



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

Análisis térmico de un sistema de aire acondicionado para oficinas en la carrera de Electromecánica en la ULEAM Extensión El Carmen.

Autores:

Carla Maritza Manzaba Manzaba

Alexis Joel Barreros Naucin

Tutor:

Ing. Fernando López, Mg.

Unidad Académica:

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

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-05-IT-001-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE LAS CARRERAS TÉCNICAS Y TECNOLÓGICAS	VERSIÓN: 3
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Extensión El Carmen de la carrera de Electromecánica de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Manzaba Manzaba Carla Maritza, legalmente matriculado/a en la carrera de Electromecánica, periodo académico 2025(1), cumpliendo el total de 144 horas, cuyo tema del proyecto es "Análisis térmico de un sistema de aire acondicionado para oficinas en la carrera de electromecánica en la uleam extensión El Carmen."

El presente trabajo de titulación ha sido desarrollado en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Lugar, 8 de diciembre de 2025.

Lo certifico,



Ing. Fernando López, MSc.
Docente Tutor(a)
Área: Electromecánica

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-05-IT-001-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE LAS CARRERAS TÉCNICAS Y TECNOLÓGICAS	VERSIÓN: 3 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Extensión El Carmen de la carrera de Electromecánica de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Barreros Naucin Alexis Joel, legalmente matriculado/a en la carrera de Electromecánica, período académico 2025(1), cumpliendo el total de 144 horas, cuyo tema del proyecto es "Análisis térmico de un sistema de aire acondicionado para oficinas en la carrera de electromecánica en la uleam extensión El Carmen."

El presente trabajo de titulación ha sido desarrollado en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Lugar, 8 de diciembre de 2025.

Lo certifico,



Ing. Fernando López, MSc.
Docente Tutor(a)
Área: Electromecánica

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.

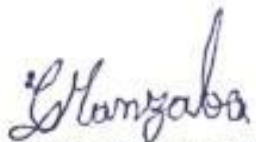
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quienes suscriben la presente:

Carla Manzaba, Alexis Barrero

Estudiantes de la Carrera de **Tecnología Superior en Electromecánica**, declaramos bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: "Análisis térmico de un sistema de aire acondicionado para oficinas en la carrera de Electromecánica en la ULEAM Extensión El Carmen", 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.

El Carmen, septiembre del 2025


Carla Manzaba


Alexis Barreros



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: "Análisis térmico de un sistema de aire acondicionado para oficinas en la carrera de Electromecánica en la ULEAM Extensión El Carmen" de sus autores: Carla Manzaba, Alexis Barreros de la Carrera "Tecnología Superior en Electromecánica", y como Tutor del Trabajo el Ing. Fernando López, Mg.

Septiembre de 2025

Econ. Tito Cedeño, Mag.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Fernando López, Mg.

TUTOR

Ing. Patricio Quiroz, Mag.

PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL

Ing. Clara Pozo, Mag.

SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida, la fortaleza y sabiduría para alcanzar este logro.

A mí misma, por la perseverancia y el esfuerzo dedicado a este proyecto. A mi familia por su amor y apoyo constante.

A mi tutor, Ing. Fernando López, por su guía experta y apoyo constante, a la Lic. Sofía gracias por escucharme y ayudarme cuando la he necesitado.

A los miembros del jurado por su tiempo y dedicación en la evaluación de esta tesis. Finalmente, agradezco a todas las personas que me ayudaron y apoyaron en este camino gracias por creer en mí y motivarme a seguir adelante.

Carla Manzaba

Agradezco a Dios por su amor y guía, a mi familia por su apoyo incondicional y a mí tutor por su sabiduría y orientación.

Gracias a todos por ser parte de este logro.

Alexis Barreros

DEDICATORIA

A lo largo de este arduo camino, he aprendido que los sueños no se alcanzan en soledad si no gracias al amor, la paciencia y el apoyo de quienes nos rodean.

Dedico este trabajo a Dios Todopoderoso, quien me ha brindado fuerza, sabiduría y resiliencia en cada paso de este trayecto académico.

A mí querida familia, gracias de todo corazón por su apoyo y amor incondicional.

A mí madre Dolores Manzaba por haber sido mi motor y fuente de inspiración para superar cada reto.

Tatiana y Wendy, con todo mi cariño y gratitud, dedico este trabajo a ustedes mis queridas hermanas. Gracias por su constante apoyo, por permanecer siempre a mi lado en cada paso.

Su compañía ha sido fundamental para alcanzar esta meta.

Carla Manzaba

A Dios, por darme la vida y la oportunidad de alcanzar este logro. A mí familia por ser mi roca y mi apoyo en todo momento.

Alexis Barreros

RESUMEN

El presente estudio analiza las condiciones térmicas y el desempeño del sistema de aire acondicionado en las oficinas de la carrera de Electromecánica de la ULEAM Extensión El Carmen. El problema que se identificó las oficinas no constan con un sistema eficiente de aire acondicionado que asegure comodidad térmica apropiada para los docentes y alumnos, la cual afecta el bienestar y productividad. Se recopilaron datos técnicos y dimensionales, se elaboraron planos CAD y se realizó una simulación térmica para evaluar la eficiencia y el cumplimiento normativo. Los resultados evidencian áreas de mejora en la distribución del flujo de aire y el control de temperatura, proponiéndose un sistema optimizado con gestión inteligente y monitoreo en tiempo real. Esta propuesta busca reducir el consumo energético, mejorar el confort térmico y prolongar la vida.

PALABRAS CLAVES: Aire acondicionado, análisis térmico, eficiencia energética, simulación, confort térmico.

ABSTRACT

This study analyzes the thermal conditions and performance of the air conditioning system in the offices of the Electromechanical Engineering program at ULEAM Extension El Carmen. The problem identified was that the offices do not have an efficient air conditioning system that ensures appropriate thermal comfort for teachers and students, which affects their well-being and productivity. Technical and dimensional data were collected, CAD plans were drawn up, and a thermal simulation was performed to evaluate efficiency and regulatory compliance. The results show areas for improvement in airflow distribution and temperature control, proposing an optimized system with intelligent management and real-time monitoring. This proposal seeks to reduce energy consumption, improve thermal comfort, and extend the system's life.

Keywords: air conditioning, thermal analysis, energy efficiency, simulation, thermal comfort.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	¡Error! Marcador no definido.
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	2
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO	4
DEDICATORIA.....	5
RESUMEN	6
PALABRAS CLAVES:	6
ABSTRACT	7
ÍNDICE	8
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	9
ÍNDICE DE TABLAS	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
1.1. PROBLEMA.....	12
1.2. JUSTIFICACIÓN	13
1.3. OBJETIVOS	14
1.3.1. Objetivo general	14
1.3.2. Objetivos específicos	14
1.4. METODOLOGÍA.....	15
1.4.1. Procedimiento	15
1.4.2. Técnicas	15
1.4.3. Métodos.....	16
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	17
2.1. DEFINICIONES	17
2.2. ANTECEDENTES	19
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS.....	21
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA	23
3.1. DESARROLLO	23
3.1.1. Descripción de la propuesta	23
3.1.2. Etapas	24
3.2. RESULTADOS	25

Objetivo 1: Logro obtenido.....	25
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	30
4.1. CONCLUSIONES.....	30
4.2. RECOMENDACIONES	31
BIBLIOGRAFÍA	32
ANEXOS	34

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Oficina simplificada	26
Figura 2. Ubicación de entrada y salida de aire	27
Figura 3. Flujos de aire	28
Figura 4. Trayectoria de la temperatura en la oficina	28
Figura 5. Descripción de la temperatura de los elementos de la oficina	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Temperaturas en Zonas entrada y salida.....	26
--	----

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El confort térmico en el ambiente de trabajo es un elemento clave para la productividad y la salud de los empleados. Un sistema de aire acondicionado eficiente asegura no solo las condiciones ambientales adecuadas, sino que también disminuye el consumo de energía y reduce al mínimo el impacto en el medio ambiente. La Agencia Internacional de Energía (IEA) indica que los sistemas de climatización constituyen alrededor del 40% del uso de energía en edificios comerciales, lo que destaca de relieve la relevancia de mejorar su funcionamiento. Investigaciones anteriores han relevado que temperaturas inapropiadas pueden tener impacto negativo en la concentración y el rendimiento de los trabajadores, lo cual incrementa el cansancio y disminuye la productividad en el trabajo (Pérez, 2020). Por lo tanto, es crucial llevar a cabo un estudio térmico exhaustivo de los sistemas acondicionado en oficinas, con el objetivo de detectar oportunidades para mejorar y alcanzar una armonía entre la eficiencia energética y el confort.

Mediante el análisis térmico de los sistemas de aire acondicionado, se puede valorar su rendimiento y encontrar dificultades vinculadas a la distribución del aire, las pérdidas térmicas y el exceso de tamaño de los equipos. Varios estudios han evidenciado que, si se realizan en práctica tácticas como el mantenimiento preventivo, la automatización y la utilización de tecnologías eficaces, se puede conseguir un ahorro energético de hasta un 30% en inmuebles comerciales (López, 2022). Asimismo, la utilización de modelos computacionales en la simulación térmica posibilita que se identifiquen puntos críticos dentro del sistema, lo cual hace posible mejorar su funcionamiento (Martínez, 2021). En esta línea, el objetivo de este estudio es examinar el comportamiento térmico de un sistema de aire acondicionado en oficinas y sugerir soluciones que se base en la sostenibilidad y la eficiencia energética.

La eficiencia energética y el confort térmico en sistemas de aire acondicionado para oficinas han sido objeto de investigación en varios estudios recientes. En un edificio de oficinas, Rodríguez (2018), llevó a cabo simulaciones dinámicas

para analizar el rendimiento térmico de los sistemas constructivos, encontrando avances importantes en la eficiencia energética a través de elegir correctamente los materiales y las estrategias de ventilación. Por otra parte, un estudio técnico sobre la eficiencia energética de los sistemas HVAC (Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado) resaltó lo importante que es mejorar el rendimiento de estos sistemas de aire acondicionado y refrigeración para disminuir costos y atenuar el impacto ecológico (Gómez, 2020). Estudios recientes han analizado modelos adaptativos para el análisis del ahorro energético y la comodidad térmica en oficinas, subrayando la importancia de gestionar eficazmente los sistemas de HVAC a fin de impulsar prácticas ecológicas y mejorar la calidad de vida de las personas que ocupan dichos espacios. Estas investigaciones enfatizan la importancia de aplicar tecnologías avanzadas a métodos novedosos en la climatización de oficinas para conseguir construcciones más eficaces y sostenibles (Martínez S. &, 2021)

Para optimizar la eficiencia energética, disminuir los gastos de operación y asegurar el bienestar de los ocupantes, es esencial realizar un análisis térmico de los sistemas de aire acondicionado en las oficinas. Si un sistema de climatización no es eficiente, puede provocar que la energía se consuma en exceso. Esto incrementa las emisiones de CO₂ y tiene un impacto negativo sobre la sostenibilidad del medio ambiente. Así mismo, investigaciones han revelado condiciones térmicas no adecuadas pueden reducir la productividad del trabajo; por lo tanto, es esencial perfeccionar el funcionamiento de estos sistemas mediante la implementación de estrategias que logren un balance entre la eficiencia y el confort térmico.

El análisis térmico de los sistemas de aire acondicionado está directamente vinculado con la carrera de Electromecánica, requiere de conocimientos en cuanto a termodinámica, transferencia de calor y eficacia energética. Los ingenieros electromecánicos tienen un rol fundamental en la instalación, diseño, optimización y mantenimiento de estos sistemas, garantizando su funcionamiento adecuado y reduciendo el uso de energía. En este sentido, la formación en Electromecánica ofrece las herramientas necesarias para examinar

cómo se comportan técnicamente los sistemas HVAC y para crear soluciones innovadoras que optimicen su eficiencia. Por lo tanto, este estudio no solo ayuda a disminuir el impacto sobre el medio ambiente, sino que también reafirma la implementación práctica de los principios primordiales de la carrera.

1.1. PROBLEMA

El servicio ineficiente de los sistemas de aire acondicionado en las oficinas plantea un reto importante en lo que se refiere al consumo energético, la comodidad térmica y los costos operativos. La falta de un adecuado sistema de climatización en muchos edificios provoca que los ocupantes se sientan incómodos, lo cual tiene un efecto negativo en su bienestar y productividad. Además, el desperdicio de energía y la degradación temprana de los equipos son causados por un diseño deficiente, la falta de mantenimiento y la carencia de estrategias de control automatizado; estos elementos no solo hacen que los costos económicos se eleven, sino que, a causa del incremento de emisiones de contaminantes, también tienen un impacto sobre el medio ambiente. Por esta razón, se vuelve esencial llevar a cabo un análisis térmico, que posibilite detectar problemas y sugerir soluciones que ayuden a mejorar el rendimiento de estos sistemas en oficinas.

En las oficinas de la carrera de Electromecánica de la ULEAM, extensión El Carmen, no hay un sistema eficiente de aire acondicionado que asegure comodidad térmica apropiada para los docentes y alumnos. Las condiciones laborales en la actualidad provocan malestar y deterioran la productividad, sobre todo durante en las temporadas de calor extremo; esta situación requiere diseñar junto con un simulador que posibilite el análisis del comportamiento

térmico de los espacios y la justificación técnica de la propuesta antes de que sea puesta en marcha.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La evaluación térmica de los sistemas de aire acondicionado en oficinas es un campo fundamental para la capacitación de tecnólogos electromecánicos, porque combina saberes sobre eficiencia energética, transferencia de calor y termodinámica. La creación de laboratorios especializados evidencia el compromiso del ámbito académico con la investigación y el progreso en este ámbito. Los alumnos pueden enfrentar los retos contemporáneos vinculados con el consumo energético y la transformación climática gracias a este laboratorio, que cuenta con tecnología de punta y posibilita una capacitación práctica en la gestión de diseño de sistemas de climatización. Asimismo, investigaciones técnicas subrayan la importancia de mejorar la eficiencia energética en sistemas HVAC/R debido a su efecto en disminución de los costos operativos y de las emisiones contaminantes (García, 2022). Incorporar estos conocimientos en el plan de estudios académicos capacita a los profesionales del futuro para que creen soluciones sostenibles e innovadoras en el campo de la refrigeración y climatización.

Este estudio evidencia que, en términos de tecnología el análisis térmico de los sistemas de aire acondicionado en las oficinas se justifica por el rápido avance tecnológico en climatización. La eficiencia energética y el confort térmico se optimizan cuando se insertan sistemas automatizados y sensores inteligentes, ya que esto permite la producción de estos sistemas se adapte a la demanda real; los sistemas HAVC inteligentes son capaces de disminuir el consumo energético al ajustarse a las rutinas de los propietarios, alcanzando reducciones de hasta el 8% en las facturas anuales de energía (EPB, 2020). Adicionalmente, el uso de tecnologías como los sistemas inverter y la recuperación de calor hace que el empleo de la energía sea más eficaz y sostenible (Mendoza, 2021). No solo se optimiza el uso de energía, sino también se incrementa la calidad de aire

y el bienestar de los ocupantes al automatizar y controlar de manera inteligente los sistemas.

La investigación térmica de los sistemas de aire acondicionado para oficinas está en relación con la línea institucional que se enfoca en la Tecnología Electromecánica, la cual fomenta el estudio y la optimización de sistemas energéticos y la eficacia de construcciones. La ULEAM promueve investigación en campos que ayuden a disminuir el uso de energía y a cuidar el medioambiente, como parte de su compromiso con la sostenibilidad y el desarrollo de tecnologías efectivas; este estudio no solo completa las metas del programa, sino que también promueve el progreso de tecnologías novedosas que se aplican a la climatización eficiente.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Realizar un análisis térmico del sistema de aire acondicionado actual en las oficinas de la carrera de Electromecánica de la ULEAM

1.3.2. Objetivos específicos

- Recopilar datos técnicos y dimensionales del sistema de aire acondicionado y las oficinas de la ULEAM.
- Elaborar los dibujos CAD del sistema y del espacio de las oficinas.
- Realizar la simulación térmica y el análisis de los resultados de la simulación.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Procedimiento

El proyecto se desarrolló a través de diversos pasos sistemáticos. Primero se reunirán datos dimensionales como el consumo de energía y la temperatura en las oficinas de la carrera de Electromecánica de la ULEAM ubicada en la extensión El Carmen.

Luego, se efectuó una simulación de la temperatura en los espacios mediante un software especializado, lo que permitió examinar cómo funciona el sistema de aire acondicionado en este momento. Se detectaron áreas con escasa eficiencia térmica o dificultades en la distribución de aire en este espacio.

Con base en el análisis realizado, se presentó unas imágenes CAD donde se plasmó la simulación de los sistemas de aire acondicionado de las oficinas y también la eficiencia energética y confort térmico para que sean adaptables a los requerimientos del ambiente.

1.4.2. Técnicas

Simulación térmica. – Esta técnica posibilita la simulación del comportamiento térmico de un sistema o espacio. Es esencial para observar cómo se distribuyen la temperatura y el flujo de aire en la oficina, lo que permite determinar los puntos críticos en los sistemas de aire acondicionado (Gonzalez, 2020). Esta técnica se utilizó en la etapa de análisis térmico, lo que permitió detectar las carencias de los sistemas y los espacios de la oficina con mayor requerimiento de optimización.

Monitoreo en tiempo real. – Para medir la temperatura y el uso de energía de los sistemas de aire acondicionado, se emplearán la simulación. Esta técnica permite conseguir información exacta sobre el rendimiento actual del sistema, lo que facilitará la evaluación de su eficacia (Smith, 2019). Se implementó a lo largo del proceso de estudio y valoración del sistema.

1.4.3. Métodos

- ✓ **Método experimental.** – Se fundamenta en la recopilación e investigación de datos que se adquieren directamente de las mediciones realizadas en los sistemas de aire acondicionado cuando están funcionando. Este método, de acuerdo con Pérez & Gómez (2020), posibilitará la evaluación del desempeño real de los equipos y su comparación con los valores teóricos de eficiencia energética. Se basó en la simulación para medir la temperatura con el objetivo de medir resultados conseguidos y sugerir mejoras basadas en datos reales.
- **Método de análisis comparativo.** – Se empleó para contrastar los resultados de los sistemas actuales con los de tecnologías más sofisticadas, tales como los sistemas inverter o los de recuperación de calor, lo que permitió determinar las diferencias en términos de eficiencia energética y rendimiento (Fernández, 2021). Este procedimiento se llevó a cabo en la etapa de evaluación y sugerencias de soluciones.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES

2.1.1. Sistemas de Aire Acondicionado (HVAC)

Los sistemas HVAC (Calefacción, Ventilación y aire acondicionado), constituyen un conjunto de tecnologías que desarrollaron con el propósito de regular las condiciones ambientales al interior de los edificios, garantizando así la calidad de aire y el confort térmico. Estos sistemas compuestos por partes como conductos, unidades de tratamiento de aire, compresores, evaporadores y sistemas de control; todos ellos funcionan juntos para controlar la temperatura, la humedad y el flujo de aire en lugares cerrados. De acuerdo con la Comisión de Energía California, para asegurar un desempeño ideal y sustentable en construcciones comerciales y residenciales, los sistemas HVAC tienen que cumplir con los estándares de eficiencia energética (California, 2020).

2.1.2. Eficiencia Energética

La capacidad de un sistema o dispositivo para emplear la menor cantidad de energía posible para llevar a cabo una función específica, sin poner en riesgo su rendimiento, se conoce como eficiencia energética. En el ámbito de los sistemas HVAC, tener una eficiencia energética alta significa que el sistema ofrece el confort térmico requerido con la menor cantidad de energía posible; esto se traduce en un descenso de las emisiones de gases de efecto invernadero y un coste operativo más bajo. El RITE establece las demandas de eficiencia energética que deben satisfacer las instalaciones térmicas en los edificios, fomentando así el empleo racional de la energía y la sostenibilidad del medio ambiente (Ministerio de Industria, 2019).

2.1.3. Análisis Térmico

El análisis térmico en sistemas de aire acondicionado implica examinar la conducta térmica de un espacio o sistema, determinando como el calor se distribuye y transfiere en un medio específico. Esta evaluación posibilita identificar zonas con pérdidas o ganancias térmicas notables, analizar la eficacia

de los sistemas HVAC y sugerir mejoras para maximizar su rendimiento. Para llevar a cabo un análisis térmico preciso y así tomar decisiones informadas en la operación y diseño de sistemas de climatización, son esenciales herramientas como la vigilancia en tiempo real y las simulaciones por computadora (BOE, 2007).

2.1.4. Transferencia de Calor en Entornos de Oficina

La distribución de calor en espacios de oficina es un elemento fundamental al analizar y diseñar sistemas de aire acondicionado. La conducción, la radiación y la convección son los métodos fundamentales de transferencia térmica; se refiere a la transferencia de calor que ocurre a través de elementos sólidos, como ventanas y paredes. La convección es la transferencia de calor por medio de fluidos, como lo es del aire; la radiación consiste en la emisión de energía térmica en ondas electromagnéticas. En las oficinas, estos procedimientos interactúan de manera continua a causa de factores como la ocupación, la iluminación y el empleo de dispositivos electrónicos, lo cual impacta directamente en el confort térmico y en la eficiencia energética del lugar. Para concebir sistemas HVAC que sean sostenibles y eficaces es fundamental entender este mecanismo (Sagafluid, 2021).

2.1.5. Cálculo de Cargas Térmicas

El ajuste correctamente los sistemas de climatización en oficinas, es esencial para calcular las cargas térmicas; este procedimiento supone calcular la cantidad de energía térmica que un espacio requiere adquirir o eliminar para sostener condiciones de comodidad. Este cálculo se ve afectado de manera significativa por elementos como la ocupación, las cargas internas producidas por actividades y equipos, la orientación del edificio, las propiedades de la envolvente térmica y el clima local. Para llevar a cabo auditorías energéticas que impliquen la valoración de cargas térmicas en edificios, se establece la norma ISO 50002, lo cual posibilita una descripción exacta y eficaz del comportamiento de los espacios (Antioquia, 2024).

2.1.6. Eficiencia Energética en Sistemas HVAC

Para disminuir el uso de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero en los inmuebles destinados a oficinas, la eficiencia energética en sistemas HVAC resulta esencial. La implementación de tecnologías avanzadas, por ejemplo, sistemas de control inteligente y equipos muy eficientes, posibilita la optimización de desempeño de los sistemas de climatización. Asimismo, para asegurar su eficacia a largo plazo, es fundamental el mantenimiento regular y el funcionamiento adecuado de estos sistemas: se calcula que, en edificios comerciales y residenciales, los sistemas HVAC son responsables de alrededor del 35% de energía consumida. Esto resalta lo importante que es optimizar su eficiencia para conseguir construcciones más sostenibles (CORDIS, 2016).

2.1.7. Aplicación en la Carrera de Electromecánica

El análisis térmico de sistemas de aire acondicionado es especialmente importante para formar a los profesionales que se están preparando en la carrera de Electromecánica. Los alumnos obtienen conocimientos acerca de la termodinámica, la transferencia de calor, los sistemas de control y la eficiencia energética, que pueden ser utilizados para diseñar, instalar y mantener sistemas HVAC. El entendimiento de estos principios posibilita que los futuros tecnólogos electromecánicos colaboren en la creación de soluciones eficaces y sustentables para la climatización de espacios, lo que está en conexión con las exigencias actuales de sostenibilidad y eficiencia energética en instalaciones.

2.2. ANTECEDENTES

La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), institución pública de educación superior con sede principal en Manta, Ecuador, se estableció en 1985. Con la finalidad de descentralizar la educación a nivel superior y fomentar el desarrollo regional, desde que fue fundada, ULEAM ha extendido su presencia en Manabí por medio de la creación de extensiones universitarias en distintas poblaciones. Una de estas extensiones es la ubicada en el cantón El Carmen, que ha tenido una función esencial en la educación profesional y académica del sector norte de la provincia (ULEAM, 2023).

La Extensión El Carmen de la ULEAM fue establecida con la misión de ofrecer programas académicos que respondan a las necesidades locales y regionales, contribuyendo al desarrollo social y económico de la comunidad. A lo largo de los años, esta extensión ha ampliado su oferta académica, incorporando carreras técnicas y de pregrado en áreas como Administración de Empresas, Educación, Derecho, y Electromecánica, entre otras.

Antes de la ejecución del presente proyecto, la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM) en la carrera de Electromecánica ha desarrollado diversas iniciativas y estudios relacionados con el análisis térmico y la implementación de sistemas de aire acondicionado en sus instalaciones. Estas acciones han sido fundamentales para mejorar las condiciones de confort térmico y la eficiencia energética en los espacios universitarios (ULEAM, 2023).

Un estudio importante es el análisis sobre el confort térmico adaptativo en entornos universitarios, en los que se examinó la percepción térmica de los alumnos con respecto al uso de sistema de aire acondicionado. Los resultados mostraron que una parte importante de los encuestados pasaba entre 3 a 5 horas al día en espacios con climatización, lo cual subraya la necesidad de mejorar estos sistemas para asegurar la buena salud de la comunidad universitaria.

Además, se han llevado a cabo proyectos de titulación enfocados en el diseño, cálculo e instalación de sistemas eléctricos, neumáticos y de climatización en equipos específicos, como centros de mecanizado CNC. Estos trabajos han permitido a los estudiantes aplicar conocimientos teóricos en contextos prácticos, fortaleciendo sus competencias en el área de la electromecánica.

Con respecto a la infraestructura, la ULEAM ha puesto en marcha inversiones importantes para comprar e instalar equipos de aires acondicionados en varias unidades académicas y administrativas. Estas medidas tienen como objetivo optimizar las condiciones ambientales internas, lo que favorece tanto la productividad como el confort de los alumnos y del personal docente.

Estas iniciativas demuestran el compromiso de la ULEAM con la mejora continua de sus instalaciones y con la educación integral de sus alumnos, estableciendo las bases para futuros proyectos que buscan optimizar los sistemas de climatización y fomentar la eficiencia energética dentro del contexto universitario.

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

2.3.1. Europa

Pisello et al. (2015) realizaron una investigación importante en el ámbito del análisis térmico de oficinas, la cual tuvo lugar en Perugia, Italia, Europa. La investigación examinó la eficiencia energética y el confort térmico de oficinas utilizando simulaciones dinámicas y análisis in situ. Para analizar las condiciones térmicas en los interiores, los investigadores utilizaron el índice PMV (Predicted Mean Vote) y el PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied), teniendo en cuenta la climatización y el diseño arquitectónico; los resultados mostraron que el rendimiento térmico global fue influenciado por la orientación del edificio, el aislamiento térmico y los patrones de uso. Esta investigación muestra que el análisis térmico es esencial para mejorar los sistemas HVAC en climas templados (Pisello, 2015).

2.3.2. América Latina

En la región de América Latina, se llevó a cabo un análisis energético en oficinas climatizadas en Caracas, Venezuela, por parte de Díaz y Hernández (2021). El análisis detectó problemas en la estructura del sistema de aire acondicionado y sugirió alternativas para disminuir el consumo energético sin afectar el confort térmico. Para asegurar lugares de trabajo aptos y eficaces en climas cálidos, este tipo de análisis es fundamental (Díaz, 2021).

2.3.3. Ecuador

En Ecuador, se han realizado investigaciones que tratan de la climatización y del análisis térmico en oficinas, resaltando la relevancia de mejorar el confort térmico y la eficiencia energética en varias provincias. En la ciudad de Tulcán, un análisis

del confort térmico en espacios de oficinas situados en la zona climática 5, tomando en cuenta las condiciones ambientales particulares de la zona. Esta investigación aportó información importante acerca de la manera en que las condiciones climáticas locales afectan la percepción del confort térmico en ambientes de oficina (Valverde, 2022).

2.3.4. Manabí

En la ciudad de Manta, se llevó a cabo una evaluación del clima para oficinas, laboratorios y planta de proceso en una compañía que produce atún enlatado. El análisis realizado, se centró en calcular las cargas térmicas necesarias en diferentes áreas, conforme a los estándares de buenas prácticas industriales y garantizando un ambiente apropiado para la salud laboral (Delgado Mieles, 2016).

Estas investigaciones muestran el compromiso de varias regiones ecuatorianas por optimizar las condiciones térmicas en los lugares de trabajo, adecuándose a las necesidades particulares y a las características climáticas del lugar.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1. DESARROLLO

Cada actividad se alinea con los objetivos específicos planteados, enfocándose en el análisis térmico del sistema actual de aire acondicionado de las oficinas de la carrera de Electromecánica de la ULEAM Extensión El Carmen. Se incluye la recopilación de datos técnicos, el diseño asistido por computadora (CAD) del sistema y la realización de simulaciones térmicas para plantear una mejora integral al sistema actual.

3.1.1. Descripción de la propuesta

Objetivo Específico 1: Recopilar datos técnicos y dimensionales del sistema de aire acondicionado y las oficinas de la ULEAM.

Para cumplir con este objetivo se midieron las dimensiones físicas de la oficina de coordinación de la carrera de Educación Básica: largo 3 m, ancho 3 m y altura 2,6 m, lo que da volumen total de $23,4 \text{ m}^3$. La temperatura exterior se fijó en 30°C , al igual que la temperatura inicial de todos los elementos internos; se identificó un equipo de aire acondicionado tipo Split de 9000 BTU, instalado a 40 cm del techo, con salida de aire de $1 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}$, a una velocidad de 5 m/s y temperatura de 16°C .

Objetivo Específico 2: Elaborar los dibujos CAD del sistema y del espacio de las oficinas.

Utilizando el software AutoCAD, se diseñó un modelo CAD simplificado de la oficina, omitiendo elementos no relevantes para la simulación como puerta y

ventanas, pero representando con precisión la ubicación de la entrada de aire y salida bajo la puerta. Este modelo fue base para la simulación térmica.

Objetivo Específico 3: Realizar la simulación térmica y el análisis de los resultados de la simulación.

Se emplearon las condiciones de entrada (temperatura, velocidad y presión) y salida para simular la distribución térmica del aire en la oficina. La salida se consideró como un espacio bajo la puerta, a presión atmosférica (101 325 Pa) y temperatura inicial de 30 °C. se evaluó como el aire frío se distribuye en el espacio y como interactúa con los elementos internos.

3.1.2. Etapas

Etapas 1: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 1.

- Medición de dimensiones de la oficina.

Oficina simplificada

- ✓ Tamaño de la oficina:
 - ✓ Largo: 3m
 - ✓ Ancho: 3m
 - ✓ Alto 2.6m
- Registro de condiciones térmicas iniciales y externas.
 - ✓ Temperatura ambiente del exterior: 30°C
 - ✓ Temperatura inicial de todos los elementos del interior: 30°C
- Especificación técnica del equipo de aire acondicionado.

Etapa 2: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 2.

- Creación de plano tridimensional de la oficina.
- Simplificación de elementos para optimizar la simulación.

Etapa 3: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 3.

- Configuración de parámetros de entrada y salida de aires.
- Procesamiento en software de análisis térmico.
- Obtención de mapas de temperatura y velocidad del flujo de aire.

3.1.3. PRESUPUESTO

En este estudio no se requirió un presupuesto por lo que es una simulación y obtuvo un costo cero.

3.2. RESULTADOS

Objetivo 1: Logro obtenido

- **Dimensiones y volumen de la oficina determinados con exactitud.**

La capacidad del aire acondicionado de 9000 BTU equivale a 2,64 kW, lo que es suficiente para un espacio de 23,4 m³ considerando condiciones de uso moderadas.

- Características del equipo y condiciones ambientales iniciales definidas.

Tabla 1. Temperaturas en Zonas entrada y salida

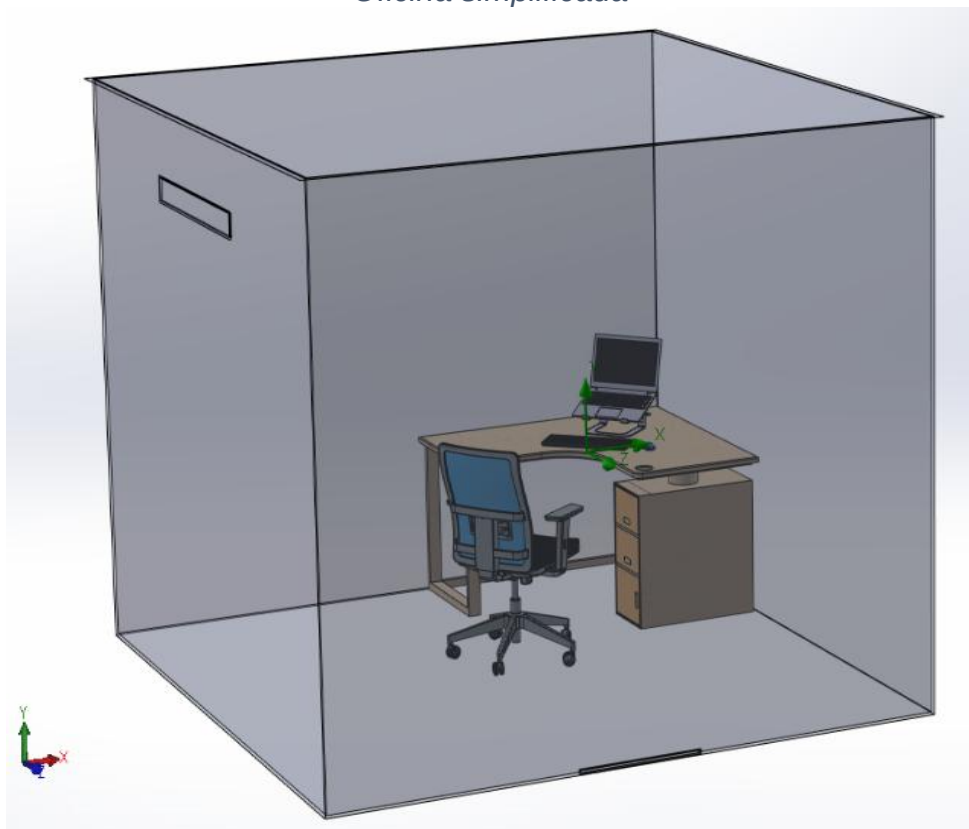
ZONAS	TEMPERATURA
Zona cercana a la salida del aire frío	16-20 °C
Zona central de la oficina	21-24 °C
Zona baja y esquina opuesta a la entrada (acumulación de aire caliente)	25-28 °C

Objetivo 2: Logro obtenido

- Representación precisa de la geometría y flujos de aire.

Figura 1.

Oficina simplificada



Ubicación precisa de entrada y salida de aire.

Entrada de aire:

Aire acondicionado de aproximadamente 9000 BTU

Ubicación: a 40cm desde el techo

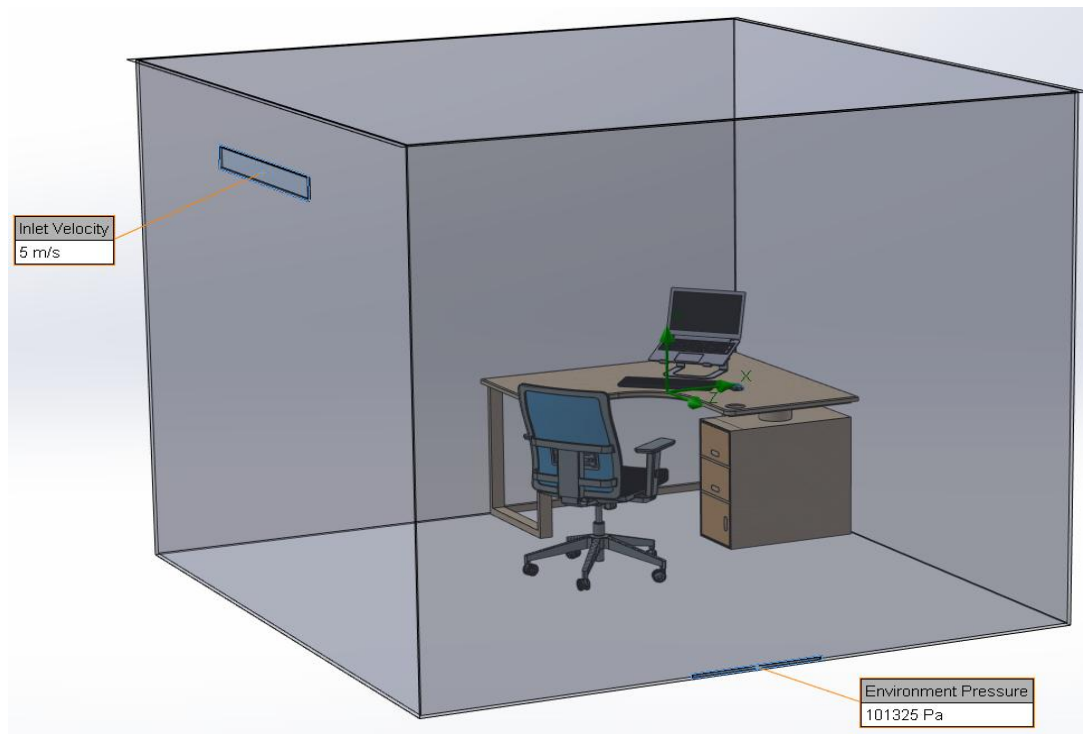
Dimensiones: 1m x 0.2m

Velocidad del aire: 5m/s

Temperatura del aire: 16°C

Figura 2.

Ubicación de entrada y salida de aire



Salida de aire:

Ubicación: Debajo de la puerta (Se dibuja el espacio bajo la puerta, pero no se dibuja puerta ni ventanas por simplificación)

Presión: 101325Pa (Presión atmosférica)

Temperatura de salida: 30°C.

Figura 3.

Flujos de aire

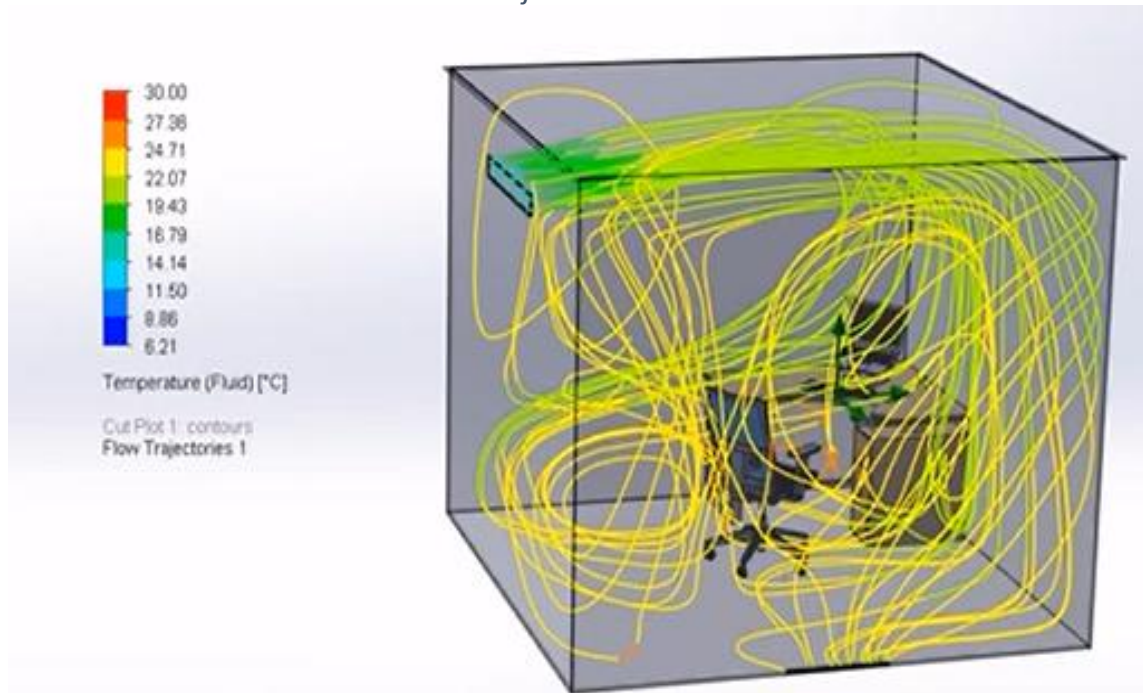
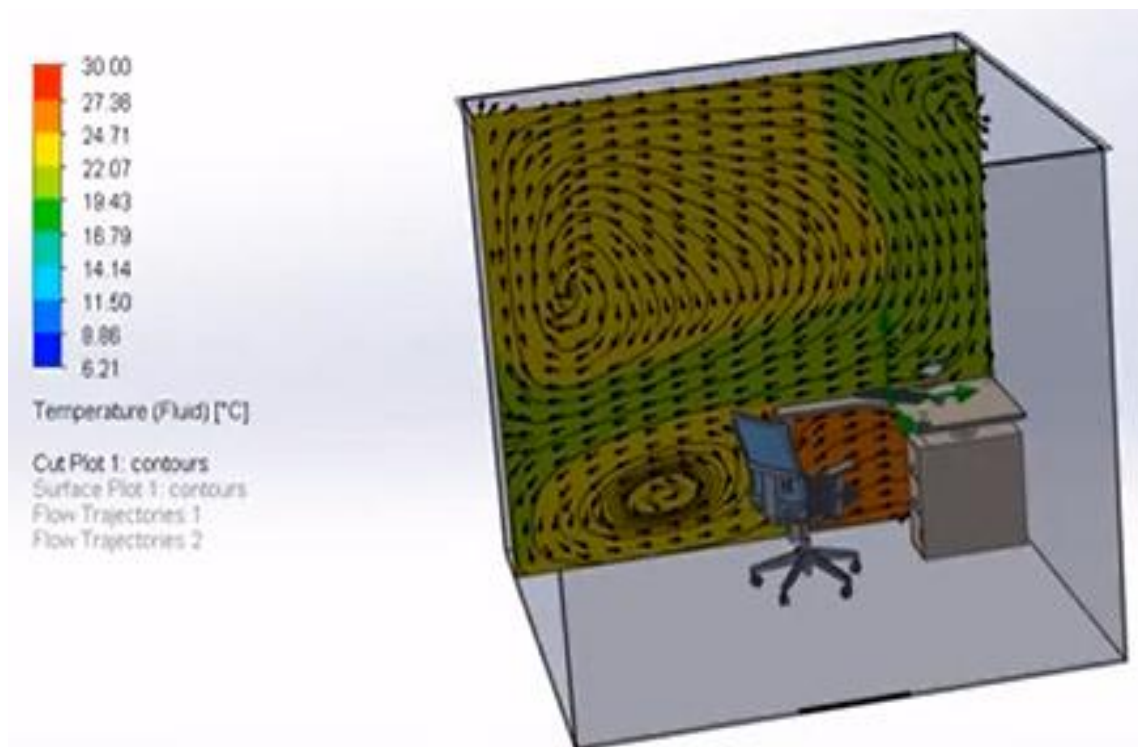


Figura 4.

Trayectoria de la temperatura en la oficina

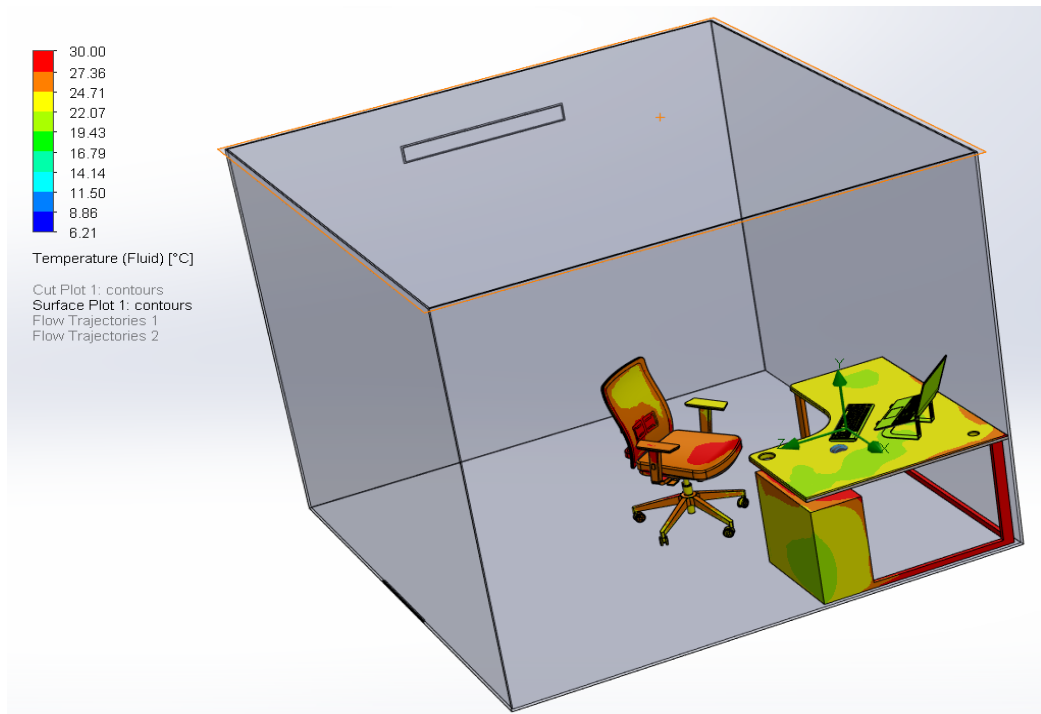


Objetivo 3: Logro obtenido

- Se observó que el aire frío se concentra en la parte alta y media de la oficina, mientras que la parte inferior cercana a la salida presenta una temperatura ligeramente mayor.

Figura 5.

Descripción de la temperatura de los elementos de la oficina



- Los resultados evidencian áreas de mejora en la distribución del flujo de aire y el control de temperatura, proponiéndose un sistema optimizado con gestión inteligente y monitoreo en tiempo real. Esta propuesta busca reducir el consumo energético, mejorar el confort térmico y prolongar la vida útil de los equipos.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Se logró recopilar de manera efectiva la información técnica y dimensional necesaria de las oficinas de la carrera de Electromecánica, incluyendo dimensiones físicas, distribución espacial, materiales de construcción y características del sistema del aire acondicionado instalado. Esta información fue esencial para identificar deficiencias del sistema y establecer las condiciones térmicas reales del entorno.
- Se concluyó con éxito la elaboración de los planos digitales en AutoCAD que representaron tanto la infraestructura de las oficinas como la disposición actual del sistema de climatización. Estos dibujos sirvieron como base para una simulación clara y precisa del espacio físico y los componentes del sistema.
- Finalmente se cumplió satisfactoriamente con la ejecución de simulaciones térmicas mediante herramientas digitales, evidenciando las falencias en el sistema actual de aire acondicionado.
- Los resultados obtenidos indicaron sobrecargas térmicas, consumo energético elevado y deficiencias en el confort térmico durante horarios críticos, lo cual justificó la necesidad de implementar mejores técnicas.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las Autoridades de la ULEAM realizar una inversión planificada para la actualización del sistema de aire acondicionado, priorizando unidades tipo inverter de alta eficiencia energética; ya que los análisis térmicos demostraron que el sistema actual no cubre adecuadamente las cargas térmicas generadas por la ocupación y las condiciones ambientales del entorno.
- Es recomendable establecer un cronograma de mantenimiento preventivo periódico para el sistema de climatización, incluyendo limpieza de filtros, verificación de carga de refrigerante y el control del funcionamiento eléctrico.
- Se sugiere el uso racional de los equipos eléctricos y ventilación natural cuando sea posible, como medida complementaria al sistema de climatización.
- Se aconseja ampliar el análisis térmico incluyendo factores como el aislamiento térmico de muros y techos, el comportamiento de la humedad relativa y la ventilación cruzada; con el fin de desarrollar soluciones más completas y adaptadas al entorno climático de la ULEAM Ext. El Carmen.

BIBLIOGRAFÍA

- Antioquia, U. d. (2024). Norma ISO 50002: Auditorías energéticas. <https://www.udea.edu.co>.
- BOE. (2007). Real Decreto 1027/2007, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). *España*.
- California, C. d. (2020). Guía para la eficiencia energética en sistemas HVAC para edificios comerciales y residenciales. *California Energy Commission*.
- CORDIS. (2016). Eficiencia energética en sistemas HVAC para edificios comerciales y residenciales. *Comisión Europea*.
- Delgado Mieles, J. &. (2016). Evaluación del clima para oficinas, laboratorios y planta de proceso en una empresa productora de atún enlatado en Manta, Ecuador. *Revista de Ingeniería Industrial*, 45-57.
- Díaz, M. &. (2021). Diagnóstico energético en oficinas climatizadas en Caracas, Venezuela: análisis y propuestas de mejora. *Revista Latinoamericana de Energía y Ambiente*, 112-124.
- EPB. (2020). Tecnologías inteligentes en sistemas HVAC: reducción de consumo energético. *Energy Performance Buildings Journal*, 45-53.
- Fernández, J. M. (2021). Análisis comparativo de tecnologías HVAC: sistemas inverter y recuperación de calor. *Ingeniería y Sostenibilidad*, 122-131.
- García, M. &. (2022). Importancia de la evaluación térmica en sistemas de aire acondicionado para la formación de ingenieros electromecánicos. *Revista Latinoamericana de Ingeniería y Energía*, 78-89.
- Gómez, R. &. (2020). Evaluación técnica de la eficiencia energética en sistemas HVAC/R para reducción de costos y emisiones. *Journal of Energy Engineering*, 102-115.
- Gonzalez, M. &. (2020). Simulación térmica aplicada a sistemas de aire acondicionado en edificios comerciales. *Revista Ingeniería y Tecnología*, 98-107.
- IEA. (s.f.). Energy efficiency 2021. *Agencia Internacional de Energía*. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2021>.
- López, M. S. (2022). Estrategias para el ahorro energético en sistemas de aire acondicionado en edificios comerciales. *Revista de Eficiencia Energética*, 23-34.

- Martínez, A. &. (2021). Simulación térmica computacional para la optimización de sistemas HVAC. *Ingeniería y Tecnología Aplicada*, 112-120.
- Martínez, S. &. (2021). Modelos adaptativos para el ahorro energético y confort térmico en oficinas. *Sistemas de Climatización y Eficiencia*, 20-31.
- Mendoza, J. (2021). Innovaciones tecnológicas en climatización: sistemas inverter y recuperación de calor para eficiencia energética. *Revista de Tecnología y Sostenibilidad*, 112-121.
- Ministerio de Industria, C. y. (2019). Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). *Gobierno de España*.
- Pérez, J. &. (2020). Impacto de las condiciones térmicas en la productividad laboral. *Revista de Ingeniería y Tecnología*, 45-53.
- Pérez, R. &. (2020). Evaluación del desempeño energético en sistemas de aire acondicionado mediante mediciones experimentales. *Revista de Ingeniería Energética*, 75-84.
- Pisello, A. L. (2015). Dynamic simulations and in situ analysis for energy efficiency and thermal comfort in office buildings: A case study in Perugia, Italy. *Energy and Buildings*, 170-181.
- Rodríguez, J. M. (2018). Simulaciones dinámicas para la mejora de la eficiencia energética en edificios de oficinas. *Revista Internacional de Ingeniería*, 45-58.
- Sagafluid. (2021). Fundamentos de transferencia de calor en sistemas HVAC. *Recuperado de <https://www.sagafluid.com>*.
- Smith, J. B. (2019). Monitoreo en tiempo real para la optimización de sistemas HVAC. *Journal of Building Performance*, 54-63.
- ULEAM. (2023). Historia y misión institucional. *Recuperado de <https://www.uleam.edu.ec>*.
- Valverde, J. (2022). Análisis del confort térmico en espacios de oficinas en la zona climática 5, Tulcán, Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Climatización y Energías Renovables*, 34-46.

ANEXOS

Anexo1. Oficina de Coordinación de Educación Básica



Anexo 2. Oficina de 3m ancho x 3m largo, altura de 2.6 m



Anexo 3. Aire acondicionado tipo Split de 9000 BTU





Carla Manzaba - Alexis Barreros

6%
Textos
sospechosos

- 1% Similitudes
 - 0% similitudes entre comillas
 - 0% entre las fuentes mencionadas
- 5% Idiomas no reconocidos
- 19% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: Carla Manzaba - Alexis Barreros.docx
ID del documento: 2ce7eca97a633f31be19feb221d798c22e76eef
Tamaño del documento original: 863,21 kB

Depositante: RENE FERNANDO LOPEZ BARBERAN
Fecha de depósito: 18/8/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 18/8/2025

Número de palabras: 5352
Número de caracteres: 36.554

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.thermal-engineering.org 10 Tipos de Sistemas HVAC para Control Climático... https://www.thermal-engineering.org/es/10-tipos-de-sistemas-hvac-para-control-climatico-en-...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
2	Documento de otro usuario #b0c883 Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (13 palabras)
3	Documento de otro usuario #7e303c Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (13 palabras)
4	repositorio.uilearn.edu.ec UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABI: Co... https://repositorio.uilearn.edu.ec/handle/123456789/7526	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
5	dx.doi.org Eficiencia de sistemas de aislamiento térmico http://dx.doi.org/10.56183/iberotecs.v3i2.631	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- <https://www.udea.edu.co>
- <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2021>
- <https://www.sagafluid.com>
- <https://www.uilearn.edu.ec>