



## **UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ**

### **Título:**

Implementación de Protecciones Contra Cargas Dinámicas en la  
Estructura del Galpón de Electromecánica

### **Autores:**

Jose Andrés Murillo Moreira  
Pedro Pablo Macias Mala

### **Tutor(a):**

Ing. Roy Antonio Cedeño Muentes

### **Unidad Académica:**

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

### **Carrera:**

Electromecánica.

**Chone, Agosto del 2025.**

## **CERTIFICACION DEL TUTOR**

Ing. Roy Antonio Cedeño Muentes; docente de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, Educación Virtual y Otras Modalidades de Estudio, en calidad de Tutor.

### **CERTIFICO:**

Que el presente proyecto integrador con el título: "Implementación de protecciones contra cargas dinámicas en la estructura del 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:

**Jose Andrés Murillo Moreira, Pedro Pablo Macias Mala**

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

**Chone, Agosto del 2025.**



Ing. Roy Antonio Cedeño Muentes

**TUTOR(A)**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quienes suscriben la presente:

**Jose Andrés Murillo Moreira, Pedro Pablo Macias Mala**

Estudiantes de la Carrera de **Electromecánica**, declaramos bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: "Implementación de Protecciones Contra Cargas Dinámicas en la Estructura del Galpón de Electromecánica", 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 del 2025**



Jose Andrés Murillo Moreira



Pedro Pablo Macias Mala



## APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: "Implementación de protecciones contra cargas dinámicas en la estructura del galpón de Electromecánica" de sus autores: Jose Andrés Murillo Moreira, Pedro Pablo Macias Mala de la Carrera **"Electromecánica"**, y como Tutora del Trabajo el Ing. Roy Antonio Cedeño Muentes

Chone, Agosto del 2025

Ing. Andrés Gozoso García Mg.  
DIRECTOR(A)

Ing. Roy Antonio Cedeño Muentes  
TUTOR(A)

Ing. José Fabricio Mejía Saldarriaga  
SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL

Ing. Ricardo Javier Párraga Orellana  
PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL

Lic. Fátima Saldarriaga Santana, Mg.  
SECRETARIA

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis padres por siempre brindarme su apoyo en cada proyecto, y en esta etapa estudiantil que siempre han estado prestos a apoyarme incondicionalmente. Agradezco también a mis abuelos, por inculcarme siempre una buena educación, basada en el respeto a los demás, y a la superación personal, que me enseñaron a no rendirme ante la adversidad, y seguir luchando hasta alcanzar mis metas.

José Murillo.

Anticipadamente, a Dios por permitirme seguir vivo y luchando para poder alcanzar mi meta ansiada. A la universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión “Chone”, institución de prestigio que me dejó una gran huella en mi formación, no solo profesional si no humanitaria. Y mi sincero agradecimiento al Ing. Roy Antonio Cedeño Muentes quien fue mi tutor, que siempre estuvo presente en la realización de este trabajo.

Pedro Pablo Macias Mala

## **DEDICATORIA**

Le dedicó este trabajo, primero a Dios, que siempre he contado con su dirección y guía para no apártame del camino del bien y seguir enfocado en mis metas, y que me ha brindado su bendición y protección en esta etapa estudiantil en el futuro en mi etapa laboral. También les dedicó este trabajo a mis padres, porque su esfuerzo se ve reflejado en mi formación tanto académica como moral.

José Murillo.

Dedico este trabajo a. primeramente, dedico este trabajo a Dios que cada día me presta vida y fortaleza en la realización de cada uno de mis logros. A mi madre que, sin duda es el pilar fundamental, formadora de conocimientos, sentimientos y valores morales, que hoy en día forman parte de mi vida profesional y humana.

Pedro Pablo Macias Mala

## **RESUMEN**

El presente proyecto abordó la problemática de la falta de protecciones contra cargas dinámicas en la estructura del galpón de Electromecánica en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión Chone en el campus Tosagua, esta deficiencia representaba un riesgo de manera potencial para la integridad estructural y para la seguridad de los estudiantes durante el desarrollo de actividades prácticas, el objetivo general fue implementar elementos estructurales que protejan el galpón frente a cargas dinámicas, mejorando su estabilidad y funcionalidad, la metodología empleada fue de tipo aplicada con enfoque descriptivo y experimental desarrollada en tres fases: evaluación estructural, diseño de soluciones y ejecución de refuerzos. Como resultado se identificaron zonas vulnerables que fueron reforzadas mediante platinas metálicas y anclajes instalados tras un análisis técnico y validación en campo, las pruebas prácticas demostraron una mejora significativa en la rigidez y resistencia de los puntos intervenidos, en conclusión se logró cumplir satisfactoriamente con los objetivos planteados evidenciando así que una intervención técnica bien fundamentada puede solventar problemas estructurales con recursos limitados y fortaleciendo a su vez el vínculo entre teoría y práctica en la formación profesional.

## **PALABRAS CLAVE**

Protección estructural, cargas dinámicas, galpón, refuerzo metálico, seguridad estructural.

## ABSTRACT

This project addressed the problem of the lack of protections against dynamic loads in the structure of the Electromechanics shed at the Eloy Alfaro Laica University of Manabí, Chone extension on the Tosagua campus, this deficiency represented a potential risk to the structural integrity and safety of students during the development of practical activities, the general objective was to implement structural elements that protect the shed against dynamic charges, improving its stability and functionality, the methodology used was of applied type with a descriptive and experimental approach developed in three phases: structural evaluation, design of solutions and execution of reinforcements. As a result, vulnerable areas were identified that were reinforced by metal plates and anchors installed after a technical analysis and field validation, practical tests demonstrated a significant improvement in the stiffness and resistance of the points intervened, in conclusion, the objectives were satisfactorily met, thus evidencing that a well-founded technical intervention can solve structural problems with limited resources and in turn strengthening the link between theory and practice in vocational training.

## KEYWORDS

Structural protection, dynamic loads, shed, metal reinforcement, structural safety.

## 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
ÍNDICE 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 .....	6
1.4.1. Procedimiento.....	6
1.4.2. Técnicas .....	7
1.4.3. Métodos.....	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. DEFINICIONES .....	9
2.2. ANTECEDENTES .....	11
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS.....	13
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....	14
ESPECIFICACIONES DE MATERIALES DEL KIT.....	15
3.1. OBJETIVO 1 .....	17
3.2. OBJETIVO 2 .....	18

3.3. OBJETIVO 3 .....	19
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	20
4.1. CONCLUSIONES .....	20
4.2. RECOMENDACIONES .....	20
BIBLIOGRAFÍA .....	21
ANEXOS .....	23

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Tipos de protecciones antes cargas dinámicas en estanterías metálicas .....	17
Ilustración 2 Imagen de Tipos de cargas .....	18
Ilustración 3 Estructura del galpón 3D .....	19

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Presupuestos para la implementación de la protección sobre cargas dinámicas .....	14
---	----

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La seguridad estructural en espacios donde se realizan actividades prácticas es un aspecto clave para garantizar tanto la integridad física de quienes lo utilizan como el buen estado de los equipos instalados, en este caso uno de los principales problemas identificados es la falta de protecciones contra cargas dinámicas las cuales pueden generarse por el movimiento constante de personas y por el uso de maquinaria pesada o incluso por factores externos como el viento o vibraciones, esta situación podría afectar la estabilidad de la estructura con el paso del tiempo y poner en riesgo el desarrollo normal de las actividades académicas y a los estudiantes por lo tanto se considera necesario analizar a fondo las condiciones actuales del galpón y proponer soluciones que permitan reforzar su resistencia frente a este tipo de esfuerzos priorizando la seguridad, la funcionalidad del espacio y el aprendizaje práctico en condiciones adecuadas.

Es importante indicar que la presencia de cargas dinámicas no siempre es evidente a simple vista ya que no solo se trata únicamente del peso estático que puede soportar la estructura sino que también de las variaciones de carga que se generan por las acciones repetitivas, impactos o movimientos que con el tiempo pueden ir producir efectos acumulativos sobre los elementos estructurales, esto puede provocar tanto fisuras como desplazamientos o debilitamiento en uniones y conexiones lo que a largo plazo compromete la seguridad del espacio. Las causas de la carga dinámica pueden incluir cualquier cosa, desde personas que se mueven hasta viento que sopla contra una estructura u objetos que vibran por un terremoto (TWI, 2024).

En una institución se hizo varios estudios recientes que evidencian la relevancia de proteger estructuras frente a cargas dinámicas como es el ejemplo de la ciudad de Cuenca que se llevó a cabo una investigación por Muñoz Pinos & Rivera Jiménez (2025) que explica que, la alta peligrosidad sísmica de la provincia del Azuay, ha generado inquietud entre la población con respecto al desempeño estructural de las infraestructuras presentes en la localidad. Debido a la antigüedad de las viviendas o a la construcción informal y la falta de diseños y criterios sismorresistentes, estas experiencias documentadas refuerzan la pertinencia de diseñar protecciones estructurales específicas ya que demuestran cómo dispositivos como aisladores sísmicos, disipadores de energía o refuerzos metálicos permiten mitigar los efectos adversos de cargas dinámicas.

Considerando lo expuesto resulta fundamental intervenir técnicamente la estructura del galpón de Electromecánica mediante soluciones orientadas a mitigar los efectos de cargas dinámicas, la relevancia de este enfoque radica en la necesidad de preservar la estabilidad del recinto, proteger los equipos instalados y salvaguardar la seguridad de quienes realizan actividades formativas en su interior, por esa razón es mejor anticiparse a los posibles impactos derivados de fenómenos como vibraciones, movimientos sísmicos o esfuerzos generados por maquinaria operativa lo que permite reducir el riesgo de daños estructurales severos, por ende se deben de aplicar criterios técnicos adecuados en el diseño y refuerzo de elementos constructivos que contribuye a extender la vida útil del galpón y a mantener condiciones óptimas para el desarrollo académico.

Este proyecto se basa directamente con los contenidos y competencias fundamentales en la carrera de Electromecánica ya que integra conocimientos vinculados a análisis estructural, dinámica de materiales, diseño asistido por computadora y normativas técnicas de seguridad con esto debemos de abordar la problemática de las cargas dinámicas requiere del dominio de herramientas de cálculo estructural y del criterio ingenieril necesario para diseñar soluciones prácticas y sostenibles.

## **1.1. PROBLEMA**

La estructura del galpón de Electromecánica carece de protecciones adecuadas contra cargas dinámicas lo que representa un riesgo potencial para su estabilidad, seguridad y funcionalidad, esta deficiencia podría generar daños estructurales o comprometer los equipos instalados y afectar las actividades académicas.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

### **Justificación desde lo académico**

Este proyecto resulta pertinente porque permite consolidar competencias clave en el análisis de estructuras sometidas a cargas dinámicas lo cual es fundamental en la formación de técnicos comprometidos con la seguridad y eficiencia estructural y en ese mismo contexto se integran conocimientos de asignaturas como dinámica estructural, resistencia de materiales y diseño asistido por computadora favoreciendo un enfoque interdisciplinario asimismo la aplicación práctica de estos saberes contribuye a desarrollar habilidades de diagnóstico, evaluación y diseño de soluciones técnicas.

### **Justificación desde lo tecnológico**

La implementación de protecciones contra cargas dinámicas representa una oportunidad para aplicar soluciones estructurales basadas en herramientas de modelado y simulación asistidas, en tal sentido se hace uso de las tecnologías que permiten analizar el comportamiento de materiales y estructuras ante condiciones que varían constantemente mejorando la precisión en el diseño, además el proyecto fomenta el uso de metodologías modernas en el desarrollo de sistemas de refuerzo estructural lo cual impulsa la adopción de técnicas innovadoras en el ámbito académico y profesional.

## **Justificación desde relación del título con la línea de investigación institucional**

Al implementar medidas de protección frente a cargas dinámicas las cuales afectan de manera considerable la estabilidad de estructuras metálicas, se reconoce que en escenarios académicos es prioritario fomentar proyectos que integren conocimientos científicos con problemáticas reales del entorno universitario promoviendo soluciones que puedan ser replicadas en otros contextos con características similares, en tal sentido se considera pertinente que la investigación contribuya a la generación de propuestas técnicas aplicables sustentadas en principios normativos y de diseño estructural, además el proyecto permite integrar herramientas de análisis estructural, diseño asistido por computadora y criterios de mejora continua lo cual refuerza el enfoque institucional hacia el desarrollo de competencias técnicas sólidas.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Implementar protecciones contra cargas dinámicas en la estructura del galpón de Electromecánica

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar las condiciones estructurales actuales del galpón de Electromecánica identificando las zonas vulnerables a cargas dinámicas mediante inspecciones técnicas, análisis de materiales y revisión de planos existentes.
- Diseñar soluciones estructurales apropiadas para la protección contra cargas dinámicas, considerando normas técnicas vigentes, simulaciones estructurales y criterios de eficiencia, seguridad y durabilidad.
- Implementar y verificar la instalación de los elementos de protección estructural propuestos asegurando su correcta fijación y funcionamiento mediante pruebas prácticas y validaciones técnicas que garanticen su efectividad ante cargas dinámicas.

## **1.4. METODOLOGÍA**

### **1.4.1. Procedimiento**

Se inició con la evaluación técnica del galpón en la cual se realizaron inspecciones estructurales para identificar zonas vulnerables a cargas dinámicas, en esta fase se utilizó la observación directa, la toma de fotografías, el análisis visual de elementos portantes y la revisión de planos existentes, asimismo se recopiló información sobre los materiales predominantes en la estructura, su nivel de desgaste y los puntos de posible concentración de esfuerzos, a partir de esto se estableció un diagnóstico técnico que sirvió como base para los siguientes pasos, seguidamente se jerarquizaron las zonas críticas que requerían atención prioritaria lo cual permitió enfocar los esfuerzos de diseño en aquellas áreas donde se evidenció un mayor riesgo estructural garantizando así la pertinencia y eficiencia de la intervención planteada en la propuesta.

Posteriormente se procedió con el diseño de soluciones estructurales mediante la selección de elementos de protección adecuados a los tipos de carga dinámica identificados tales como amortiguadores, anclajes reforzados y refuerzos metálicos por lo que se recurrió a normativas técnicas vigentes y criterios de durabilidad y eficiencia, una vez validadas las soluciones se elaboraron planos detallados que guiaron la fase de implementación, finalmente se ejecutó la instalación de los sistemas de protección estructural utilizando herramientas de fijación mecánica y realizando pruebas de carga controladas.

#### 1.4.2. Técnicas

**Inspección técnica visual.** – Esta técnica consistió en la observación directa y sistemática de los elementos estructurales del galpón permitiendo así identificar fisuras, deformaciones, corrosión y otros signos de deterioro, su utilización fue fundamental durante la etapa diagnóstica ya que permitió establecer un criterio técnico inicial sobre el estado general de la estructura y poder determinar que zonas son más susceptibles a sufrir afectaciones por cargas dinámicas. En un blog de la página de IBM (2022) Indica que, la inspección visual se ha utilizado durante muchos años para garantizar la calidad y la seguridad.

**Análisis de planos estructurales.** – Los planos estructurales son una representación gráfica de elementos estructurales, que siguen unas ciertas normas para su dibujo y su posterior interpretación (wicitec, 2013). Su finalidad fue contrastar la información documental con las condiciones actuales observadas e identificar posibles desviaciones respecto al diseño inicial y verificar la capacidad portante teórica de la estructura, se aplicó en la fase de diagnóstico estructural como complemento a la inspección visual para lograr una evaluación más precisa.

**Simulación estructural.** – La simulación estructural es una técnica utilizada para predecir el comportamiento de estructuras físicas bajo diversas condiciones (StudySmarter, 2025). Fue utilizada durante la etapa de diseño de soluciones, con el propósito de predecir comportamientos estructurales y validar la efectividad de los elementos de protección propuestos antes de su implementación, optimizando así los recursos y mejorando la seguridad del diseño.

**Pruebas de funcionamiento y validación.** – La validación implica probar el producto después de su construcción, generalmente durante las etapas posteriores, como las pruebas de aceptación (Szahidewicz, 2025). Fue aplicada al finalizar la fase de implementación con el objetivo de verificar que las soluciones adoptadas cumplieran con los criterios de seguridad, resistencia y operatividad planteados en el diseño.

### 1.4.3. Métodos

**Método analítico.** – Este procedimiento resultó de manera crucial durante la etapa de diagnóstico porque facilitó la desintegración del sistema estructural del galpón en sus elementos esenciales para analizar minuciosamente su reacción frente a posibles cargas dinámicas.

**Método experimental.** – Se utilizó durante la etapa de validación de las protecciones estructurales implementadas y así a través de este enfoque se llevaron a cabo pruebas de resistencia y comportamiento estructural frente a cargas dinámicas simuladas lo cual permitió medir la eficacia de los elementos instalados, garantizar su desempeño en condiciones reales y realizar ajustes técnicos pertinentes antes de su entrega final.

**Método estructural.** – En la etapa de diseño este método facilitó el análisis y la planificación técnica de las soluciones constructiva, su principal enfoque se centró en la lógica interna de los componentes del sistema estructural permitiendo establecer vínculos entre cargas aplicadas y las propiedades de los materiales y capacidad de respuesta.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. DEFINICIONES

Las cargas dinámicas se refieren a las fuerzas que varían con el tiempo y que también generan solicitudes adicionales en las estructuras ya sea por su intensidad como por la frecuencia o también por la forma de aplicación, sabiendo que estas cargas pueden originarse tanto por fenómenos naturales como sismos y vientos intensos o ya sea por las acciones humanas como el movimiento de maquinaria pesada o vibraciones provocadas por las actividades industriales a diferencia de las cargas estáticas. Las cargas dinámicas son aquellas que varían continuamente su localización, dirección y magnitud, es decir, que muestran importantes efectos dinámicos durante el tiempo en que aparecen (E-Construir, 2024).

De este modo se hizo necesario introducir el concepto de protecciones estructurales entendido como el conjunto de elementos, dispositivos o soluciones constructivas diseñadas para mitigar el impacto de las cargas dinámicas sobre una estructura determinada, dichas protecciones pueden incluir aisladores sísmicos, amortiguadores de masa, contraventeos metálicos, anclajes reforzados, entre otros sistemas diseñados bajo normas técnicas especializadas. Dangla (2024) afirma que, las protecciones estructurales, es un aspecto clave en cualquier proyecto de construcción, especialmente cuando se trata de garantizar la seguridad frente a riesgos como incendios o la degradación de los materiales a lo largo del tiempo.

Al referirse al análisis estructural se hace mención a un procedimiento técnico mediante el cual se determina la respuesta de una estructura ante diversas condiciones de carga incluyendo la dinámica, Los Colaboradores de Wikipedia (2025) explican que este tipo de análisis, es el uso de las ecuaciones de la resistencia de materiales para encontrar los esfuerzos internos, deformaciones y tensiones que actúan sobre una estructura resistente, como edificaciones o esqueletos resistentes de maquinaria.

En comparación con las cargas estáticas que operan de manera constante, las cargas dinámicas se distinguen por su inestabilidad temporal, produciendo efectos como vibraciones, resonancias o esfuerzos repetitivos que necesitan ser absorbidos o disipados de forma correcta. Según StudySmarter (2024), el comportamiento estructural se refiere a cómo los elementos de una construcción, como vigas y columnas, responden a las cargas y fuerzas a las que están sometidos.

De las evidencias anteriores se desprende que cuando una estructura es expuesta a cargas de esta naturaleza sus elementos pueden entrar en estados límite de servicio o de falla especialmente si no se han considerado protecciones adicionales durante el diseño, los factores como la rigidez, la ductilidad, la amortiguación y la distribución de masas influyen directamente en la respuesta estructural y por esta razón que el estudio dinámico de estructuras requiere modelaciones específicas y que permitan predecir el comportamiento ante diferentes escenarios, tales como movimientos sísmicos, impactos o vibraciones inducidas.

## **2.2. ANTECEDENTES**

La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM) es una institución pública de educación superior que tiene como misión la formación integral de profesionales con sentido crítico, ético y comprometido con el desarrollo de la sociedad, su presencia se extiende por diversas zonas de la provincia entre ellas la extensión Chone la cual atiende una amplia demanda académica en distintas carreras técnicas, tecnológicas y profesionales, esta sede ha contribuido activamente al fortalecimiento de la vinculación con la comunidad a través de proyectos de impacto que integran docencia, investigación y desarrollo.

La ULEAM (2020) tiene como misión, formar profesionales a nivel técnico y tecnológico competentes y emprendedores desde lo académico, la investigación, y la vinculación, que contribuyan a mejorar la calidad de vida de la sociedad. Es por esta razón que esta carrera desempeña un papel estratégico en el impulso de propuestas innovadoras que mejoren las condiciones operativas de los espacios donde se realizan prácticas técnicas, por ello el presente proyecto se desarrolló bajo la coordinación de esta carrera en la extensión Chone pero con la implementación directa en el campus Tosagua donde se encuentra el galpón destinado a labores prácticas y almacenamiento de equipos.

Este espacio físico a pesar de su utilidad carece de protecciones frente a cargas dinámicas lo que representa un riesgo para su estructura y funcionamiento, a partir de esto se planteó una propuesta que no solo responde a una necesidad técnica, sino que también promueve la formación aplicada de los estudiantes alineándose con la visión institucional de generar soluciones reales desde el ámbito académico.

Antes de la formulación e implementación del presente proyecto, la estructura del galpón de Electromecánica no contaba con intervenciones técnicas orientadas específicamente a la protección frente a cargas dinámicas, a pesar de que la infraestructura cumplía una función esencial como espacio de prácticas académicas y almacenamiento de maquinaria su diseño original se centraba únicamente en responder a cargas estáticas comunes sin contemplar eventos como vibraciones mecánicas, impactos, fuerzas repetitivas o solicitudes externas derivadas del uso intensivo de equipos pesados.

En este sentido los registros disponibles indicaban que no se habían realizado estudios previos en profundidad para identificar zonas vulnerables de la estructura ni análisis dinámicos mediante simulaciones o evaluaciones estructurales detalladas, las inspecciones periódicas realizadas por el personal de mantenimiento solo se limitaban a verificar el estado físico superficial, sin considerar la influencia que podrían tener las cargas variables sobre elementos críticos como columnas, vigas o uniones estructurales.

Además no se disponía de documentación técnica que respaldara la existencia de protocolos preventivos o de refuerzos constructivos relacionados con cargas dinámicas es por esta razón la necesidad de desarrollar una solución estructurada se hizo evidente especialmente al considerar que el uso continuo del galpón bajo estas condiciones podría comprometer la integridad de la infraestructura y por ende la seguridad de estudiantes y personal docente.

### 2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

En Europa un caso destacado sobre protección estructural frente a cargas dinámicas se desarrolló en Italia. En esta experiencia se aplicaron aisladores base del tipo lead-rubber bearings junto con cojinetes multidireccionales en una planta industrial lo que permitió filtrar la acción sísmica y restablecer continuidad estructural mediante un sistema hiperestático con uniones húmedas en elementos prefabricados (Dona' et al., 2013). Los resultados evidenciaron una mejora de manera considerable en la capacidad de absorción de energía y la disipación de esfuerzos así eliminando las deficiencias frecuentes de construcciones prefabricadas típicas de edificios industriales.

En Chile se realizaron varios experimentos con un edificio de cuatro pisos construido sobre unos aisladores de caucho de alta amortiguación (HDRB) en Santiago entre 1992 y 1995. El sistema de registro ha registrado al menos 24 terremotos de diferentes intensidades en los últimos tres años (Boroschek & Sarrazin, 1998). Esto es relevante porque muestra cómo un sistema pasivo de protección puede minimizar los efectos de las cargas dinámicas.

En la ciudad de Ambato se desarrolló un estudio aplicado a un edificio con estructura metálica en el Hospital Regional utilizando aisladores sísmicos de base para mejorar su comportamiento frente a cargas dinámicas. La idea es de acoplar a la estructura un sistema mecánico y lograr que este último absorba una parte de la energía sísmica (Proaño, 2014). Los resultados destacaron una significativa reducción en desplazamientos y solicitudes internas evidenciando de tal manera la eficacia técnica de incorporar sistemas pasivos de protecciones ante las cargas dinámicas.

En el cantón Pedernales, se implementó un proyecto significativo de protección estructural que consistió en la colocación de aisladores sísmicos en el Hospital Básico local, cubriendo 94 de los 99 elementos previstos (MTOP, 2021). A pesar de que este caso no tiene una relación directa con construcciones académicas, es una intervención estructural en la provincia destinada a disminuir los impactos de cargas dinámicas provocadas por sismos..

## CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Se seleccionaron estos artículos ya que respondió a criterios técnicos y de funcionalidad considerando las condiciones estructurales existentes y la necesidad de garantizar la estabilidad y seguridad del galpón, entre los artículos adquiridos se incluyen platinas, ángulos metálicos, tornillería, varillas, consumibles de soldadura y recubrimientos anticorrosivos con el objetivo de fortalecer la estructura como garantizar su durabilidad y asegurar un entorno seguro y funcional para el desarrollo académico y técnico.

*Tabla 1 Presupuestos para la implementación de la protección sobre cargas dinámicas*

Nombre del Artículo	Valor Unitario (\$)	Cantidad	Total (\$)
Platina acero ASTM A36 (1/8"×¾"×6 m)	\$ 17,30	8	\$ 138,40
Tornillos anclaje tipo cuña (Hilti)	\$ 0,80	80	\$ 64,00
Varilla roscada galvanizada 5/8"	\$ 1,04	40	\$ 41,60
Ángulo estructural galvanizado (1.5")	\$ 8,00	8	\$ 64,00
Arandelas y tuercas M12 (pack 50)	\$ 0,50	4	\$ 2,00
Pintura epóxica anticorrosiva (galón)	\$ 30,00	4	\$ 120,00
Discos de corte para esmeril	\$ 2,00	40	\$ 80,00
Electrodos para soldadura E6013	\$ 1,00	40	\$ 40,00
Brocas HSS para acero (1/8"–5/32")	\$ 1,00	50	\$ 50,00
<b>Total</b>			<b>\$ 600,00</b>

## **ESPECIFICACIONES DE MATERIALES DEL KIT**

### **Platina acero ASTM A36 (1/8"×3/4"×6 m):**

Se adquirieron para fabricar refuerzos metálicos que redistribuyen esfuerzos ante cargas dinámicas, aumentando la rigidez estructural del galpón en zonas vulnerables previamente evaluadas.

### **Tornillos de anclaje tipo cuña (Hilti):**

Estos tornillos permiten fijar firmemente las platinas y ángulos al concreto, asegurando una conexión resistente que soporte vibraciones o desplazamientos generados por cargas dinámicas.

### **Varilla roscada galvanizada 5/8":**

Se usaron para unir elementos metálicos longitudinalmente, garantizando resistencia a tracción en uniones sometidas a cargas variables o impulsivas, y permitiendo ajustes de fijación.

### **Ángulo estructural galvanizado (1.5"):**

Sirven como soporte lateral y de conexión entre platinas y columnas, aportando mayor estabilidad al sistema de protección estructural frente a movimientos oscilantes o bruscos.

### **Arandelas y tuercas M12 (pack 50):**

Complementan la instalación de varillas y tornillos, distribuyendo la carga de apriete y evitando el aflojamiento de uniones ante vibraciones o esfuerzos repetitivos.

### **Pintura epóxica anticorrosiva (galón):**

Aplicada sobre las piezas metálicas para protegerlas del óxido y prolongar su vida útil, especialmente en ambientes húmedos o expuestos a agentes químicos y desgaste.

**Discos de corte para esmeril:**

Se utilizaron para cortar platinas, ángulos y varillas según medidas específicas de la estructura, permitiendo una adaptación precisa de los refuerzos estructurales instalados.

**Electrodos para soldadura E6013:**

Empleados en la unión de platinas y ángulos mediante soldadura eléctrica, proporcionando enlaces resistentes que soportan cargas dinámicas sin presentar fallas estructurales.

**Brocas HSS para acero (1/8"–5/32"):**

Se usaron para perforar platinas y ángulos metálicos, facilitando la instalación de tornillos de anclaje y varillas, optimizando el montaje del sistema de protección.

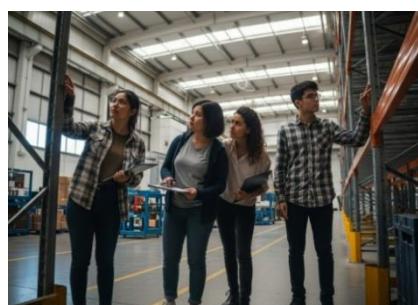
### 3.1. OBJETIVO 1

**EVALUAR LAS CONDICIONES ESTRUCTURALES ACTUALES DEL GALPÓN DE ELECTROMECÁNICA IDENTIFICANDO LAS ZONAS VULNERABLES A CARGAS DINÁMICAS MEDIANTE INSPECCIONES TÉCNICAS, ANÁLISIS DE MATERIALES Y REVISIÓN DE PLANOS EXISTENTES.**

Realizamos una evaluación minuciosa enfocándonos en identificar zonas estructurales vulnerables también llevamos a cabo inspecciones técnicas en las que analizamos visualmente el estado de las uniones metálicas, los puntos de apoyo, las columnas y las bases, esta revisión nos permitió detectar signos de desgaste como posibles fallas por fatiga y la ausencia de elementos de refuerzo que contribuyeran a disipar esfuerzos dinámicos, además contrastamos los planos estructurales existentes con las condiciones de la infraestructura evidenciando ciertos vacíos constructivos en términos de protección.

Luego analizamos los materiales que componen la estructura evaluando su resistencia actual, grado de oxidación y capacidad para soportar cargas repetitivas y a partir de este diagnóstico técnico pudimos identificar los puntos críticos del galpón como los nudos estructurales sin rigidizadores, las vigas expuestas a cargas excéntricas y las bases sin anclaje adecuado.

*Ilustración 1 Estudiantes realizando la inspección visual de el galpón*



### 3.2. OBJETIVO 2

#### **DISEÑAR SOLUCIONES ESTRUCTURALES APROPIADAS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA CARGAS DINÁMICAS, CONSIDERANDO NORMAS TÉCNICAS VIGENTES, SIMULACIONES ESTRUCTURALES Y CRITERIOS DE EFICIENCIA, SEGURIDAD Y DURABILIDAD.**

Procedimos a diseñar las soluciones estructurales necesarias para brindar protección contra cargas dinámicas, en esta etapa seleccionamos componentes como platinas de acero galvanizado, ángulos de refuerzo, tornillos de alta resistencia y varillas para rigidización cada uno de estos elementos fue escogido por su capacidad para mitigar los efectos de vibraciones y esfuerzos cíclicos, asegurando que el diseño estructural cumpliera con criterios de seguridad, durabilidad y eficiencia en su aplicación.

Así mismo se realizaron simulaciones del comportamiento estructural del galpón con las protecciones incluidas, esto nos permitió visualizar cómo se redistribuían las cargas y confirmar que las soluciones propuestas actuaban correctamente ante solicitudes dinámicas y gracias a estas simulaciones optimizamos el diseño y evitamos sobredimensionamientos innecesarios asegurando así que la propuesta fuera viable tanto técnica como económico, esto nos permitió definir con claridad qué elementos debíamos adquirir e instalar para mejorar la estabilidad del galpón frente a cargas dinámicas.

*Ilustración 2 Diseño y simulación del galpón*

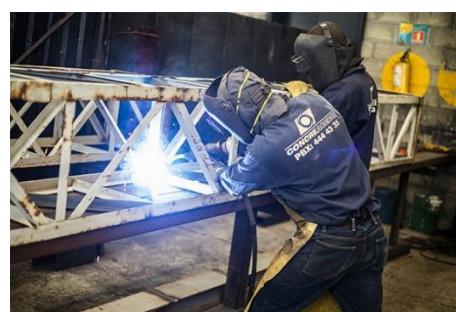


### 3.3. OBJETIVO 3

**IMPLEMENTAR Y VERIFICAR LA INSTALACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN ESTRUCTURAL PROPUESTOS ASEGURANDO SU CORRECTA FIJACIÓN Y FUNCIONAMIENTO MEDIANTE PRUEBAS PRÁCTICAS Y VALIDACIONES TÉCNICAS QUE GARANTICEN SU EFECTIVIDAD ANTE CARGAS DINÁMICAS.**

Con los diseños estructurales definidos y validados, iniciamos la implementación de las protecciones en las zonas previamente identificadas como vulnerable, primero adquirimos los materiales requeridos y con las herramientas especializadas ejecutamos el montaje de platinas metálicas, la fijación de tornillos estructurales y de la misma manera la incorporación de elementos de rigidización en puntos clave así mismo nos aseguramos de que todas las uniones fueran soldadas o atornilladas correctamente respetando la alineación y el diseño previamente establecido lo cual fue crucial para asegurar la funcionalidad estructural del refuerzo.

Una vez culminada la instalación realizamos pruebas prácticas para verificar el desempeño de los elementos incorporados esto incluyó inspecciones visuales de acabados, pruebas de vibración inducida y verificación del ajuste firme de todos los refuerzos colocados, los resultados confirmaron que la estructura ahora cuenta con una mayor capacidad de absorción de cargas dinámicas y una distribución más eficiente de los esfuerzos, esta fase final no solo nos permitió validar el diseño sino que también constatar que nuestra intervención tuvo un impacto en la seguridad y estabilidad del galpón.



*Ilustración 3 Soldadura de la estructura del galpón*

## **CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. CONCLUSIONES**

Se logró identificar con precisión las zonas vulnerables a cargas dinámicas a través de inspecciones técnicas, análisis visual y revisión detallada de los planos existentes también se evidenció la falta de elementos de refuerzo en puntos estratégicos de la estructura lo cual justificó la necesidad de intervenir de forma técnica y fundamentada.

Se cumplió de manera satisfactoria ya que se propusieron e implementaron refuerzos metálicos como platinas, ángulos y varillas basados en normas técnicas vigentes y simulaciones estructurales que garantizaron eficiencia, seguridad y durabilidad, estos diseños permitieron optimizar la protección sin comprometer la funcionalidad del galpón.

De manera exitosa se ejecutó exitosa ya que los refuerzos fueron colocados correctamente en los puntos críticos y se validó su efectividad mediante pruebas prácticas demostrando una mejora significativa en la estabilidad y resistencia estructural del galpón frente a solicitudes dinámicas.

### **4.2. RECOMENDACIONES**

- Recomiendo dar mantenimiento periódico a los elementos de refuerzo instalados con el fin de evitar corrosión, aflojamiento de uniones o deterioro progresivo que pueda comprometer su efectividad ante cargas dinámicas futuras.
- Sugiero replicar esta intervención en otras estructuras institucionales con características similares, especialmente en espacios académicos donde se requiera estabilidad estructural para la seguridad de estudiantes y equipos.
- Se recomienda a futuras generaciones continuar con mejoras en la estructura del galpón, incorporando sensores o tecnologías de monitoreo estructural que permitan detectar vibraciones en tiempo real y actuar con anticipación ante riesgos mayores..

## BIBLIOGRAFÍA

Boroschek, R., & Sarrazin, M. (1998). Experiments on a base-isolated building in Santiago, Chile. *Engineering Structures*. [https://doi.org/10.1016/S0141-0296\(97\)00086-2](https://doi.org/10.1016/S0141-0296(97)00086-2)

Colaboradores de Wikipedia. (2025). Análisis estructural. En *Wikipedia, la encyclopédia libre*. [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=An%C3%A1lisis\\_estructural&oldid=167363150](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=An%C3%A1lisis_estructural&oldid=167363150)

Dangla. (2024, septiembre 19). Protección estructural: Seguridad para tus construcciones. *Dangla*. <https://dangla.es/proteccion-estructural-seguridad-para-tus-construcciones/>

Dona', M., Tecchio, G., Da Porto, F., & Modena, C. (2013). *Seismic isolation of industrial facilities: A case study in L'Aquila*. Vienna University of Technology. <https://www.research.unipd.it/handle/11577/2969536>

e-construir. (2024). *Cargas dinámicas—Análisis de las estructuras*. <https://e-construir.com/estructuras/cargas-dinamicas.html>

IBM. (2022, octubre 14). ¿Qué es la inspección visual? | IBM. <https://www.ibm.com/es-es/topics/visual-inspection>

MTOP. (2021, agosto 3). Se instalan los aisladores sísmicos en el hospital del cantón Pedernales en Manabí. *Manabí Noticias*. <https://manabinoticias.com/se-instalan-los-aisladores-sismicos-en-el-hospital-del-canton-pedernales-en-manabi/>

Muñoz Pinos, D. A., & Rivera Jiménez, S. D. (2025). *Estimación de daños en mampostería confinada bajo cargas dinámicas en la ciudad de Cuenca* [bachelorThesis, Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/15897>

Proaño. (2014). *TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL*.

StudySmarter. (2024). *Comportamiento Estructural: Técnicas de Análisis Estructural*. StudySmarter ES.  
<https://www.studysmarter.es/resumenes/estudios-de-arquitectura/tecnologia-y-modelos/comportamiento-estructural/>

StudySmarter. (2025). *Simulación Estructural: Ejemplos, Definición* | StudySmarter. StudySmarter ES.  
<https://www.studysmarter.es/resumenes/ingenieria/aviacion/simulacion-estructural/>

Szahidewicz, D. (2025). *What Is Validation Testing? Software Testing Guide*. BugBug. <https://bugbug.io/blog/software-testing/validation-testing/>

TWI. (2024). *What is Dynamic Loading? (A Definitive Guide)*. TWI.  
<https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-dynamic-loading.aspx>

ULEAM, U. (2020). *U. A. de Formación Técnica y Tecnológica, Educación Virtual y otras modalidades de estudio*.  
<https://carreras.uleam.edu.ec/unitev/mision-y-vision/>

wicitec. (2013, abril 1). *INTERPRETACIÓN Y LECTURA DE PLANOS ESTRUCTURALES PARTE 1—El Oficial*.  
<https://www.eloficial.ec/interpretacion-y-lectura-de-planos-estructurales-parte-1/>

## ANEXOS

Nombre del Artículo	Valor Unitario (\$)	Cantidad	Total (\$)
Juego de Dados y Llaves (6-24 mm)	\$ 30,00	1	\$ 30,00
Martillo de 16 oz	\$ 20,00	2	\$ 40,00
Alicates de Corte	\$ 15,00	2	\$ 30,00
Desarmadores (Juego 6 piezas)	\$ 20,00	2	\$ 40,00
Llave Rachet (3/8")	\$ 25,00	1	\$ 25,00
Juego de Brocas (HSS)	\$ 20,00	1	\$ 20,00
Cinta métrica 5m	\$ 8,00	2	\$ 16,00
Pinzas de presión	\$ 18,00	1	\$ 18,00
Guantes de protección	\$ 4,00	2	\$ 8,00
Caja de herramientas (plástico)	\$ 15,00	1	\$ 15,00
Destornillador de impacto	\$ 13,00	1	\$ 13,00
Llave inglesa (6")	\$ 10,00	1	\$ 10,00
Multímetro digital	\$ 35,00	1	\$ 35,00
<b>Total</b>			<b>\$300,00</b>

Anexo 1: Tabla de presupuesto



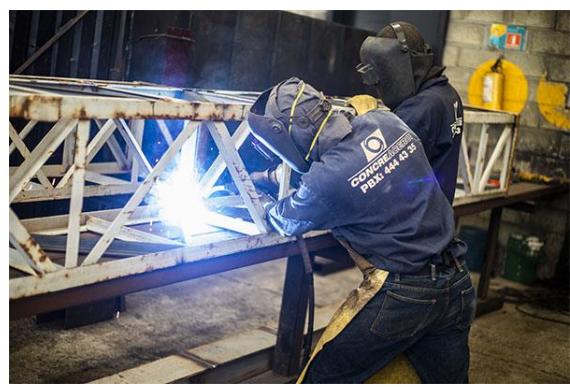
Anexo 2: Protecciones en estanterías metálicas



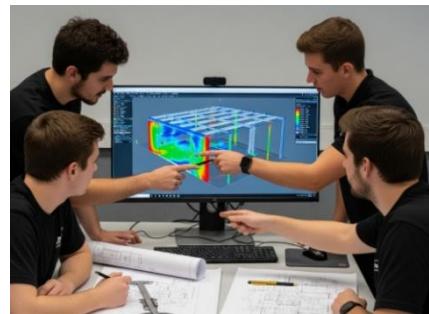
Anexo 3: Observación visual del galpón



Anexo 4: Estructura de un Galpón



Anexo 5: Soldadura de estructura metálica



Anexo 6: Diseño y simulación de la estructura del galpón