



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

Implementación de sistema de protección contra la expansión térmica en el galpón de electromecánica (ETAPA 2)

Autores:

Priscila Pierina Pita Pinargote
Emely Maiza Pita Pita

Tutor(a)

Ing. Antony Horacio Falcones Minaya, Mg

Unidad Académica:

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

Carrera:

Electromecánica.

Chone, agosto de 2025.

CERTIFICACION DEL TUTOR

Ing. Antony Horacio Falcones Minaya, Mg; docente de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, en calidad de Tutor.

CERTIFICO:

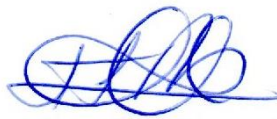
Que el presente proyecto integrador con el título: "Implementación de sistema de protección contra la expansión térmica en el galpón de electromecánica (ETAPA 2)" ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, está listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opciones y conceptos vertidos en este documento son fruto de la perseverancia y originalidad de su(s) autor(es):

Pita Pinargote Priscila Pierina, Pita Pita Emely Maiza

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, agosto de 2025.



Ing. Antony Horacio Falcones Minaya, Mg

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien(es) suscribe(n) la presente:

Pita Pinargote Priscila Pierina, Pita Pita Emely Maiza

Estudiante(s) de la Carrera de **Electromecánica**, declaro(amos) bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: "Implementación de sistema de protección contra la expansión térmica en el galpón de electromecánica (ETAPA 2)", previa a la obtención del Título de Tecnólogo Superior en 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.

Chone, agosto de 2025


Pita Pinargote Priscila Pierina


Pita Pita Emely Maiza



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: "Implementación de sistema de protección contra la expansión térmica en el galpón de electromecánica (ETAPA 2)" de su(s) autor(es): Pita Pinargote Priscila Pierina, Pita Pita Emely Maiza de la Carrera "**Electromecánica**", y como Tutor(a) del Trabajo el/la Ing. Antony Horacio Falcones Minaya, Mg

Chone, agosto de 2025

Ing. Andrés Gozoso Andrade García, Mg
DIRECTOR

Ing. Antony Horacio Falcones Minaya, Mg
TUTOR

Ing. Stalyn Hitler Corral Vera
PRIMER MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Bruno Rafael Carvajal Zambrano
SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL

Lic. Fátima Saldarriaga Santana, Mg.
SECRETARIA

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida y a mi familia por su amor incondicional, su comprensión y el apoyo constante para mi han sido el pilar muy importante ya que sobre el estoy construyendo mis sueños y metas. Sin su confianza en mis capacidades, esta tesis no habría sido posible.

Cada consejo, palabra de ánimo y gesto de apoyo han sido una fuente de motivación para seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles.

Mi gratitud también se extiende a mis preceptores y docentes que han compartido espléndidamente su conocimiento y experiencia, y me han brindado la orientación necesaria para desarrollar mis habilidades. Su sabiduría y consejos han sido invaluable para mi crecimiento profesional, y su influencia positiva ha dejado una huella duradera en mi enfoque y visión.

Agradezco a mis colegas y amigos que conocí en este trayecto, el cual fue importante tanto en el intercambio de ideas, experiencias y perspectivas ya que enriquecieron mis conocimientos y su rol en las diferentes áreas en las que podemos intervenir. Sin ellos este camino no habría sido tan enriquecedor ni significativo.

Emely Pita

Agradezco a Dios, quien me ha brindado fuerza, sabiduría y resistencia en cada paso de este largo camino académico.

A mi familia, por todo su apoyo y amor incondicional, a ti mama por tu legado de perseverancia y sacrificio continuo inspirándome cada día. Este logro mas que mío es tuyo.

Toda mi gratitud a los asesores de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, quienes me guiaron siempre en este camino, sus enseñanzas han sido fundamentales en este crecimiento académico y profesional.

Priscila Pita

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi madre, a mi hermano y a mi hermana, por su constante aliento, por no perder las esperanzas en mí y por guiarme con su amor y sus enseñanzas de esfuerzo y perseverancia, a mi padre que desde el cielo me guía, mis amigos ya que ellos son quienes me han brindado su apoyo incondicional.

Gracias por estar en mi vida porque cada paso que doy en este camino pienso en ustedes y me dan la fuerza para seguir.

También dedico esta tesis a todas las personas que han formado parte de mi trayectoria profesional y académica. Los momentos compartidos con mis mentores, compañeros y amigos han sido fundamentales para el desarrollo de mi perfil profesional. Su colaboración y amistad han enriquecido mi experiencia y han fortalecido mi determinación de seguir adelante.

Emely Pita

Este proyecto está dedicado a mi familia por su constante apoyo en todo este proceso, en especial a mi madre quien me ha dado la fuerza y la motivación necesaria para seguir adelante.

A Dios, por darme la fuerza necesaria para poder alcanzar con éxito esta formación académica.

Priscila Pita

RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo identificar y proponer soluciones para reducir los efectos de la expansión térmica en estructuras metálicas, centrándose en el galpón de la carrera de Electromecánica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, en el campus de Tosagua. El propósito principal fue analizar las áreas más expuestas a la radiación solar, elegir dispositivos de protección térmica que sean viables en el mercado local y calcular el costo de su implementación. La metodología utilizada fue técnica, basada en la revisión de documentos, análisis climático y consultas directas con proveedores.

Se identificaron cinco puntos críticos de exposición térmica, incluyendo la cubierta y las uniones superiores, donde se sugiere instalar juntas de dilatación tipo fuelle, placas deslizantes y pintura reflectiva. La selección se realizó considerando criterios de durabilidad, facilidad de instalación y compatibilidad estructural. Finalmente, se llevó a cabo una estimación económica referencial que asciende a USD 550, lo que demuestra que la propuesta es técnicamente viable y accesible. Este estudio representa un aporte preventivo que busca mejorar la eficiencia y durabilidad de las edificaciones metálicas en climas cálidos.

PALABRAS CLAVE

Expansión térmica, estructuras metálicas, juntas de dilatación, galpón educativo, radiación solar

ABSTRACT

This project aims to identify and propose solutions to reduce the effects of thermal expansion in metal structures, focusing on the workshop building of the Electromechanics program at Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, located on the Tosagua campus. The main goal was to analyze the areas most exposed to solar radiation, select suitable thermal protection devices available in the local market, and calculate the estimated implementation cost. The applied methodology was technical in nature, based on document review, climate analysis, and direct supplier consultations.

Five critical exposure points were identified, including the metal roof and upper joints, where the use of expansion joints, sliding plates, and reflective paint is recommended. The selection was based on criteria such as durability, ease of installation, and structural compatibility. An estimated cost of USD 550 was calculated, confirming the technical and financial feasibility of the proposal. This study represents a preventive contribution that seeks to enhance the efficiency and durability of metal structures in warm climate regions.

KEYWORDS

Thermal expansion, metal structures, expansion joints, educational workshop, solar radiation

ÍNDICE

CERTIFICACION DEL TUTOR.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA.....	V
RESUMEN	VI
PALABRAS CLAVE	VI
ABSTRACT	VII
KEYWORDS	VII
ÍNDICE	VIII
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS	IX
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA.....	3
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.4. METODOLOGÍA	5
1.4.1. Procedimiento	5
1.4.2. Técnicas.....	6
1.4.3. Métodos	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. DEFINICIONES	8
2.2. ANTECEDENTES.....	9
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS	10
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA	12
3.1. OBJETIVO 1	12
3.2 OBJETIVO 2	14
3.3 OBJETIVO 3	18

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	20
4.1. CONCLUSIONES	20
4.2. RECOMENDACIONES.....	20
BIBLIOGRAFÍA	21
ANEXOS	24

INDICE DE ILUSTRACIONES

Imagen 1. Inspección de la construcción del galpón.....	14
Imagen 2 Junta de dilatación térmica	16
Imagen 3 Junta de expansión metálica	17
Imagen 4 Acople flexible de compresión	17
Imagen 5 Juntas.....	17
Imagen 6 Cotización de productos	19

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Puntos Críticos Expuestos a Radiación Solar en el Galpón (Callister & Rethwisch, 2020)	13
Tabla 2 Selección de Juntas de Dilatación y Elementos Flexibles para Estructuras Metálicas (Construex Ecuador, 2024) (Ferremundo, 2024).....	16
Tabla 3 Estimación de Costos de Materiales para Protección Térmica.....	18

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Las estructuras metálicas que se utilizan en galpones, talleres y laboratorios industriales enfrentan cambios de temperatura que provocan la dilatación y contracción de los materiales. Aunque este fenómeno es natural, puede dar lugar a deformaciones, tensiones internas, fatiga en los elementos estructurales y fallos en las uniones si no se manejan adecuadamente. En regiones cálidas como la costa ecuatoriana, donde las temperaturas superan los 30 °C durante las horas pico, estas variaciones se vuelven aún más pronunciadas. Como señala (Brotóns, 2010) “la expansión térmica no tratada en estructuras metálicas genera un riesgo acumulativo que compromete su durabilidad y estabilidad”.

En este contexto, es crucial implementar soluciones técnicas que ayuden a manejar esos desplazamientos. Algunas de las más efectivas incluyen juntas de expansión, anclajes flexibles, placas deslizantes y sistemas de ventilación pasiva. Estas medidas permiten que los elementos metálicos se expandan y se contraigan sin causar esfuerzos dañinos. Según (Canela et al., 2014), “el uso de dispositivos de dilatación térmica en estructuras industriales previene daños en la infraestructura y mejora el rendimiento funcional del sistema estructural”. Este enfoque preventivo debe ser parte integral desde la fase de planificación y construcción.

Diversas instituciones en toda América Latina han estado trabajando en proyectos relacionados. En Colombia, la Universidad del Valle ha implementado juntas estructurales en sus laboratorios de metalmecánica para reducir los efectos del calor en sus instalaciones técnicas (Villega, 2019) . Por su parte, en Perú, el Instituto Senati ha adaptado su infraestructura educativa con cubiertas ventiladas y placas de dilatación. A nivel nacional, el Instituto Tecnológico Superior Central Técnico de Quito ha diseñado un sistema de anclajes deslizantes para prevenir desplazamientos no deseados en sus talleres. Estas experiencias demuestran que el control térmico es una necesidad real en los espacios de formación técnica y debe ser parte de la práctica profesional.

La relevancia de abordar esta problemática en el galpón en construcción de la carrera de Electromecánica se centra en la posibilidad de anticipar daños estructurales antes de que sucedan. Al incorporar un sistema de protección contra la dilatación térmica durante la fase de construcción, se asegura la integridad del edificio, se minimiza el riesgo de un mantenimiento prematuro y se optimiza el uso de los recursos de la institución. Esta planificación preventiva es un reflejo de una gestión responsable de la infraestructura universitaria, en línea con los principios de durabilidad, eficiencia y sostenibilidad.

Desde un enfoque académico, este proyecto se presenta como una gran oportunidad para los estudiantes de Electromecánica. Les permite poner en práctica lo que han aprendido sobre diseño mecánico, análisis térmico, interpretación de planos estructurales y planificación de obras. Al integrar soluciones reales a problemas técnicos específicos, se fortalece el perfil profesional del tecnólogo, conectando de manera efectiva la teoría con la práctica. Además, ayuda a desarrollar habilidades importantes como la resolución de problemas, el trabajo en equipo interdisciplinario y la toma de decisiones fundamentadas en criterios técnicos.

1.1. PROBLEMA

Cuando se trata de construir infraestructuras metálicas en climas cálidos, como en la costa de Ecuador, a menudo se pasan por alto los efectos de la expansión térmica en los elementos estructurales. Esta falta de atención puede acarrear problemas serios, como deformaciones, fisuras en las juntas, desalineación de componentes y debilitamiento de las conexiones. En el caso del nuevo galpón de Electromecánica que se está levantando en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, todavía no se han implementado mecanismos para contrarrestar los efectos del calor en las estructuras metálicas expuestas, lo que representa una vulnerabilidad estructural que ya se puede anticipar.

La falta de previsión en el uso de dispositivos de protección térmica puede llevar a costosas reparaciones, acortar la vida útil del galpón y poner en riesgo la seguridad de los usuarios. Como menciona (Keyence, 2025), “la falta de juntas de expansión o sistemas equivalentes en estructuras metálicas provoca la acumulación de tensiones internas que, con el tiempo, causan fatiga en los materiales”. Esta situación requiere una intervención técnica bien planificada, que permita implementar una solución efectiva y sostenible antes de que se complete la obra.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de este proyecto integrador brinda a los estudiantes de la carrera de Electromecánica una excelente oportunidad para conectar los conceptos teóricos del plan de estudios con un desafío técnico real que enfrentan en el entorno universitario. La necesidad de implementar un sistema de protección contra la expansión térmica en el galpón en construcción permite poner en práctica los conocimientos adquiridos en materias como transferencia de calor, resistencia de materiales, dibujo técnico y gestión de proyectos. Este tipo de experiencias no solo refuerzan un aprendizaje significativo, sino que también ayudan a desarrollar competencias profesionales que son muy valiosas en el mundo laboral.

Además, llevar a cabo este proyecto ayuda a formar estudiantes críticos que pueden analizar situaciones técnicas complejas, investigar soluciones viables y tomar decisiones informadas basadas en evidencia. Según (Dolors & Cónsul, 2022), “cuando el estudiante se enfrenta a una problemática real dentro de su entorno formativo, se genera un proceso activo de construcción del conocimiento que impacta positivamente en su desempeño académico y futuro profesional”. En este contexto, los participantes del proyecto se convierten en agentes de cambio dentro de su propia institución.

Desde un enfoque técnico, este proyecto aborda una necesidad estructural específica que se puede resolver con soluciones prácticas y sostenibles. La instalación de dispositivos como juntas de dilatación, anclajes móviles o sistemas de absorción térmica ayuda a mejorar el comportamiento mecánico de la estructura metálica, previniendo fallas por deformación acumulada y asegurando una mayor durabilidad del galpón. Estas medidas se fundamentan en principios de ingeniería estructural y térmica, y su implementación práctica es un ejercicio técnico que se alinea perfectamente con el perfil profesional del tecnólogo en Electromecánica.

El proyecto se alinea con la línea de investigación de la institución: “Ingeniería, industria, construcción, urbanismo y arquitectura para un desarrollo sustentable y sostenible”. Propone una intervención enfocada en la eficiencia estructural, la prevención de riesgos y el uso racional de recursos durante la fase de construcción. Al diseñar soluciones térmicas de manera anticipada, se busca extender la vida útil de la infraestructura educativa, reducir el impacto ambiental causado por mantenimientos imprevistos y fomentar una construcción técnica responsable desde una perspectiva académica. Además, el proyecto ofrece conocimientos y experiencias que pueden ser replicados a nivel institucional en futuras obras universitarias.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Proponer un sistema de protección contra la expansión térmica que pueda ser implementado durante la construcción del galpón de Electromecánica.

1.3.2. Objetivos específicos

Identificar los puntos críticos de la estructura metálica del galpón que están más expuestos a la radiación solar directa.

Consultar y seleccionar juntas de dilatación o elementos flexibles disponibles en el mercado local, adecuados para estructuras metálicas.

Estimar el costo aproximado de materiales e instalación de los elementos seleccionados, utilizando catálogos de precios y consultas a proveedores.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Procedimiento

El proyecto comenzó con una visita técnica al sitio donde se construirá el galpón. Durante esta visita, se identificaron las áreas de la estructura metálica que reciben más luz solar. Después, se llevó a cabo un levantamiento básico de datos sobre el diseño del galpón, centrándose en la orientación de la estructura, los materiales que se utilizarán y las dimensiones principales de los perfiles metálicos.

Una vez que se identificó el problema, se consultaron catálogos técnicos y proveedores locales para encontrar soluciones constructivas adecuadas, como juntas de dilatación y anclajes flexibles. Se organizó esta información para poder comparar precios, disponibilidad y la facilidad de instalación. Luego, se creó una tabla con cantidades de referencia y un presupuesto estimado basado en precios reales del mercado. Finalmente, se propuso un esquema técnico sencillo para la implementación, que incluye la ubicación sugerida de los elementos

seleccionados y los tiempos estimados para su instalación, teniendo en cuenta su integración en el avance de la obra.

1.4.2. Técnicas

La primera técnica que se utilizó fue la observación técnica en el lugar de la obra, llevada a cabo a través de visitas programadas al sitio donde se está construyendo el galpón de Electromecánica. Esta técnica consistió en hacer una inspección visual de la estructura metálica expuesta, identificar los puntos donde se concentra el sol y tomar fotografías de posibles áreas críticas de expansión. Gracias a esta observación, se pudieron establecer criterios prácticos para elegir los elementos compensadores de dilatación. (Hernández Sampieri & Fernandez-Collado, 2014) sugieren esta técnica en proyectos aplicados, ya que permite recopilar información contextual sin necesidad de intervenir directamente en el objeto de estudio.

La segunda técnica empleada fue la revisión técnica de catálogos y fichas comerciales, con el objetivo de seleccionar productos constructivos que sean adecuados para absorber o controlar la expansión térmica. Se consultaron portales técnicos de empresas especializadas en elementos de fijación estructural y juntas de expansión, como Sika Ecuador, Hilti y Simpson Strong-Tie. Esta revisión facilitó la comparación de características como el rango de trabajo térmico, el tipo de aplicación, la resistencia mecánica y la facilidad de instalación. La información obtenida fue fundamental para definir los componentes más apropiados según su disponibilidad, compatibilidad y las condiciones de la obra.

Además, se realizó una consulta directa a proveedores locales, a través de contacto telefónico, visitas presenciales y páginas web de ferreterías técnicas. Esta técnica permitió obtener datos actualizados sobre precios, tiempos de entrega y presentación de productos.

1.4.3. Métodos

El primer método que se utilizó fue el técnico-operativo, que ayudó a organizar las actividades en un orden lógico: diagnóstico del problema, búsqueda de soluciones, análisis técnico y propuesta de implementación. Este enfoque por etapas facilitó la coordinación de tareas entre el equipo de estudiantes, permitiendo llevar a cabo acciones concretas en el entorno real de la obra. Según (Sablón-Cossío et al., 2020), este método es clave en proyectos de intervención técnica, ya que ayuda a definir tiempos, responsables y recursos necesarios.

Además, se aplicó el método descriptivo técnico, que fue crucial para registrar con precisión las características de la estructura, las condiciones térmicas observadas y las propiedades de los dispositivos seleccionados. Esta documentación se realizó a través de fichas técnicas, esquemas ilustrativos y hojas de especificaciones, asegurando una trazabilidad completa de las decisiones tomadas a lo largo del proyecto.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES

Las estructuras metálicas están hechas de materiales que tienen una alta conductividad térmica, como el acero, lo que las hace muy sensibles a la acumulación de calor y a los cambios en la temperatura del ambiente. Este fenómeno provoca la expansión lineal de los elementos, algo que puede ser poco relevante en piezas pequeñas, pero se vuelve crucial en componentes estructurales más largos, como vigas, correas o columnas. En climas tropicales, como el de la costa ecuatoriana, las variaciones de temperatura diarias pueden llegar a ser de entre 8 y 12 °C, lo que genera elongaciones acumuladas que impactan directamente en la estabilidad de las uniones metálicas y los puntos de apoyo.

Además de cómo se alarga, el comportamiento térmico del metal también afecta su rigidez y resistencia mecánica. Cuando la temperatura sube, el módulo de elasticidad del acero tiende a bajar, lo que disminuye su capacidad para soportar cargas bajo pequeñas deformaciones. Según (Jin et al., 2020) las estructuras que no tienen mecanismos de compensación pueden sufrir fatiga prematura debido a esfuerzos térmicos repetidos. Esto es especialmente importante en construcciones donde no se ha tenido en cuenta la dilatación en el diseño original, como en techos metálicos continuos o galpones industriales, que están constantemente expuestos a la radiación solar y no cuentan con sombra o aislamiento térmico pasivo.

Los sistemas de compensación térmica se diseñan para absorber o facilitar el movimiento que ocurre por la expansión y contracción de los materiales cuando la temperatura cambia. Entre los más comunes, encontramos las juntas de dilatación, las placas deslizantes y los recubrimientos térmicos. Cada uno tiene su propia función: las juntas permiten flexibilidad en las uniones, las placas de PTFE ayudan a reducir la fricción entre superficies móviles, y las pinturas reflectivas ayudan a controlar el aumento de temperatura en las áreas expuestas. Aunque estos elementos no alteran la estructura en sí, sí mejoran su capacidad

de respuesta ante las condiciones ambientales, evitando que se acumulen tensiones internas que podrían causar fallas.

Desde la perspectiva de la ingeniería de materiales, estos sistemas se fundamentan en principios físicos como la expansión lineal uniforme y la transferencia de calor. (Callister & Rethwisch, 2019) nos explican que la dilatación térmica se puede calcular usando la ecuación $\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T$, donde el alargamiento es proporcional al coeficiente de expansión, la longitud inicial y el cambio de temperatura. Esta relación nos permite prever cuánto puede expandirse un perfil metálico bajo condiciones térmicas específicas, lo que a su vez nos ayuda a diseñar dispositivos que puedan absorber ese movimiento. Integrar estos principios en la fase de diseño es crucial para asegurar que la estructura sea segura, flexible y resistente a un ambiente tropical.

2.2. ANTECEDENTES

La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (*ULEAM*, 2022), a través de su Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, está comprometida con el desarrollo de infraestructura física que mejore los procesos de enseñanza-aprendizaje en sus diversas carreras. En particular, para la carrera de Electromecánica en el campus de Tosagua, se ha planeado la construcción de un galpón técnico que funcionará como un espacio práctico para llevar a cabo actividades relacionadas con sistemas mecánicos, eléctricos e instalaciones industriales. Este nuevo espacio está diseñado para satisfacer las necesidades curriculares de los módulos formativos que abordan procesos térmicos, sistemas electromecánicos y mantenimiento industrial, y se propone como un entorno controlado para las prácticas académicas de formación dual.

En el momento de este análisis, el galpón estaba en la fase de planificación constructiva, lo que nos permitió anticipar algunas necesidades técnicas antes de que se llevara a cabo la edificación final. Hasta ahora, no se había realizado ninguna evaluación técnica específica sobre el comportamiento térmico de la estructura metálica, ni se había pensado en la inclusión de dispositivos o

sistemas para proteger contra la expansión térmica. Las especificaciones iniciales solo abarcaban aspectos estructurales básicos y funcionales del espacio, sin tener en cuenta las variables climáticas del entorno o cómo se comporta el acero a altas temperaturas. Por eso, este proyecto representa un primer paso técnico hacia el análisis térmico del futuro galpón, estableciendo las bases para una planificación constructiva más integral, sostenible y duradera.

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

Estudios internacionales, especialmente en Asia y Europa, han demostrado que las juntas de dilatación tipo fuelle son muy efectivas para absorber los movimientos térmicos en estructuras metálicas e industriales que enfrentan cambios de temperatura significativos. Un análisis de elementos finitos realizado por (Omenai, 2024) mostró que estas juntas corrugadas pueden manejar deformaciones axiales, laterales e incluso angulares, sin poner en riesgo la integridad estructural, lo que valida su uso en entornos con condiciones térmicas agresivas.

En América Latina, los proyectos de plantas de agua en Colombia han demostrado que las placas de deslizamiento recubiertas de PTFE son muy efectivas para reducir la fricción y las cargas que se transfieren a las cimentaciones durante los ciclos térmicos. Según (Almufti, 2024) estas placas facilitan movimientos suaves entre el acero estructural, lo que ayuda a minimizar la transmisión de esfuerzos y a extender la vida útil del soporte.

Dentro de Ecuador, un estudio que se publicó en la revista Ciencia de la ESPE en 2018 se centró en cómo implementar juntas de dilatación en edificaciones civiles. El artículo resalta que, sin las juntas adecuadas, los cambios de temperatura pueden causar tensiones dañinas y potenciales grietas, por lo que se recomienda el uso de dispositivos de expansión en estructuras de acero. (Chalco & Proaño, 2015)

En la provincia de Manabí, especialmente en cantones como Manta y Portoviejo, hasta ahora no se han registrado proyectos similares que exploren el uso de dispositivos de compensación térmica en construcciones metálicas. La falta de antecedentes locales subraya la originalidad de este trabajo, que se presenta como una iniciativa técnica pionera en el contexto regional.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Este capítulo se adentra en los detalles de los elementos que forman el desarrollo técnico de la propuesta, enfocándose en la evaluación y solución del comportamiento térmico en estructuras metálicas expuestas, como el galpón de Electromecánica que se está construyendo en el campus Tosagua de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. La estructura de este capítulo está diseñada para cumplir con los objetivos específicos establecidos en la investigación, abordando de manera ordenada el análisis ambiental, la selección técnica de los componentes de protección térmica y la estimación económica de su posible aplicación.

Se incluyen descripciones de las condiciones climáticas locales que justifican la necesidad de incorporar mecanismos de absorción térmica, así como la fundamentación técnica de los elementos más adecuados para este propósito, como juntas de dilatación, placas de deslizamiento y recubrimientos reflectivos. Además, se presenta una estimación de costos basada en precios de mercado, cantidades referenciales y criterios de funcionalidad estructural. Este capítulo tiene como objetivo ofrecer una base técnica clara y fundamentada para una futura implementación, contribuyendo así a un diseño constructivo más eficiente, preventivo y adaptado al entorno climático donde se llevará a cabo la actividad educativa.

3.1. OBJETIVO 1

Identificar los puntos críticos de la estructura metálica del galpón que están más expuestos a la radiación solar directa.

El comportamiento térmico de una estructura metálica está muy influenciado por cuánto se expone a la radiación solar, especialmente en lugares como el cantón Tosagua, que tiene un clima tropical seco con alta radiación entre las 10h00 y las 16h00. Esta exposición provoca un acumulado de calor en los componentes metálicos, que pueden sufrir elongaciones térmicas significativas si no se implementan medidas de compensación o control. Por lo tanto, es crucial identificar los puntos más vulnerables en el diseño estructural del galpón, ya que son los que acumulan más energía térmica a lo largo del día.

La identificación de estos puntos críticos se llevó a cabo considerando tres factores principales: la orientación geográfica solar de la estructura, la configuración estándar de los elementos estructurales en galpones metálicos, y los criterios técnicos de riesgo por expansión térmica. Estos elementos permitieron crear un modelo de análisis aplicado a una estructura tipo, utilizando planos generales de galpones educativos y registros climáticos regionales proporcionados por el INAMHI. Con esta información, se definieron los componentes que reciben más radiación directa y, por lo tanto, tienen un mayor riesgo de deformación por dilatación térmica.

A continuación, se presenta una tabla con los elementos estructurales más expuestos, el nivel estimado de exposición solar y su clasificación de riesgo por expansión térmica:

Elemento estructural	Exposición solar directa	Riesgo por expansión térmica
Cubierta metálica (paneles superiores)	Alta exposición durante todo el día, especialmente al mediodía	Muy alto
Correas longitudinales de cubierta	Exposición constante, reciben irradiación directa desde la mañana	Alto
Vigas principales y secundarias	Moderada, depende de orientación y altura	Moderado
Columnas perimetrales expuestas al norte y oeste	Alta en la tarde y en horas de mayor radiación occidental	Alto
Uniones soldadas en cumbrera y alero	Muy alta, son zonas de acumulación térmica por concentración estructural	Muy alto

Tabla 1 Puntos Críticos Expuestos a Radiación Solar en el Galpón (Callister & Rethwisch, 2020)



Imagen 1. Inspección de la construcción del galpón

3.2 OBJETIVO 2

Consultar y seleccionar juntas de dilatación o elementos flexibles disponibles en el mercado local, adecuados para estructuras metálicas.

Como parte de la propuesta para mitigar los efectos térmicos en estructuras metálicas expuestas, se llevó a cabo una revisión técnica y comercial de los elementos disponibles en el mercado ecuatoriano que ayudan a absorber o compensar los movimientos por dilatación. La selección se centró principalmente en juntas de dilatación tipo fuelle, diseñadas específicamente para estructuras metálicas, que permiten desplazamientos axiales sin causar tensiones internas en las uniones soldadas o atornilladas.

Para lograr este objetivo, se establecieron criterios de selección que incluían: funcionalidad (tipo de movimiento que se absorbe), material de fabricación (preferiblemente acero inoxidable o galvanizado), resistencia a las inclemencias del tiempo (exposición al sol, lluvia y corrosión), facilidad de instalación y disponibilidad en el mercado nacional. Se revisaron catálogos técnicos de proveedores locales como Ferremundo, Construx y empresas importadoras, lo que permitió identificar un conjunto de opciones viables tanto desde el punto de vista técnico como logístico.

A continuación, se presenta una tabla con los principales elementos consultados, sus características técnicas y su aplicabilidad en el contexto del galpón educativo:

Elemento técnico	Material principal	Movimiento que absorbe	Aplicabilidad en galpones	Observación destacada
Junta de dilatación tipo fuelle flexible	Acero inoxidable AISI 304	Axial y leve movimiento lateral	Alta	Resistente a corrosión y temperatura
Junta de expansión con bridas laterales	Acero galvanizado con fuelle	Axial	Media	Requiere brida soldada o anclaje mecánico
Acople flexible de compresión	Hierro fundido + junta de EPDM	Vibración y expansión axial	Baja (solo para conducciones)	Uso más común en instalaciones de tuberías
Junta modular metálica tipo corrugada	Acero reforzado	Axial, lateral y torsión	Alta	Requiere precisión dimensional en instalación

Tabla 2 Selección de Juntas de Dilatación y Elementos Flexibles para Estructuras Metálicas (Construex Ecuador, 2024) (Ferremundo, 2024)



Imagen 2 Junta de dilatación térmica

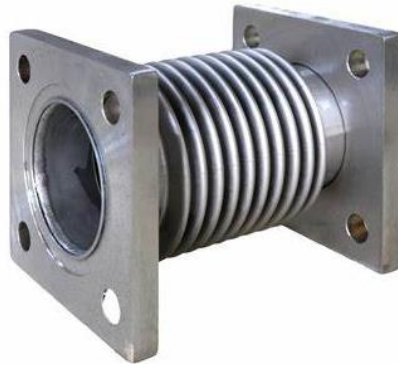


Imagen 3 Junta de expansión metálica



Imagen 4 Acople flexible de compresión



Imagen 5 Juntas

3.3 OBJETIVO 3

Estimar el costo aproximado de materiales e instalación de los elementos seleccionados, utilizando catálogos de precios y consultas a proveedores.

Para evaluar la viabilidad económica de implementar un sistema de protección térmica en la estructura metálica del galpón, comenzamos por estimar el costo aproximado de los materiales y elementos seleccionados en el objetivo anterior. Esta estimación se basó en precios de referencia obtenidos de catálogos técnicos y distribuidores nacionales, priorizando a aquellos proveedores que tienen sede en Ecuador y que ofrecen productos para infraestructura liviana y sistemas metálicos.

Para determinar el valor más representativo, se tomó en cuenta un número estimado de unidades necesarias, considerando el tamaño estándar de un galpón educativo de una nave. Se usaron dimensiones promedio de cubiertas, longitudes de vigas y el número de puntos críticos que habíamos identificado previamente. La evaluación incluye precios unitarios aproximados, sin incluir impuestos, transporte ni costos indirectos, con el fin de crear una base técnica que facilite la toma de decisiones. A continuación, se presenta una tabla resumen con los elementos seleccionados y sus respectivos costos de referencia:

Elemento técnico	Cantidad estimada	Precio unitario (USD)	Subtotal estimado (USD)
Junta de dilatación tipo fuelle	8 unidades	35,00	280,00
Placa de deslizamiento con superficie PTFE	6 unidades	25,00	150,00
Pintura reflectiva térmica blanca (galón)	4 galones	30,00	120,00
Total, estimado			550,00

Tabla 3 Estimación de Costos de Materiales para Protección Térmica

El valor total estimado de USD 550 es un cálculo económico bastante razonable, teniendo en cuenta el tamaño del galpón y la naturaleza de los elementos que se van a instalar. Aunque no incluye costos de mano de obra ni instalación, establece un punto de partida útil para la planificación del presupuesto. Es importante mencionar que estos valores pueden variar un poco dependiendo del proveedor, la marca, el momento de la compra y el volumen adquirido. Sin embargo, la información recopilada es coherente con los precios de mercado que se han verificado a nivel nacional en el primer semestre de 2025.



Imagen 6 Cotización de productos

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Se identificaron los puntos críticos de la estructura metálica del galpón que están más expuestos a la radiación solar directa, destacando especialmente la cubierta, las uniones de cumbrera y las columnas laterales. Esta información es clave para definir las áreas prioritarias donde se debe intervenir ante posibles efectos de expansión térmica.

Después de consultar las soluciones técnicas disponibles en el mercado, se eligieron dispositivos adecuados como juntas de dilatación tipo fuelle, placas deslizantes y pintura reflectiva. Estos elementos cumplen con los requisitos funcionales y de resistencia necesarios para su uso en estructuras metálicas livianas.

Finalmente, se realizó una estimación de costos que dio como resultado un valor aproximado de USD 550 para implementar el sistema propuesto, lo que demuestra que es una solución tanto técnicamente viable como económicamente accesible para un proyecto institucional de carácter educativo.

4.2. RECOMENDACIONES

Es fundamental dar prioridad a la instalación de elementos de protección térmica en las áreas estructurales más vulnerables, como el techo, las uniones de cumbrera y las columnas laterales. Esto ayudará a prevenir deformaciones por dilatación y a mantener la estabilidad de la estructura metálica a largo plazo.

Además, es crucial llevar a cabo un monitoreo regular de las condiciones térmicas del entorno y realizar un mantenimiento preventivo de los dispositivos instalados. De esta manera, aseguramos su correcto funcionamiento y extende

BIBLIOGRAFÍA

- Almufti, H. (2024, diciembre 2). *Slide Plates' Role in Protecting Piping Systems | RedLineIPS by Cogbill 2025*. <https://redlineips.com/slide-plates-role-in-protecting-piping-systems/>
- Brotóns, P. U. (2010). *Construcción de estructuras metálicas*. Editorial Club Universitario.
- Callister, & Rethwisch. (2020). *Size Effect on Nominal Strength of Circular Stirrup-Confined RC Columns under Axial Compression: Mesoscale Study | Journal of Structural Engineering | Vol 146, No 3*. <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29ST.1943-541X.0002516>
- Callister, W. D., & Rethwisch. (2019). *Materials Science and Engineering*. Wiley.
- Canela, E., Marighetti, J. O., & De Bortoli, M. E. (2014). *Ventilación natural aplicada a naves industriales, aspectos técnicos*. Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente. <http://repositorio.unne.edu.ar/xmlui/handle/123456789/51927>
- Chalco, C. G., & Proaño, M. R. (2015). JUNTAS DE DILATACIÓN EN EDIFICIOS. *Ciencia*, 17(1), Article 1. <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/ciencia/article/view/513>
- Construex Ecuador. (2024). *El Marketplace de Construcción, Industria y Diseño | Construex Ecuador*. <https://www.construex.com.ec/>

- Dolors, M., & Cónsul, M. (2022). *Aprendizaje basado en problemas: El Método ABP - Educrea*. <https://educree.cl/aprendizaje-basado-en-problemas-el-metodo-abp/>
- Ferremundo. (2024). *Ferremundo*. <https://www.ferremundo.com.ec/>
- Hernández Sampieri, R., & Fernandez-Collado, C. F. (2014). *Metodología de la investigación* (P. Baptista Lucio, Ed.; Sexta edición). McGraw-Hill Education.
- Jin, L., Li, P., Du, X., & Fan, L. (2020). Size Effect on Nominal Strength of Circular Stirrup-Confined RC Columns under Axial Compression: Mesoscale Study. *Journal of Structural Engineering*, 146(3), 04019213. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ST.1943-541X.0002516](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0002516)
- Keyence. (2025). *Solución a los problemas de medición de la deformación tras el tratamiento térmico | Biblioteca de Soluciones 3D | KEYENCE México*. <https://www.keyence.com.mx/ss/products/microscope/measurement-solutions/heat-treatment.jsp>
- Omenai, S. (2024). Finite Element Analysis of Bellows Expansion Joint Under Large Deformation. *International Journal of Computing and Engineering*, 6(4), Article 4. <https://doi.org/10.47941/ijce.2202>
- Sablón-Cossío, N., Bermúdez del Sol, A., Pérez-Alonso, J. M., Pérez-Quintana, M. L., Cuétara-Hernández, Y., Guerra-Iglesias, S., Sablón-Cossío, N., Bermúdez del Sol, A., Pérez-Alonso, J. M., Pérez-Quintana, M. L., Cuétara-Hernández, Y., & Guerra-Iglesias, S. (2020). Guía práctico-metodológica para la investigación estudiantil de pregrado en carreras de

ingeniería. *Revista Cubana de Educación Superior*, 39(1).
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0257-43142020000100006&lng=es&nrm=iso&tlng=es

ULEAM. (2022). <https://www.uleam.edu.ec/wp-content/uploads/2022/PEI-ULEAM-2022-2026.pdf>

Villega, L. (2019). *Análisis de la tasa de corrosión en la cámara de niebla salina de las juntas soldadas de acero estructural A-36 mediante proceso SMAW con los electrodos de acero al carbono utilizando un recubrimiento anticorrosivo a base de solvente.*
<https://repositorio.uta.edu.ec/items/90dd4f02-b53f-4263-baea-76c42b3846bc>

ANEXOS



Anexo 1. Visita al lugar donde se está construyendo el galpón



Anexo 2. Visualización completa del galpón



Anexo 3. Cotización de precios



Anexo 4. Visualización de los materiales