la región costa, la cual cuenta con una extensión territorial de 640 km. De estos, 350 km pertenecen a la provincia de Manabí lo que equivale 54,6%, teniendo como zona específica al Cantón Portoviejo parroquia Crucita. De ahí, la importancia de realizar estudios basados en la evaluación de tratamientos anticorrosivos en la durabilidad de equipos de aires acondicionados en dicha zona, a fin de proteger y reducir los niveles de deterioro por corrosión de los

equipos y su estructura Guerra-Mera et al. (2016).

En los últimos años las pérdidas económicas en la provincia se han convertido en una problemática real para quienes adquieren estos equipos, ya que necesitan un mantenimiento diferente ya sea preventivo o correctivo con metodología de protección anticorrosiva para mantener su vida útil RINCON ALONSO (2019).

La importancia del uso de tratamientos anticorrosivos se plantea como una solución ante la afectación corrosiva que se genera en las estructuras metálicas en la ingeniería. En los equipos de aire acondicionado es de mucha utilidad la aplicación de tratamientos anticorrosivos, ya que en su estructura se encuentran materiales metálicos como el cobre, aleaciones de aluminio, acero A36, latón, entre otros por citar los más comunes, los cuales son susceptibles a reacciones electroquímicas que generan oxidación y corrosión, que al estar en operación se mantienen en un ambiente húmedo con variaciones de temperatura por su sistema de refrigeración sumado a las

condiciones ambientales Revie (2008), Fateh et al. (2020).

Teniendo en cuenta de la problemática de esta investigación, se prioriza que el tipo de mantenimiento o técnica anticorrosiva aplicada en los equipos de aire acondicionado garanticen su protección y el cumplimiento de la vida útil siendo amigable con el medio ambiente Amancha Torres (2020).

2. Materiales y métodos

Para el estudio de esta investigación se realizó una revisión bibliográfica de 32 documentos de información verificada, en las que constan tesis de posgrado y doctorados de diversas instituciones de educación superior ecuatorianas y extranjeras, artículos científicos de revistas certificadas, libros de reconocidos autores y de reciente actividad, tal como se muestra en la tabla (1) a continuación.

Tabla 1. Fuentes de investigación

Fuentes de información	Número de documentos	Actualidad (%)
Tesis	15	70%
Libros	4	45%
Artículos	13	80%
Total	32	Media 65%

Fuente: Autores

La incidencia de la investigación bibliográfica documental de estudios realizados, describe contenidos específicos sobre el proceso de la corrosión en metales, la afectación en equipos de aires acondicionados, los métodos y técnicas de protección anticorrosivas que se fundamentan como el contexto esencial para un estudio analítico sólido sobre la temática, donde se presentan diversas perspectivas que ayudan a establecer criterios de discusión

sobre la realidad actual de la problemática y el impacto discernido de información dentro del campo de la ingeniería en la industria de climatización Zegarra and Andre (2019), .

La finalidad de cualquier tipo de ciencia es producir conocimientos y la selección del método idóneo que permita explicar la realidad Corbala (2008). Ante la ello, como metodología se empleó la observación y análisis deductivo de

la información bibliográfica, que en base a principios teóricos de estudios citados por autores eminentes de la ingeniería permitieron establecer conclusiones importantes a fin de justificar los objetivos, que buscan determinar la influencia de tratamientos anticorrosivos en la durabilidad de equipos de aires acondicionados en ambientes salinos, y así consolidar las fortalezas en cada una de las etapas de esta investigación García Saboya and Muñoz Camones (2019), Herrera-Galán and Duany-Alfonzo (2016).

3. Resultados y discusión

A consideración de autores como Zea Tomero (2019), Bedoya et al. (2007), el conocimiento del tipo de corrosión que afecta a los metales es de vital importancia ante el estudio o procedimiento que se desea utilizar en un equipo de aire acondicionado donde existen varios materiales metálicos como cobre, aluminio, hierro, aceros, y que por su composición tienden a reaccionar con mayor o menor agresividad ante la corrosión, incluso cabe aclarar que algunos componentes pueden

presentar más de una tipología de corrosión.

Por su parte Bedoya et al. (2007), en los resultados de su estudio Corrosión del acero al carbono, acero galvanizado y aluminio en diferentes atmósferas colombianas, obtuvo que la corrosión actúa de forma más agresiva bajo condiciones de ambiente marino y en sectores industriales por el alto factor abrasivo y húmedo al que se exponen sus materiales.

Mientras que, desde el punto de vista de Echeverría-Lage et al. (2015), Blas Vereau and Bobadilla Cruz (2018), (Duran Giraldo et al., 2016), en sus investigaciones concluyen que los problemas de diseño en equipos encuentran solución con modificaciones y aplicación de otros productos denominados anticorrosivos, que en conjunto protegen la superficie metálica de los diferentes elementos que pueden ser afectados por la corrosión en ambientes de alto riesgo crítico.

Por su parte, Cuesta Díaz (2017) Blas Vereau and Bobadilla Cruz (2018) mencionan que la utilidad de tratamientos anticorrosivos como las pinturas epóxicas en ambientes

salinos sostienen un alto nivel de eficacia ante la aplicación en superficies metálicas incidiendo en la durabilidad de equipos significativamente de buena forma, sin embargo, este tipo de protección por el espesor de la capa quizás no sea la mejor opción dentro de un equipo que interactúa su operación con transferencia de calor.

Ante ello, Vargas et al. (2021) (Negrón López, 2018), en su investigación concluye que la protección por recubrimientos constituye el método más empleado de combate anticorrosivo, dado por su efectividad, economía, universalidad y facilidad de aplicación. Sin embargo, la utilización de estos recubrimientos a nivel industrial conlleva un elevado consumo de energía y productos químicos, así como un marcado impacto ambiental.

De este modo Guilcaso et al. (2021), en sus resultados de su investigación Influence of the Zinc Chromate coating on the corrosion of ASTM A-500 and galvanized A-500 steel exposed into a salt fog corrosion chamber, expone que el tratamiento más común utilizado como anticorrosivo es el

galvanizado, ya que el Zn provee una protección catódica al metal evitando daños producidos por el óxido, además, es un elemento de bajo costo. Mediante un recubrimiento galvanizado electroquímicamente, un metal mejora su resistencia a la corrosión e incluso sus propiedades mecánicas al modificar ligeramente su composición. El Zn presenta propiedades reciclables y no tóxicas, es por esto por lo que se utilizan más de cinco millones de toneladas por año en aplicaciones anticorrosivas, generando un ahorro de alrededor de USD 2200 millones por reparaciones o reemplazos de elementos oxidados.

Los sistemas de refrigeración por absorción bajan su rendimiento considerablemente cuando el suministro de energía disminuye, ya que no tiene una fuente de energía constante como la eléctrica y como consecuencia disminuye la temperatura de su fuente. Este tipo de afectación se produce al tener problemas en el sistema por deterioro de sus componentes por corrosión De la Cruz Pérez (2019), Herradda Villanueva (2020).

Desde las perspectivas de autores como MEJÍA (2015), Vargas et al. (2021), Lopez Chiotti (2018), Guerra-Mera et al. (2016), en sus investigaciones concluyen en sus resultados que la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma ISO 9001:2008: Sistema de Gestión de la Calidad es de vital importancia, ya que permite el desarrollo de los procesos en cada una de sus etapas garantizando su efectividad.

El mantenimiento o protección de equipos de aires acondicionados en ambientes salinos conlleva un

conjunto de procedimientos que van desde la observación hasta la aplicación y evaluación de estos. Hernández (2013) en los resultados de su investigación establece que el ciclo de mantenimiento de los equipos que se encuentran en funcionamiento debe tener en cuenta si se inicia el mismo por una revisión o por una reparación luego de habersele practicado una reparación general. Para este caso se debe comenzar por efectuarse una revisión, debido a que la máquina posee un valor de estado técnico de 96% comprendido en el rango de 100 - 90% tabla (2).

Tabla 2. Actividad inicial de ciclo de mantenimiento

Estado técnico de los equipos	Se comienza el ciclo por:
100 – 90%	Revisión
90 – 75%	Reparación pequeña
75 – 50%	Reparación media
50 – 30%	Reparación general

Dadas las condiciones atmosféricas López Pasapera (2020), presenta en los resultados de su investigación la clasificación de la categoría corrosiva en función de la norma ISO 9223 dado el nivel de temperatura atmosférica y la humedad al que están expuestos los equipos y sus

estructuras tabla (3), donde la categoría de su investigación presenta una categoría C4, estableciendo un alto porcentaje corrosivo con una temperatura de 23.7 °C, en la zona de estudio.

Tabla 3. Corrosividad según la norma ISO 9223

CATEGORIA	CORROSIVIDAD
C1	MUY BAJA
C2	BAJA
C3	MEDIA
C4	ALTA
C5	MUY ALTA

En función del análisis realizado con relación al criterio de otros autores con estudios en la protección anticorrosiva, sostienen la importancia de la gestión del mantenimiento normado en la calidad con las ISO 9001 y los métodos de aplicación, el tipo anticorrosivo y su evaluación con normas ASTM Torres Garay (2021), a fin de conseguir la mayor efectividad del tratamiento en la superficie de sus componentes al estando en exposición constante con el medio salino, manteniendo de esta forma la durabilidad de los equipos de aire acondicionado en zonas críticas de desgaste.

4. Conclusiones

Una vez realizada la revisión y el estudio analítico bibliográfico de la presente investigación se puede concluir, que la importancia que tiene

la aplicación de tratamientos anticorrosivos para la durabilidad de equipos de aires acondicionados como metodología del mantenimiento garantiza un óptimo funcionamiento y la protección de sus componentes operativos bajo condiciones críticas corrosivas en ambientes salinos.

Es así, que en función de los resultados y discusión se determina que la aplicación de tratamientos anticorrosivos actúa como una alternativa fundamental para la protección de los equipos de aire acondicionado ante la afectación de la corrosión en ambientes salinos o de desgaste crítico.

Por ende, la importancia de conocer el grado de afectación en las áreas afectadas del equipo de aire acondicionado es un punto esencial ante el tipo de tratamiento anticorrosivo y el mantenimiento se

desea utilizar a fin de lograr una mejor eficiencia operacional y el cumplimiento de su vida útil.

Finalmente, se considera que el tratamiento anticorrosivo utilizado debe tener las especificaciones técnicas según las normas ASTM, las cuales garantizan la calidad del anticorrosivo adecuado para el equipo de climatización, sin disminuir la capacidad operativa, ni alterar su diseño de fabricación.

Bibliografía

- Alcántara García, A. (2020). Nuevos recubrimientos híbridos SOL-GEL libres de cromatos con altas prestaciones anticorrosivas.
- Almazan Corona, L. E. (2017). EVALUACIÓN DE LA INHIBICIÓN DE CORROSIÓN EN ACEROS INDUSTRIALES CON MOLÉCULAS ORGÁNICAS DE NOPAL.
- Amancha Torres, H. F. (2020). Análisis de recubrimientos anticorrosivos aplicados a los aceros Q235B y su incidencia en la tasa de corrosión, en el sistema de agua potable de la ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica ...].
- Bedoya, E. C., Vega, C. B., Restrepo, A. H., Delgado, J., Castaño, J. G., & Echeverría, F. (2007). Corrosión del acero al carbono, acero galvanizado y aluminio en diferentes atmósferas colombianas. *Scientia et Technica*, 1(36).
- Blas Vereau, J. P., & Bobadilla Cruz, W. (2018). Efecto Del Tipo y Espesor De Sistemas De Pinturas Anticorrosivas Sobre Su Durabilidad Cuando Están Aplicados En Acero Astm A-36 Y Evaluados En Ambiente Salino Controlado.
- Coan, T., Barroso, G., Machado, R., De Souza, F., Spinelli, A., & Motz, G. (2015). A novel organic-inorganic PMMA/polysilazane hybrid polymer for corrosion protection. *Progress in Organic Coatings*, 89, 220-230.
- Corbala, A. (2008). Introducción a la Metodología de la Investigación.
- Cuesta Díaz, M. Á. (2017). Tratamientos anticorrosivos a base de pinturas especializadas para sistemas metálicos aplicados a una sala de máquinas de un buque.
- De la Cruz Pérez, A. (2019). El valor de la gestión de corrosión en la gestión de activos Un diagnóstico para el desarrollo competitivo de la Industria de

- Control de Corrosión. *Ciencia & Desarrollo*(24), 85-91.
- Duran Giraldo, A. E., Arias Pérez, D. E., & León Ramírez, L. E. (2016). Propuesta de plan de mantenimiento en sistemas de aire acondicionado: caso sector automotriz.
- Echeverría-Lage, C. A., González-Betancourt, A., Méndez González, O., & Vazquez Molina, Y. (2015). Influencia del diseño anticorrosivo en la protección anticorrosiva del área de combustibles de una Central Eléctrica Diesel MTU SERIE 4000. *Tecnología Química*, 35(2), 193-207.
- Fateh, A., Aliofkhazraei, M., & Rezvanian, A. (2020). Review of corrosive environments for copper and its corrosion inhibitors. *Arabian Journal of Chemistry*, 13(1), 481-544.
- García Saboya, S. G., & Muñoz Camones, A. J. (2019). Análisis de metodologías del mantenimiento preventivo en el sector industrial.
- Guerra-Mera, J. C., Castañeda-Valdés, A., & Howland-Albear, J. J. (2016). Estudio preliminar de la agresividad corrosiva de la atmósfera en el puente de los Caras, Manabí, Ecuador. *Revista CENIC Ciencias Químicas*, 47, 17-29.
- Guilcaso, C., Ramírez, L., Coque, A., Vaca, X., Molina, D., & Simbaña, I. (2021). Influence of the Zinc Chromate coating on the corrosion of ASTM A-500 and galvanized A-500 steel exposed into a salt fog corrosion chamber. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*(26), 63-70.
- Hernández, R. A. R. (2013). Propuesta de un sistema de un sistema de un sistema de mantenimiento anti protección anticorrosiva, conservación corrosiva y conservación, para las áreas de combustible, centrifugado de combustible y centrifugado del diésel de la central eléctrica de Varadero. [Universidad de Matanzas].
- Herrada Villanueva, J. (2020). Niveles de protección anticorrosiva en atmósfera marina proporcionada por recubrimientos de bajo impacto ambiental.
- Herrera-Galán, M., & Duany-Alfonzo, Y. (2016). Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. *Ingeniería industrial*, 37(1), 2-13.
- Hu, Q., Qiu, Y., Zhang, G., & Guo, X. (2015). Capsella bursa-pastoris extract as an eco-friendly inhibitor on the corrosion of Q235 carbon steels in 1 mol·L⁻¹ hydrochloric acid. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 23(8), 1408-1415.

- Lopez Chiotti, R. E. (2018). Aplicación de un Plan de Mantenimiento Preventivo para mejorar la productividad de la maquinaria pesada portuaria en la empresa APM Terminal, Callao 2017.
- López Pasapera, S. I. E. (2020). Propuesta de un sistema de protección con pintura para evitar la corrosión de estructuras metálicas en la ciudad de Piura-2020.
- MEJÍA, W. L. S. (2015). Elaboración de un manual de procedimientos operativos para una empresa comercializadora de equipos de aire acondicionado, para la implementación de un sistema de gestión de la calidad según la norma ISO 9001: 2008: Sistema de Gestión de la calidad-Requisitos.
- Navarchian, A. H., Joulazadeh, M., & Karimi, F. (2014). Investigation of corrosion protection performance of epoxy coatings modified by polyaniline/clay nanocomposites on steel surfaces. *Progress in Organic Coatings*, 77(2), 347-353.
- Negrón López, J. C. (2018). Evaluación de la influencia de los ambientes marinos en las propiedades mecánicas de los aceros de construcción ASTM A615 y aluminio al 99% de pureza.
- Revie, R. W. (2008). *Corrosion and corrosion control: an introduction to corrosion science and engineering*. John Wiley & Sons.
- RINCON ALONSO, L. M. (2019). DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO GENERAL PARA EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN Y AIRES ACONDICIONADOS CON LA EMPRESA KRYOTEC SERVICIOS SAS EN BUCARAMANGA-SANTANDER
- Torres Garay, O. M. (2021). Diseño de un sistema de gestión ambiental, de seguridad y salud en el trabajo para una empresa metalmeccánica.
- Vargas, H. E. S., De la Cruz, M. d. L., García, M. F. N., & Picón, F. C. (2021). Evaluación del uso de inhibidores de corrosión en el decapado ácido de una planta galvánica. *TAYACAJA*, 4(1), 62-72.
- Vargel, C. (2020). *Corrosion of aluminium*. Elsevier.
- Yang, L. (2020). *Techniques for corrosion monitoring*. Woodhead Publishing.
- Zea Tomero, C. (2019). Recubrimientos anticorrosivos inteligentes y medioambientales aceptables basados en nanopartículas de sílice [TESIS DOCTORAL, UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE

MADRID]. MADRID,ESPAÑA.

Zegarra, P., & Andre, F. (2019).
Mejora del procedimiento del
mantenimiento global en
compresores.