



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

Diseño y análisis de un sistema de ventilación para un aula-taller mediante software de simulación.

Autores:

Alcivar Campos Ximena Elizabeth
Luzuriaga Moreira Geomer Miguel

Tutor(a)

Ing. López Barberán Fernando René

Unidad Académica:

Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica.

Carrera:

Unidad Superior en Electromecánica.

El Carmen, Febrero del 2026.

CERTIFICACION DEL TUTOR

Ing. López Barberán Réne Fernando.; docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, en calidad de Tutor(a).

CERTIFICO:

Que el presente proyecto integrador con el título: “Diseño y análisis de un sistema de ventilación para un aula-taller mediante software de simulación” 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):

Ximena Elizabeth Alcivar Campos, Geomer Miguel Luzuriaga Moreira

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

El Carmen, Febrero del 2026.



Ing. Fernando López Barberán

TUTOR(A)

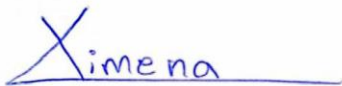
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien(es) suscribe(n) la presente:

Ximena Elizabeth Alcivar Campos, Geomer Miguel Luzuriaga Moreira.

Estudiante(s) de la Carrera de **Tecnología Superior en Electromecánica**, declaro(amos) bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: “Diseño y análisis de un sistema de ventilación para un aula-taller mediante software de simulación”, previa a la obtención del Título de Tecnología 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, Febrero 2026



Ximena Elizabeth Alcivar Campos



Geomer Miguel Luzuriaga Moreira

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: "Diseño y análisis de un sistema de ventilación para un aula-taller mediante software de simulación" de su(s) autor(es): Ximena Elizabeth Alcivar Campos, Geomer Miguel Luzuriaga Moreira de la Carrera "**Tecnología Superior en Electromecánica**", y como Tutor(a) del Trabajo el/la ING FERNANDO RÉNE LÓPEZ BARBERÁN

EL CARMEN, FEBRERO 2026



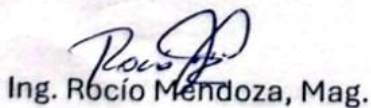
Ing. Saed Reascos, Mg.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



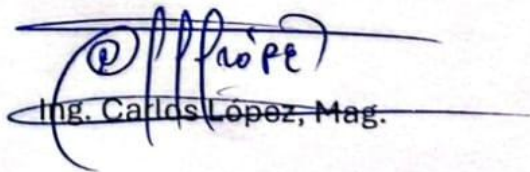
Ing. Fernando López Barberán

TUTOR(A)



Ing. Rocío Mendoza, Mag.

PRIMER MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Carlos López, Mag.

SEGUNDO MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Este proyecto de tesis es el reflejo de un camino recorrido con esfuerzo, constancia y sueños, pero, sobre todo, con el acompañamiento invaluable de quienes nunca soltaron nuestra mano.

A nuestras familias, va nuestro agradecimiento más profundo. Gracias por ser refugio en los días difíciles y alegría en cada logro alcanzado. Por su paciencia cuando el tiempo escaseaba, por sus palabras de aliento cuando el cansancio pesaba, y por su amor incondicional que fue luz en cada etapa de este proceso. Cada sacrificio, cada consejo y cada gesto de apoyo vive hoy en estas páginas.

Con especial gratitud, reconocemos a los Docentes de la Carrera, quienes con vocación, sabiduría y compromiso sembraron conocimiento y valores en nuestro camino académico. Gracias por guiarnos con firmeza y humanidad, por compartir su experiencia, por motivarnos a pensar, a cuestionar y a crecer como profesionales y como personas. Su enseñanza deja huellas que trascienden el aula y perduran en nuestra formación.

A todos quienes creyeron en nosotros y aportaron de alguna manera a la realización de este trabajo, nuestro sincero agradecimiento. Este logro es también suyo, porque fue construido con apoyo, esfuerzo compartido y fe en el futuro.

Ximena Elizabeth Alcivar Campos, Geomer Miguel Luzuriaga Moreira.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por darme la fortaleza para continuar cuando el camino se hizo difícil y por iluminar cada paso dado hasta llegar a esta meta.

A mi familia, por ser el motor de mis sueños y el refugio en cada momento de cansancio. Por su amor incondicional, su paciencia infinita y su fe constante en mí. Este logro es también suyo, porque en cada esfuerzo estuvo su apoyo y en cada caída su abrazo.

A quienes caminaron a mi lado durante esta etapa, brindándome palabras de ánimo, comprensión y compañía sincera. Su presencia hizo más llevadero el camino y más valioso el resultado.

Finalmente, dedico este trabajo a mí, por no rendirme, por creer, por aprender de los errores y por transformar los desafíos en motivación para seguir creciendo.

Ximena Alcivar, Geomer Luzuriaga.

RESUMEN

La ventilación inadecuada en aulas-taller puede generar deficiencias en la renovación del aire y afectar las condiciones de confort y seguridad de los usuarios. Ante esta problemática, el presente trabajo tuvo como objetivo general analizar un sistema de ventilación para aulas-taller a través de simulación computacional. La metodología aplicada consistió en el modelado tridimensional de un aula-taller con dimensiones reales mediante software CAD, seguido de la simulación del flujo de aire considerando condiciones de frontera de entrada y salida forzada, aire como fluido de trabajo a 25 °C y presión atmosférica. Posteriormente, se realizó el análisis de los resultados obtenidos en términos de velocidad, presión y caudal de aire.

Los resultados evidenciaron un caudal total de salida aproximado de 107 999 L/min, así como la presencia de dos vórtices longitudinales dentro del recinto y velocidades internas bajas, con valores mínimos cercanos a 0,22 m/s. En conclusión, se determinó que la simulación computacional es una herramienta eficaz para evaluar el desempeño de sistemas de ventilación en aulas-taller, permitiendo analizar su comportamiento antes de una implementación física.

PALABRAS CLAVE

Ventilación, simulación computacional, dinámica de fluidos, aula-taller, flujo de aire

ABSTRACT

Inadequate ventilation in workshop-classrooms can lead to insufficient air renewal and negatively affect occupants' comfort and safety conditions. In response to this issue, the general objective of this work was to analyze a ventilation system for workshop-classrooms through computational simulation. The methodology involved the three-dimensional modeling of a workshop-classroom with real dimensions using CAD software, followed by the simulation of airflow considering forced inlet and outlet boundary conditions, air as the working fluid at 25 °C, and atmospheric pressure. Subsequently, the simulation results were analyzed in terms of air velocity, pressure, and flow rate distribution.

The results showed a total air outlet flow rate of approximately 107,999 L/min, as well as the presence of two well-defined longitudinal vortices inside the room and low internal air velocities, reaching minimum values close to 0.22 m/s. In conclusion, computational simulation proved to be an effective tool for evaluating the performance of ventilation systems in workshop-classrooms, allowing a technical assessment of airflow behavior prior to physical implementation.

KEYWORDS

Ventilation, computational simulation, fluid dynamics, workshop-classroom, airflow

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	¡Error! Marcador no definido.
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.....	9
2.1. DEFINICIONES	9
2.2. ANTECEDENTES.....	11
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS	14
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA	16
3.1. DESARROLLO	16
3.1.1. Descripción de la propuesta.....	17
3.1.2. Etapas	18

3.1.3. Presupuesto	20
3.2. RESULTADOS	20
.....	21
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	24
4.1. CONCLUSIONES	24
4.2. RECOMENDACIONES	25
BIBLIOGRAFÍA	26
Bibliografía	26
ANEXOS	29

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Vista general del aula con sus medidas	21
Ilustración 2. Vistas de las condiciones iniciales del aula	22
Ilustración 3. Vistas de gráficos de contornos y fluidos	23
Ilustración 4. Vista general del aula	29
Ilustración 5. Distribución de Trayectoria y Velocidad del aire	29

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La ventilación en espacios cerrados que son destinados a actividades técnicas y prácticas cumple un papel fundamental en el control de las condiciones ambientales internas. En un aula-taller, un sistema de ventilación adecuado que permite la renovación del aire, la evacuación de contaminantes y la regulación de la temperatura, contribuyendo a condiciones de confort y seguridad para los usuarios. El análisis de un sistema de ventilación implica evaluar la disposición de las aberturas, los caudales de aire, las velocidades de entrada y salida, así como el comportamiento del flujo dentro del recinto (Junli Zhou). Este análisis resulta especialmente relevante en espacios de uso académico-técnico, donde se desarrollan actividades que pueden generar calor o partículas en suspensión. Por lo tanto, estudiar el desempeño de un sistema de ventilación desde un enfoque técnico permite identificar su efectividad y detectar posibles zonas con deficiencias en la circulación del aire

La simulación computacional de flujos industriales se ha consolidado como una herramienta de apoyo para el análisis de sistemas de ventilación en recintos cerrados. Mediante modelos tridimensionales y la aplicación de condiciones de frontera representativas, es posible estudiar el comportamiento del aire sin intervenir físicamente en la infraestructura (Nielsen). Este tipo de simulación permite visualizar la distribución de velocidades, presiones y caudales, así como identificar patrones de flujo como recirculaciones o zonas de baja velocidad. En el contexto de un aula-taller, la simulación computacional facilita la evaluación del sistema de ventilación diseñado, permitiendo analizar si la configuración propuesta cumple con los requerimientos de renovación de aire. Además, este enfoque reduce costos y tiempos en comparación con pruebas experimentales directas, manteniendo un nivel adecuado de precisión técnica.

Diversos estudios recientes han aplicado la simulación de dinámica de fluidos computacional para evaluar sistemas de ventilación en espacios cerrados con requerimientos específicos. Un ejemplo es el análisis de esquemas de ventilación alternativos en instalaciones avícolas sin jaulas, donde se

desarrollaron modelos tridimensionales a escala real para estudiar la distribución del aire y las condiciones térmicas internas. En dicho trabajo, se simularon distintos arreglos de entradas y salidas de aire con el objetivo de lograr condiciones uniformes de velocidad y temperatura en el interior del recinto (Long Chen Eileen E. Fabian-Wheeler). Los resultados demostraron que la simulación computacional permite evaluar de manera detallada la efectividad de diferentes configuraciones de ventilación, incluso en escenarios complejos con múltiples obstáculos internos. Este tipo de estudios evidencia la aplicabilidad del método para analizar y optimizar sistemas de ventilación en diversos entornos cerrados.

El diseño y análisis de sistemas de ventilación en aulas-taller es un tema de importancia técnica debido a su impacto directo en la calidad del ambiente interior. Una ventilación inadecuada puede generar acumulación de aire viciado, zonas con baja renovación y condiciones térmicas desfavorables. Mediante el análisis apoyado en simulación computacional, es posible anticipar estos problemas y evaluar el desempeño del sistema antes de su implementación o modificación. Esto resulta especialmente relevante en espacios educativos donde se busca garantizar condiciones adecuadas para el desarrollo de actividades prácticas. Además, el uso de herramientas de simulación permite comprender el comportamiento del flujo de aire de forma visual y cuantitativa, lo que contribuye a una mejor toma de decisiones técnicas en el diseño de sistemas de ventilación.

El presente trabajo se relaciona directamente con la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, ya que integra conocimientos de sistemas mecánicos, manejo de fluidos y análisis técnico de instalaciones. El estudio de sistemas de ventilación forma parte de las competencias del área electromecánica, al involucrar el análisis de equipos, flujos de aire y condiciones operativas. Asimismo, el uso de modelos CAD y simulación computacional permite aplicar herramientas tecnológicas empleadas en el ámbito industrial. Este tipo de análisis fortalece la capacidad del estudiante para interpretar resultados técnicos y evaluar el desempeño de sistemas reales. De esta manera,

el tema abordado contribuye a la formación práctica y analítica del futuro tecnólogo, alineándose con las necesidades del entorno académico y productivo.

1.1. PROBLEMA

En las aulas-taller utilizados para actividades técnicas, la ventilación suele presentar inconvenientes asociados a una distribución no uniforme del aire, lo que puede generar zonas con baja renovación y velocidades reducidas. Estas condiciones pueden provocar acumulación de aire viciado, el incremento de temperatura y sensación de incomodidad para los usuarios durante las jornadas académicas. Además, en muchos casos el diseño del sistema de ventilación no es evaluado previamente mediante herramientas técnicas, por lo que su desempeño real dentro del recinto es desconocido. La ausencia de un análisis detallado dificulta identificar recirculaciones internas, pérdidas de eficiencia y posibles mejoras en la disposición de entradas y salidas de aire.

¿Cómo se comporta el flujo de aire de un sistema de ventilación en un aula-taller y qué tan eficiente resulta su distribución interna cuando es analizado mediante simulación computacional? La falta de información técnica sobre la distribución de velocidades, caudales y presiones dentro del recinto impide evaluar si el sistema de ventilación garantiza una adecuada renovación del aire. Por ello, se hace necesario analizar el sistema mediante un modelo tridimensional y simulación de flujo, que permita identificar el comportamiento del aire y determinar si la configuración propuesta cumple con los requerimientos funcionales del aula-taller.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Desde el ámbito académico, el desarrollo del presente trabajo se justifica porque permite aplicar conocimientos teóricos adquiridos durante la formación en Tecnología Superior en Electromecánica a un caso práctico y realista. El análisis de un sistema de ventilación en un aula-taller favorece la comprensión del comportamiento de los flujos de aire en espacios cerrados y fortalece

habilidades de interpretación técnica. Además, el uso de modelado tridimensional y análisis de resultados contribuye al desarrollo del razonamiento analítico del estudiante. Este enfoque académico facilita la integración de contenidos relacionados con sistemas mecánicos y transferencia de energía, permitiendo una mejor preparación para enfrentar situaciones similares en el ámbito profesional.

Desde el punto de vista tecnológico, este trabajo se justifica por el empleo de herramientas de simulación computacional aplicadas al análisis de flujos industriales. La simulación permite evaluar el desempeño de un sistema de ventilación sin necesidad de realizar modificaciones físicas en la infraestructura, optimizando recursos y tiempo. Asimismo, posibilita la visualización detallada de parámetros como velocidad, presión y caudal de aire, lo que mejora la comprensión del funcionamiento del sistema. El uso de estas herramientas tecnológicas resulta relevante para el análisis y diseño de sistemas electromecánicos, ya que son ampliamente utilizadas en entornos industriales y técnicos.

En relación con la línea de investigación institucional de la ULEAM, el tema se vincula directamente con los campos de ingeniería e industria, al abordar el análisis técnico de un sistema de ventilación mediante herramientas computacionales. Además, el estudio de la ventilación en espacios cerrados se relaciona con aspectos de construcción y urbanismo, ya que influye en el diseño funcional de edificaciones destinadas a actividades educativas. De esta manera, el trabajo se alinea con la línea de investigación “ingeniería, industria, construcción, urbanismo y arquitectura”, contribuyendo al desarrollo de soluciones técnicas aplicables a entornos reales.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Analizar el comportamiento de un sistema de ventilación en aulas-taller mediante el uso de simulación computacional, con el fin de evaluar la distribución y desempeño del flujo de aire en el recinto.

1.3.2. Objetivos específicos

Desarrollar el modelo tridimensional del aula-taller utilizando un software de diseño asistido por computadora (CAD), considerando las dimensiones y aberturas del sistema de ventilación.

Simular el flujo de entrada y salida de aire en el modelo CAD, aplicando condiciones de frontera que representen el funcionamiento del sistema de ventilación.

Analizar los resultados obtenidos de la simulación computacional, evaluando parámetros como velocidad, presión y caudal de aire dentro del aula-taller.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Procedimiento

El procedimiento desarrollado en el presente trabajo se estructuró en función de los objetivos específicos planteados, con el fin de garantizar coherencia entre las etapas del estudio y los resultados obtenidos. En una primera etapa, se realizó el levantamiento del modelo geométrico del aula-taller, considerando sus dimensiones reales y la disposición de las aberturas de entrada y salida de aire. Este modelo tridimensional fue elaborado en un entorno de diseño asistido por computadora (CAD), asegurando que la geometría represente de manera adecuada el espacio a analizar. La correcta definición del modelo permitió establecer una base confiable para la simulación del sistema de ventilación.

En la segunda etapa, el modelo CAD fue preparado para la simulación del flujo de aire, definiendo las condiciones físicas del fluido y las condiciones de frontera correspondientes. Se configuró el aire como fluido de trabajo bajo condiciones ambientales estándar, y se establecieron entradas de velocidad para las aberturas de suministro de aire, así como salidas de velocidad y presión atmosférica según la configuración del sistema de ventilación. Estas condiciones permitieron simular el comportamiento real del flujo de aire dentro del aula-taller, enfocándose en la entrada, circulación y evacuación del aire en el recinto.

Finalmente, en la tercera etapa se ejecutó la simulación computacional y se procedió al análisis de los resultados obtenidos. Se evaluaron parámetros como velocidad, presión, caudal y temperatura del aire, tanto a nivel global como en las superficies de entrada y salida. A partir de estos resultados, se analizó la distribución del flujo de aire dentro del aula-taller, identificando patrones de circulación, zonas de recirculación y niveles de velocidad interna. Este análisis permitió valorar el desempeño del sistema de ventilación y cumplir con el objetivo de analizar su comportamiento mediante simulación computacional.

1.4.2. Técnicas

Modelo tridimensional (CAD)

El modelado tridimensional es una técnica que permite representar de manera geométrica y espacial un objeto o recinto antes de su análisis técnico. Su utilización se justifica porque facilita la definición precisa de dimensiones, formas y ubicación de elementos que influyen directamente en el comportamiento del sistema de ventilación (A. Scartezzini). En este proyecto, esta técnica se empleó para construir el modelo 3D del aula-taller, considerando las dimensiones del recinto y la disposición de las aberturas de entrada y salida de aire. El modelo obtenido sirvió como base para la etapa de simulación computacional, garantizando coherencia entre el espacio físico y el entorno de análisis.

Simulación computacional de flujo de aire

La simulación computacional de flujo de aire es una técnica utilizada para analizar el comportamiento de fluidos en un dominio definido, a partir de condiciones físicas y de frontera establecidas. Esta técnica se emplea debido a su capacidad para evaluar sistemas de ventilación sin necesidad de realizar pruebas experimentales directas (Xin Lan). En el presente proyecto, la simulación se aplicó para estudiar el flujo de entrada y salida de aire dentro del aula-taller, permitiendo observar la distribución de velocidades, presiones y caudales. Su aplicación fue fundamental para cumplir con el objetivo de analizar el sistema de ventilación mediante herramientas computacionales.

Análisis e interpretación de resultados

El análisis e interpretación de resultados es una técnica que permite evaluar la información obtenida a partir de la simulación computacional y extraer conclusiones técnicas relevantes. Esta técnica se justifica porque los resultados numéricos y gráficos requieren ser interpretados para comprender el comportamiento real del sistema (B. Blocken). En este proyecto, se aplicó durante la etapa final, analizando parámetros como velocidad, presión, caudal y patrones de flujo dentro del aula-taller. A través de esta técnica se identificaron zonas de recirculación, niveles de velocidad interna y el desempeño general del sistema de ventilación, permitiendo cumplir con los objetivos planteados.

1.4.3. Métodos

Método de modelado geométrico secuencial

Este método consiste en desarrollar el modelo tridimensional del sistema de forma ordenada, partiendo de la geometría general del recinto hasta la incorporación de detalles relevantes para el análisis. Se utilizó este método porque permite representar de manera clara y controlada las dimensiones del aula-taller y la ubicación de las aberturas de ventilación (Xin Lan). En el proyecto, se aplicó durante la fase inicial, donde se construyó el modelo 3D del recinto considerando largo, ancho, altura y posiciones de entradas y salidas de aire.

Este procedimiento aseguró que la geometría utilizada en la simulación sea coherente con el escenario real a analizar.

Método de simulación computacional del flujo de aire

El método de simulación computacional se basa en la resolución numérica del comportamiento del fluido dentro de un dominio definido, bajo condiciones físicas y de frontera establecidas. Se empleó este método debido a su capacidad para analizar el desempeño de un sistema de ventilación sin intervención física (Jianqiang Mou). En este trabajo, se aplicó en la etapa de simulación del flujo de entrada y salida de aire en el modelo CAD, permitiendo obtener información sobre velocidades, presiones y caudales. Este método fue clave para evaluar el comportamiento del aire dentro del aula-taller conforme a los objetivos planteados.

Método de análisis descriptivo de resultados

El método de análisis descriptivo se utilizó para interpretar los resultados obtenidos de la simulación computacional, mediante la observación y evaluación de datos numéricos y representaciones gráficas. Este método se justifica porque permite describir el comportamiento del sistema sin modificar las condiciones iniciales del modelo (Junli Zhou). En el proyecto, se aplicó en la fase final, analizando la distribución del flujo de aire, la presencia de recirculaciones y los niveles de velocidad interna. A través de este método se logró evaluar el desempeño del sistema de ventilación y relacionar los resultados con los objetivos del estudio.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES

Análisis de un sistema de ventilación

Un sistema de ventilación puede definirse como el conjunto de elementos destinados a permitir la entrada, circulación y salida del aire en un espacio cerrado, con el objetivo de renovar el aire interior y mantener condiciones ambientales adecuadas. En recintos como aulas-taller, la ventilación cumple una función técnica importante, ya que contribuye al control de la temperatura, la evacuación de aire viciado y la mejora de la calidad del ambiente interno (B. B. T. van Hooff). El análisis de un sistema de ventilación se enfoca en comprender cómo se comporta el aire dentro del recinto y cómo influyen las características físicas del espacio en dicho comportamiento.

El análisis de la ventilación considera aspectos como la geometría del recinto, la ubicación de las aberturas, el tipo de ventilación empleada y las condiciones de operación del sistema. La correcta disposición de entradas y salidas de aire es determinante para lograr una circulación eficiente y evitar zonas con baja renovación (Alberto Meiss). En este sentido, el análisis permite evaluar si el aire suministrado recorre adecuadamente el volumen del espacio o si existen áreas donde el flujo es insuficiente, lo que puede afectar el desempeño del sistema.

Otro aspecto relevante en el análisis de sistemas de ventilación es la velocidad del aire en el interior del recinto. Velocidades muy bajas pueden generar estancamiento del aire, mientras que velocidades excesivas pueden causar incomodidad (Carolina Patiño Vásquez). Por ello, el análisis técnico busca identificar rangos de velocidad adecuados que permitan una correcta distribución del aire sin generar efectos no deseados. Este equilibrio es especialmente importante en espacios educativos, donde se requiere un ambiente estable para el desarrollo de actividades prácticas.

Asimismo, el caudal de aire es un parámetro fundamental dentro del análisis de ventilación, ya que representa la cantidad de aire que ingresa y sale del recinto en un tiempo determinado (Junli Zhou). El caudal influye directamente en la tasa de renovación del aire y en la capacidad del sistema para mantener condiciones ambientales aceptables. Analizar el caudal permite verificar si el sistema de ventilación cumple con su función de renovación y evacuación del aire interior de forma continua y eficiente.

Finalmente, el análisis de un sistema de ventilación no se limita únicamente a la evaluación de componentes individuales, sino que considera el comportamiento integral del sistema dentro del espacio (Guangyu Cao). Este enfoque permite comprender la interacción entre el aire suministrado, el aire evacuado y el volumen del recinto. De esta manera, el análisis técnico se convierte en una herramienta fundamental para evaluar el desempeño general del sistema de ventilación y detectar posibles mejoras en su diseño o configuración.

Simulación computacional de flujos industriales

La simulación computacional de flujos industriales es una herramienta técnica que permite estudiar el comportamiento de los fluidos mediante modelos matemáticos y numéricos aplicados a un dominio definido (Ayoola Olawole). En el caso del aire, la simulación permite analizar su movimiento, distribución y comportamiento bajo determinadas condiciones de operación. Este enfoque resulta especialmente útil para el estudio de sistemas de ventilación, ya que posibilita evaluar el flujo de aire en espacios cerrados sin necesidad de realizar pruebas físicas directas.

Uno de los principales aportes de la simulación computacional es la capacidad de representar escenarios reales a partir de modelos tridimensionales (B. Blocken). Estos modelos permiten definir la geometría del recinto y aplicar condiciones de frontera que representan entradas, salidas y superficies sólidas. De esta forma, la simulación reproduce de manera aproximada el

comportamiento del flujo de aire dentro del espacio, facilitando el análisis de parámetros como velocidad, presión y caudal en diferentes zonas del dominio.

La simulación de flujos industriales se basa en la resolución numérica de las ecuaciones que describen el movimiento del fluido (Yang Liu). Aunque estos procesos matemáticos se realizan internamente por el software de simulación, el usuario debe definir correctamente las condiciones físicas del fluido y del entorno. Una adecuada configuración garantiza que los resultados obtenidos representen de manera coherente el comportamiento del aire en el sistema de ventilación analizado.

Otro aspecto relevante de la simulación computacional es la posibilidad de visualizar el comportamiento del flujo de aire mediante representaciones gráficas. Estas visualizaciones permiten identificar patrones de circulación, zonas de recirculación y regiones con velocidades bajas o elevadas (Carolina Patiño Vásquez, Análisis de la ventilación natural en la vivienda social típica en Colombia). Esta información resulta valiosa para interpretar el desempeño del sistema de ventilación y comprender cómo el aire se desplaza dentro del recinto, aportando una visión clara del fenómeno estudiado.

Finalmente, la simulación computacional de flujos industriales se ha convertido en una herramienta ampliamente utilizada en el ámbito técnico e industrial debido a su versatilidad y eficiencia (B. Blocken). Su aplicación en el análisis de sistemas de ventilación permite optimizar diseños, evaluar configuraciones y analizar resultados de forma controlada. En el contexto académico, esta herramienta facilita la comprensión de fenómenos de flujo y fortalece la formación técnica del estudiante, al permitirle analizar sistemas reales mediante métodos computacionales.

2.2. ANTECEDENTES

La Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí (ULEAM) es una institución de educación superior pública del Ecuador fundada el 13 de noviembre de 1985,

con el propósito de formar profesionales competentes en diversas áreas del conocimiento y contribuir al desarrollo académico y social de la región. La Extensión El Carmen, ubicada en el cantón El Carmen de la provincia de Manabí, forma parte de la estructura descentralizada de la ULEAM y cumple un papel importante en la educación técnica y tecnológica de la zona norte de dicha provincia (Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí (ULEAM)).

Durante más de tres décadas, esta extensión ha consolidado su oferta académica, destacándose por programas técnicos y tecnológicos orientados a las demandas del sector productivo local (Jorge Dueñas). La carrera de Tecnología Superior en Electromecánica es una de las opciones más solicitadas por los estudiantes, con un enfoque en la formación práctica y aplicada.

En términos de infraestructura, la extensión El Carmen cuenta con aulas, talleres y laboratorios que permiten la implementación de actividades académicas y prácticas relacionadas con el aprendizaje técnico (Alay Cruz). Aunque estos espacios brindan apoyo a la formación profesional, la institución continúa en un proceso de mejora e incorporación de tecnologías avanzadas que permitan ampliar las capacidades de experimentación e investigación de los estudiantes.

La ULEAM, tanto a nivel institucional como en su extensión El Carmen, también fomenta la vinculación con la comunidad mediante proyectos y actividades que responden a necesidades locales (Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí (ULEAM)). Esto se ve reflejado en programas de capacitación y acciones que promueven el desarrollo sostenible del entorno.

En este contexto, el proyecto de análisis y simulación de un sistema de ventilación para aulas-taller se enmarca en los esfuerzos de la institución por integrar formación técnica, investigación aplicada y el uso de herramientas tecnológicas modernas, alineándose con su misión de fortalecer competencias profesionales en los estudiantes.

Hasta antes de la ejecución del presente proyecto, no existían antecedentes directos relacionados con estudios específicos de simulación de sistemas de ventilación en aulas-taller dentro de la Extensión El Carmen de la ULEAM. La falta de un laboratorio dedicado al análisis de flujos de aire o ventilación técnica ha implicado que temas como estos no sean abordados experimentalmente en esta sede (Walter Zambrano). La mayoría de los trabajos desarrollados por estudiantes se han centrado en áreas como sistemas informáticos, automatización, gestión de laboratorios y módulos didácticos aplicados a diversas problemáticas técnicas, pero no en la simulación de fluidos ni ventilación.

Proyectos integradores recientes realizados en la ULEAM Extensión El Carmen han estado orientados a la aplicación de tecnologías de la información para la gestión de procesos académicos o productivos, como sistemas informáticos para mejorar la climatización de laboratorios, gestión avícola o seguridad física en laboratorios, lo que demuestra el interés por soluciones tecnológicas aplicadas, aunque en dominios distintos al análisis de flujos de aire.

Adicionalmente, algunos trabajos han abordado el desarrollo de módulos didácticos relacionados con energías renovables o acumulación de energía solar, lo que refleja la diversidad de temas técnicos abordados por estudiantes, aunque ninguno directamente relacionado con ventilación o simulación de flujos industriales.

La ausencia de proyectos previos sobre simulación de sistemas de ventilación resalta la importancia y pertinencia del presente trabajo, ya que permite explorar un campo técnico que no ha sido suficientemente desarrollado en el contexto de la extensión El Carmen (Karla Muñoz). Este vacío en la producción académica local en el área de análisis de ventilación y flujos de aire establece una base para contribuir al conocimiento aplicado y ofrecer una referencia para futuros trabajos.

La realización de este proyecto busca integrar herramientas de modelado y simulación computacional con la formación práctica de los estudiantes,

ampliando el rango de aplicaciones en las que los tecnólogos pueden intervenir, y reforzando la capacidad de la ULEAM para promover investigación aplicada en temas técnicos y de ingeniería.

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

Un trabajo relacionado realizado en Europa analizó el comportamiento del aire interior en aulas mediante simulación numérica y métodos experimentales para evaluar la eficiencia de la ventilación natural y su impacto en la calidad del aire. En este estudio, se desarrolló un modelo de dinámica de fluidos computacional (CFD) para una sala de clases, considerando parámetros de velocidad de aire, distribución térmica y concentración de contaminantes, lo que permitió identificar regiones de estratificación y zonas con insuficiente renovación del aire (Concilio). Los resultados evidenciaron que la configuración de los elementos arquitectónicos y la apertura de ventanas influyen significativamente en el flujo de aire y en las condiciones de confort dentro del espacio educativo. Este trabajo demuestra la aplicabilidad de herramientas de simulación para analizar sistemas de ventilación y constituye una referencia relevante para estudios de flujo de aire en recintos cerrados similares al aula-taller analizado en el presente proyecto.

Un trabajo relacionado desarrollado en otro país del continente americano corresponde al proyecto realizado en Colombia, enfocado en el diseño de un sistema de ventilación y purificación del aire para mejorar el confort ambiental en aulas de clase de colegios urbanos de Bogotá. Este estudio abordó la problemática de la calidad del aire interior en entornos educativos ubicados en zonas con niveles altos y medios de contaminación ambiental (MORENO). La investigación combinó metodologías cualitativas y cuantitativas para analizar las condiciones reales de las aulas y su relación con factores climáticos, geográficos y espaciales. Como resultado, se propuso un sistema de ventilación pasiva basado en principios bioclimáticos, orientado a mejorar la renovación del aire y reducir contaminantes. Este trabajo evidencia la importancia de analizar

sistemas de ventilación en espacios educativos para optimizar el confort ambiental.

Un trabajo relacionado desarrollado en otra provincia del Ecuador corresponde a la evaluación de la ventilación en aulas y espacios físicos de la Universidad Politécnica Salesiana, Campus Sur, ubicada en la ciudad de Quito. Este estudio se centró en analizar las condiciones de ventilación en espacios educativos con el fin de determinar si eran adecuadas para el retorno a la presencialidad (Álvarez López). La investigación abordó los riesgos asociados a una ventilación deficiente, tales como disconformidad térmica y posibles afectaciones a la salud. Para el análisis, se utilizó como referencia la medición de la concentración interna de dióxido de carbono, lo que permitió estimar la tasa de renovación de aire en aulas, oficinas y laboratorios. Los resultados obtenidos sirvieron para evaluar la efectividad del sistema de ventilación natural existente y proponer mejoras orientadas a optimizar la renovación del aire en los espacios analizados.

En la provincia de Manabí, específicamente en cantones distintos a El Carmen, no se evidencian trabajos científicos o artículos publicados en revistas académicas que aborden de manera directa el análisis o la simulación computacional de sistemas de ventilación en aulas-taller o espacios educativos similares. Si bien en la provincia se han desarrollado investigaciones relacionadas con áreas de ingeniería, construcción e instalaciones técnicas, estas se han enfocado principalmente en estudios estructurales, energéticos o de diseño arquitectónico, sin profundizar en el análisis detallado del comportamiento del flujo de aire mediante simulación. La ausencia de trabajos publicados sobre ventilación y dinámica de fluidos en espacios académicos dentro de Manabí refleja una limitada exploración de este tema a nivel local. Esta situación evidencia la necesidad de desarrollar estudios técnicos que permitan analizar y comprender el desempeño de sistemas de ventilación en entornos educativos de la provincia.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En este capítulo se detallan los componentes correspondientes al desarrollo y ejecución de la propuesta, organizados de manera coherente con los objetivos específicos planteados en el estudio. En primer lugar, se presenta el diseño del modelo tridimensional del aula-taller, el cual constituye la base para el análisis del sistema de ventilación. Se describen las dimensiones del recinto, la ubicación de las aberturas de entrada y salida de aire, así como los criterios considerados para su modelado. Además, se incluyen planos y esquemas que permiten visualizar la configuración del sistema y facilitan la comprensión del diseño propuesto.

Asimismo, el capítulo incorpora los elementos técnicos necesarios para evidenciar el proceso de simulación y análisis del flujo de aire. Se presentan diagramas, cálculos y resultados obtenidos a partir de la simulación computacional, los cuales permiten evaluar el comportamiento del sistema de ventilación dentro del aula-taller. De manera complementaria, se incluye un desglose general de los recursos empleados durante el desarrollo de la propuesta, con el fin de mostrar de forma ordenada los aspectos técnicos y económicos involucrados. Estos elementos permiten sustentar el análisis realizado y demostrar la viabilidad del sistema estudiado.

3.1. DESARROLLO

En el presente apartado se describe de manera detallada el desarrollo de la propuesta técnica planteada, orientada a mejorar las condiciones de ventilación en áreas de trabajo, de acuerdo con los objetivos específicos definidos. Se exponen las actividades realizadas durante la ejecución del proyecto, iniciando con el análisis del entorno físico, la identificación de las necesidades del área intervenida y la selección de los criterios técnicos necesarios para el diseño del sistema de ventilación. Este proceso permitió establecer parámetros adecuados para garantizar condiciones seguras y funcionales dentro del espacio de estudio.

De igual manera, en esta sección se presentan los procedimientos aplicados para el diseño y dimensionamiento del sistema propuesto, incluyendo el uso de diagramas, cálculos técnicos, planos y simulaciones que respaldan su viabilidad. Se detallan también los recursos técnicos y económicos considerados para su implementación, así como los materiales y herramientas empleados durante el desarrollo del proyecto. Todo el proceso descrito permite evidenciar una ejecución ordenada y coherente de la propuesta, cuyos resultados serán analizados y validados en los apartados posteriores.

3.1.1. Descripción de la propuesta

La propuesta desarrollada consiste en el diseño y planteamiento de un sistema de ventilación aplicado a áreas de trabajo académicas, orientado a mejorar la calidad del aire interior y las condiciones de confort ambiental. Esta solución se fundamenta en criterios técnicos, normativos y funcionales, tomando en cuenta las características físicas del espacio, las condiciones ambientales y las necesidades de los usuarios. La propuesta se estructura de manera progresiva, permitiendo su análisis, dimensionamiento y posible implementación.

De igual manera, la propuesta se relaciona directamente con los objetivos específicos planteados, ya que cada etapa del desarrollo responde a una necesidad previamente identificada. A través de diseños, cálculos, diagramas y análisis técnicos, se busca demostrar la viabilidad del sistema propuesto, asegurando que cumpla con los requerimientos de ventilación, eficiencia y seguridad, propios de un entorno educativo y técnico.

El primer objetivo específico se enfoca en el análisis de las condiciones actuales del espacio de estudio, considerando factores como dimensiones del área, distribución del lugar, ocupación, fuentes de contaminación y ventilación existente. Esta etapa permite identificar las principales deficiencias relacionadas con la renovación del aire y el confort ambiental, sirviendo como base técnica para el planteamiento de la propuesta.

Para cumplir este objetivo, se realizó un levantamiento de información técnica del área, apoyado en observaciones directas, revisión documental y criterios normativos básicos. Este análisis inicial es fundamental, ya que permite

establecer los parámetros de diseño y definir los requerimientos mínimos que debe cumplir el sistema de ventilación propuesto.

El segundo objetivo específico está orientado al diseño técnico del sistema de ventilación, considerando los resultados obtenidos en el análisis previo. En esta etapa se definen el tipo de sistema a emplear, los componentes principales, la distribución del aire y los criterios de funcionamiento, garantizando una adecuada renovación del aire en el espacio intervenido.

Para el cumplimiento de este objetivo se desarrollaron cálculos técnicos básicos, esquemas y diagramas que permiten visualizar el funcionamiento del sistema propuesto. Además, se consideran normas y recomendaciones técnicas relacionadas con ventilación, lo cual asegura que el diseño cumpla con condiciones mínimas de eficiencia, seguridad y confort ambiental.

El tercer objetivo específico se centra en la evaluación técnica y económica de la propuesta planteada, con el fin de determinar su factibilidad de implementación. En esta etapa se realiza un desglose de materiales, equipos y costos asociados al sistema de ventilación, permitiendo estimar la inversión necesaria para su ejecución.

Adicionalmente, se analiza el impacto técnico de la propuesta, considerando los beneficios que aportaría en términos de calidad del aire, confort y funcionalidad del espacio. Esta evaluación final permite verificar el cumplimiento integral de los objetivos específicos y sustenta la viabilidad del proyecto como una solución técnica aplicable dentro del contexto académico.

3.1.2. Etapas

En esta primera etapa se realizaron las actividades orientadas al diagnóstico de la situación actual del espacio objeto de estudio. Se inició con el levantamiento de información técnica, considerando las dimensiones del área, la distribución interna, el número de usuarios y las condiciones ambientales existentes. Asimismo, se identificaron los sistemas de ventilación presentes, así

como las principales deficiencias relacionadas con la renovación del aire y el confort térmico.

Adicionalmente, se llevó a cabo la revisión de normas técnicas y bibliografía especializada relacionada con ventilación en espacios educativos, lo que permitió establecer criterios de evaluación adecuados. Esta información sirvió como base para definir los parámetros iniciales de diseño, garantizando que la propuesta responda a las necesidades reales del espacio y a los requerimientos técnicos mínimos.

La segunda etapa estuvo enfocada en el desarrollo del diseño del sistema de ventilación propuesto. A partir del análisis previo, se seleccionó el tipo de sistema más adecuado, definiendo sus componentes principales, tales como ventiladores, ductos, rejillas y elementos de control. Además, se estableció la distribución del aire dentro del espacio, considerando una correcta entrada y extracción de este.

En esta etapa también se realizaron los cálculos técnicos necesarios para el dimensionamiento del sistema, como el caudal de aire requerido y la capacidad de los equipos seleccionados. Para una mejor comprensión del funcionamiento del sistema, se elaboraron esquemas y diagramas que permiten visualizar la propuesta de forma clara y ordenada, asegurando su correcta interpretación y posible implementación.

La tercera etapa estuvo orientada a la evaluación técnica y económica de la propuesta desarrollada. En esta fase se realizó un desglose detallado de los materiales, equipos y componentes necesarios para la implementación del sistema de ventilación, permitiendo estimar los costos asociados a cada elemento. Este análisis facilita la toma de decisiones respecto a la viabilidad del proyecto.

Finalmente, se evaluó el impacto técnico de la propuesta en relación con la mejora de la calidad del aire interior y el confort ambiental del espacio. A través de esta evaluación se verificó el cumplimiento de los objetivos específicos planteados, demostrando que la solución propuesta es técnicamente viable y adecuada para su aplicación en un entorno educativo.

3.1.3. Presupuesto

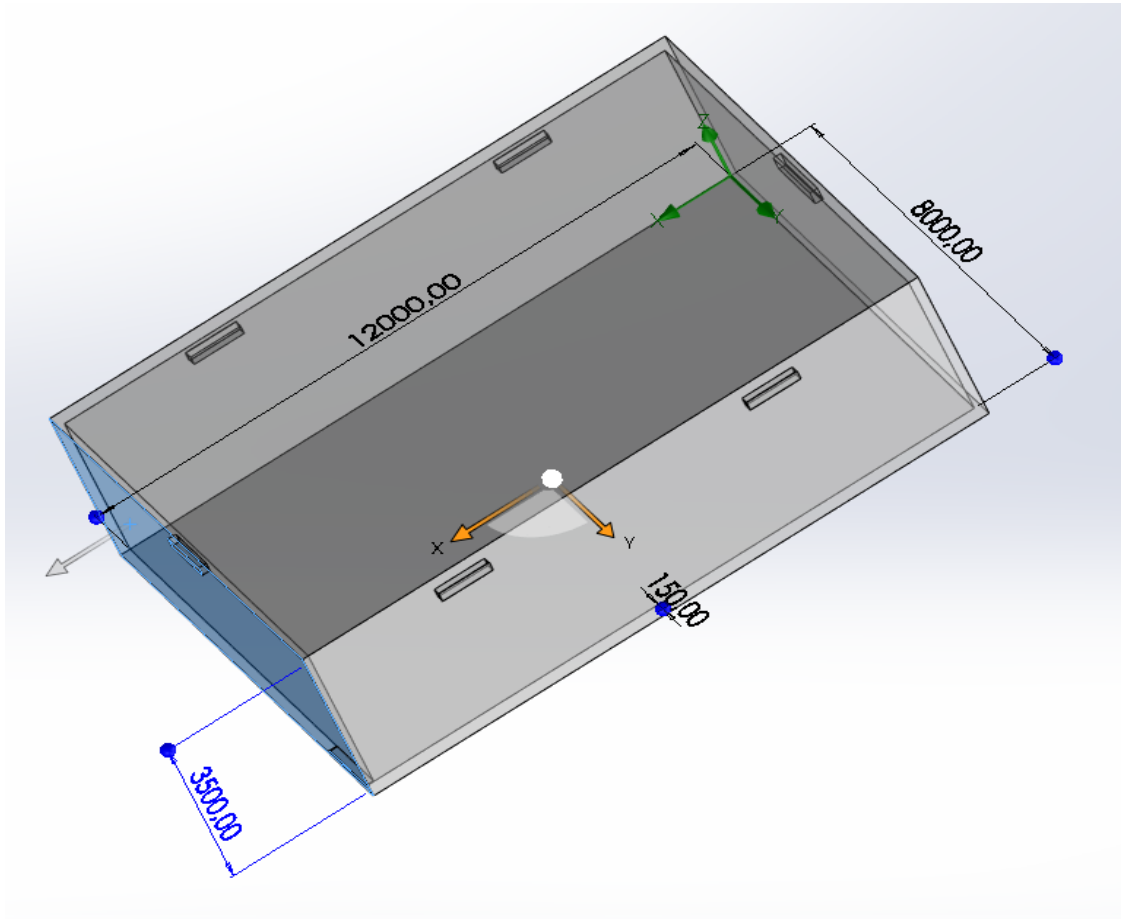
En el desarrollo de la presente investigación no se incurrió en costos económicos, debido a que la propuesta fue ejecutada íntegramente mediante herramientas de simulación computacional. Las actividades correspondientes al modelado tridimensional, la simulación del sistema de ventilación y el análisis de los resultados se realizaron utilizando software de diseño y análisis disponibles en el entorno académico institucional, sin requerir la adquisición de equipos, materiales físicos ni la implementación de prototipos reales. Por lo tanto, el presupuesto general contempló los tres objetivos específicos de manera integral, limitándose al uso de recursos tecnológicos y computacionales, lo que permitió evaluar técnica y funcionalmente el sistema propuesto sin generar inversión financiera.

3.2. RESULTADOS

Como resultado del cumplimiento del Objetivo Específico 1, se logró desarrollar de manera satisfactoria el modelo tridimensional del aula-taller mediante el uso de software CAD, representando con precisión las dimensiones reales del espacio, la disposición arquitectónica y los elementos relevantes que influyen en el comportamiento del sistema de ventilación. El modelo 3D incluyó paredes, pisos, techos, aberturas, zonas de ingreso y salida de aire, lo que permitió contar con una base geométrica confiable para los análisis posteriores. Este nivel de detalle garantizó que la simulación se realice bajo condiciones cercanas a la realidad física del entorno estudiado.

Adicionalmente, el modelo CAD fue optimizado para su compatibilidad con el software de simulación de dinámica de fluidos, permitiendo una correcta definición del dominio de estudio y reduciendo posibles errores geométricos durante la importación. Este logro facilitó la correcta asignación de condiciones de frontera y parámetros de simulación, constituyéndose en un insumo fundamental para el desarrollo del Objetivo Específico 2. En consecuencia, el modelo tridimensional elaborado se convirtió en una herramienta técnica clave para evaluar el desempeño del sistema de ventilación propuesto.

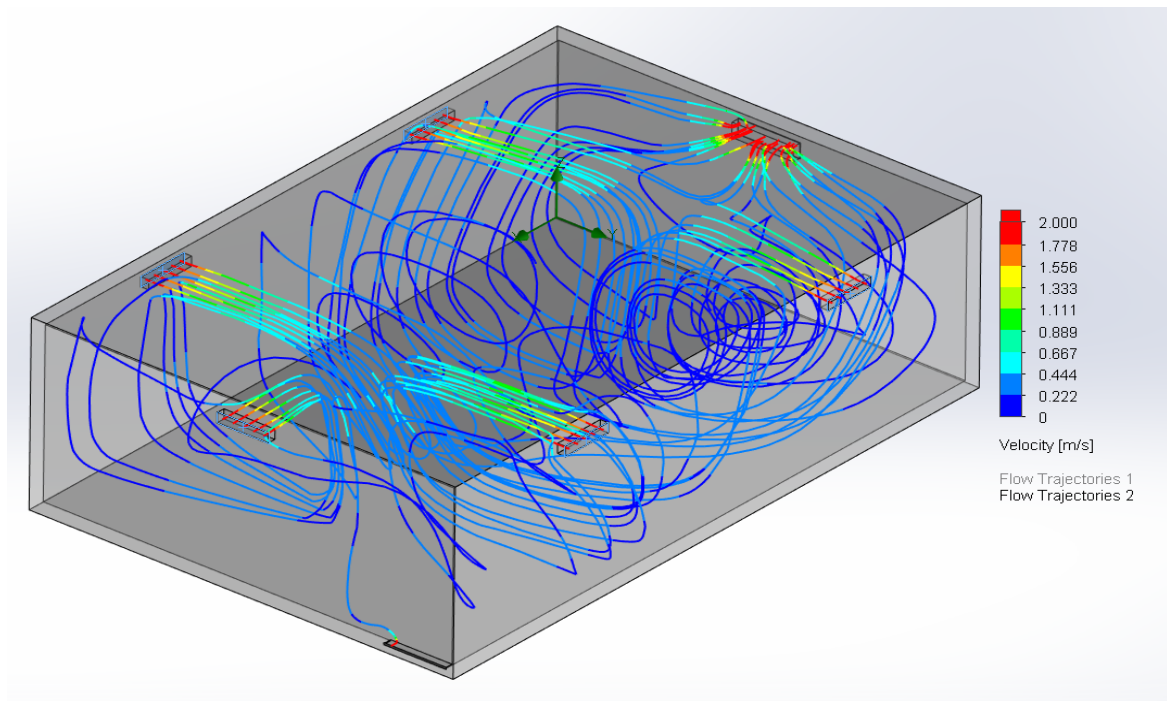
Ilustración 1. Vista general del aula con sus medidas.



En relación con el cumplimiento del Objetivo Específico 2, se logró realizar la simulación del flujo de entrada y salida de aire del sistema de ventilación en el modelo CAD previamente desarrollado, mediante el uso de software de dinámica de fluidos computacional. La simulación permitió visualizar el comportamiento del aire dentro del aula-taller, identificando las trayectorias de flujo, zonas de recirculación y áreas con menor renovación de aire. Estos resultados facilitaron una comprensión clara del desempeño del sistema de ventilación bajo las condiciones de operación establecidas.

De igual manera, se obtuvieron resultados cuantitativos relevantes, como la distribución de velocidades del aire, gradientes de presión y patrones de circulación, los cuales sirvieron como base para evaluar la eficiencia del sistema propuesto. La correcta configuración de las condiciones de frontera y parámetros de simulación garantizó resultados consistentes y técnicamente válidos.

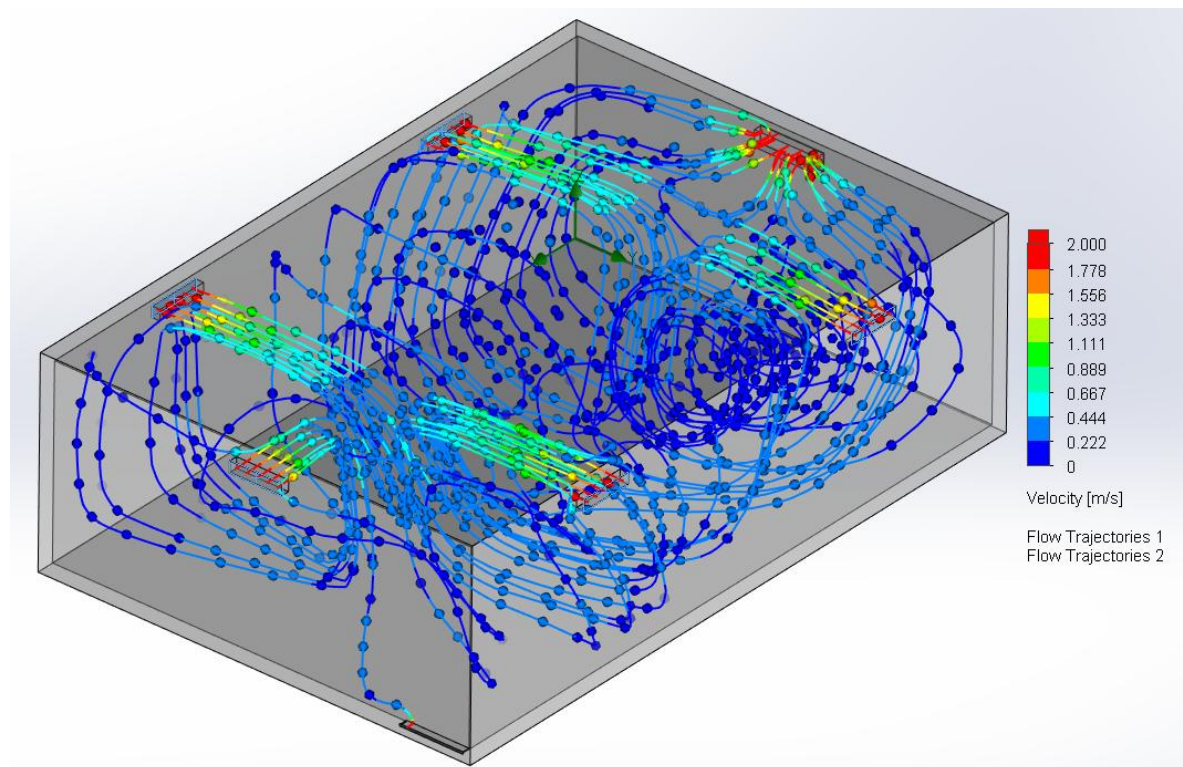
Ilustración 2. *Vistas de las condiciones iniciales del aula.*



En el cumplimiento del Objetivo Específico 3 se realizó el análisis técnico de los resultados obtenidos en la simulación computacional del sistema de ventilación del aula-taller. A partir de los datos generados, se evaluó el comportamiento del flujo de aire en el interior del recinto, identificando una adecuada evacuación del aire, con un caudal total de salida aproximado de 107999 L/min, lo que evidencia la capacidad del sistema para renovar el aire bajo las condiciones establecidas. Asimismo, se analizó la distribución de presiones y velocidades, permitiendo verificar la coherencia entre las condiciones de entrada y salida definidas en el modelo.

Adicionalmente, el análisis permitió identificar la presencia de dos vórtices longitudinales bien definidos, ubicados a ambos lados de la habitación, los cuales influyen directamente en la distribución interna del aire. Se determinó que las velocidades del aire en la zona ocupada del aula-taller son relativamente bajas, alcanzando valores mínimos cercanos a 0,22 m/s, lo cual es relevante para evaluar condiciones de confort y ausencia de corrientes molestas. Estos resultados permitieron valorar el desempeño general del sistema de ventilación y establecer conclusiones técnicas fundamentadas sobre su funcionamiento dentro del espacio simulado.

Ilustración 3. *Vistas de gráficos de contornos y fluidos.*



CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

En relación con el Objetivo Específico 1, se concluye que sí se cumplió, ya que se logró desarrollar correctamente el modelo tridimensional del aula-taller utilizando software CAD. El modelo geométrico representó de manera adecuada las dimensiones reales del recinto, así como la ubicación, tamaño y características de las aberturas de entrada y salida de aire. Este modelo constituyó una base técnica sólida para la posterior simulación del sistema de ventilación, permitiendo una correcta definición del dominio de estudio y de las condiciones físicas necesarias para el análisis computacional.

Respecto al Objetivo Específico 2, se determina que el objetivo fue cumplido, dado que se realizó exitosamente la simulación del flujo de entrada y salida de aire en el modelo CAD. La configuración de las condiciones de frontera, el tipo de fluido, la temperatura y la presión de operación permitió obtener resultados coherentes sobre el comportamiento del aire dentro del aula-taller. La simulación facilitó la visualización de patrones de flujo, velocidades y zonas de recirculación, demostrando la utilidad de la simulación computacional como herramienta de análisis técnico.

Finalmente, en cuanto al Objetivo Específico 3, se concluye que se cumplió satisfactoriamente, ya que se analizaron de manera técnica los resultados obtenidos en la simulación. El estudio permitió identificar un caudal de salida aproximado de 107 999 L/min, la presencia de vórtices longitudinales y velocidades internas relativamente bajas, alcanzando valores cercanos a 0,22 m/s. Estos resultados permitieron evaluar el desempeño del sistema de ventilación propuesto y emitir conclusiones fundamentadas sobre su funcionamiento, cumpliendo así con el objetivo general del análisis del sistema mediante simulación computacional.

4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda a las autoridades académicas y administrativas de la institución educativa considerar los resultados obtenidos en este estudio como un apoyo técnico para la toma de decisiones relacionadas con el diseño o mejora de sistemas de ventilación en aulas-taller. La información generada mediante simulación computacional permite anticipar el comportamiento del flujo de aire antes de una implementación física, lo cual puede contribuir a optimizar recursos y mejorar las condiciones de confort y seguridad en los espacios de formación práctica.

Asimismo, se recomienda a los docentes y estudiantes de la carrera de Electromecánica emplear herramientas de simulación computacional en el análisis de sistemas de ventilación y otros sistemas industriales, ya que estas facilitan la comprensión del comportamiento de los fluidos y permiten evaluar diferentes escenarios de operación. La aplicación de estas herramientas fortalece el aprendizaje técnico y promueve el desarrollo de propuestas fundamentadas en criterios de ingeniería.

Finalmente, se sugiere a futuros investigadores o proyectos institucionales complementar el presente estudio con análisis adicionales, como la evaluación del confort térmico, la calidad del aire interior o la comparación entre distintos esquemas de ventilación. También se recomienda realizar validaciones experimentales que permitan contrastar los resultados de la simulación con mediciones reales, con el fin de ampliar el alcance y aplicabilidad de los resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- A. Scartezzini, S. Rajkovich, J.-L. Scartezzin. «Simulación tridimensional con herramienta CFD del fenómeno de flujo de aire en una fachada de doble piel de una sola planta equipada con persiana veneciana.» *Solar Energy* (2005): 193–203.
- Alay Cruz, Edith Maribel. *Sistema informático con redes neuronales convolucionales para la eficiencia energética de la climatización del laboratorio 1 en la Uleam Extensión el Carmen*. agosto de 2025. <<https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/9090>>.
- Alberto Meiss, Jesús Feijó. «Influencia de la ubicación de las aberturas en la eficiencia de la ventilación en viviendas.» *Informes de la Construcción (revista científica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas – CSIC)* (2011): 63-522.
- Álvarez López, Kevin Daniel. *Evaluación de la ventilación en aulas y otros espacios físicos de la Universidad Politécnica Salesiana "Campus Sur" utilizando como referencia la concentración interior de CO₂*. Abril de 2022. <<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22444>>.
- Ayoola Olawole, Adekunle Temidayo, Stephen Segun. «The application of computational fluid dynamics (CFD) in the ventilation of agricultural buildings: a review.» *Journal of Agricultural Engineering and Technology (JAET)* (2025): 26.
- B. Blocken, T. van Hooff, T. Glicksman. «On the accuracy of CFD simulations of cross-ventilation flows for a generic isolated building: Comparison of RANS, LES and experiments.» *Building and Environment* (2017): 148 – 165.
- Carolina Patiño Vásquez, María Isabel Muñoz Rengifo y Jorge Hernán Salazar Trujillo. «Análisis de la ventilación natural en la vivienda social típica en Colombia.» *Arquitectura y Urbanismo* (2023): 16-25.
- . «Análisis de la ventilación natural en la vivienda social típica en Colombia.» *Arquitectura y Urbanismo* (2023): 16-25.
- Concilio, C.Aguilera Benito, P.Piña Ramírez, C.Viccione, G. «CFD simulation study and experimental analysis of indoor air stratification in an unventilated classroom: A case study in Spain.» *Heliyon (Elsevier)* (2024): e32721.
- Guangyu Cao, Hazim Awbi, Runming Yao, Yunqing Fan, Kai Sirén, Risto Kosonen, Jianshun. «A review of the performance of different ventilation

- and airflow distribution systems in buildings.» *Building and Environment* (2014): 171-186.
- Jianqiang Mou, Shan Cui, David Wee Yang Khoo. «Computational fluid dynamics modelling of airflow and carbon dioxide distribution inside a seminar room for sensor placement.» *Measurement: Sensors* (2022): 100402.
- Jorge Dueñas, Héctor Zambrano. *Módulo Didáctico para la Enseñanza de Sistemas de Regulación de Velocidad Controlado por PID utilizando PLC y Variador de Velocidad en la Carrera de TSE en la Uleam Extensión El Carmen.* agosto de 2024. <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/7547/1/ULEAM-ELECTM-025.pdf?utm_source>.
- Junli Zhou, Yong Hua, Yuan Xiao, Cheng Ye, Wei Yang. «Analysis of Ventilation Efficiency and Effective Ventilation Flow Rate for Wind-driven Single-sided Ventilation Buildings.» *Aerosol and Air Quality Research* (2021): 200383.
- . «Analysis of Ventilation Efficiency and Effective Ventilation Flow Rate for Wind-driven Single-sided Ventilation Buildings.» *Aerosol and Air Quality Research* (2021): 200383.
- Karla Muñoz, Jonathan Zambrano. *Construcción de un sistema didáctico de acumulación de energía solar en baterías para la carrera de TSE en la Uleam extensión El Carmen.* enero de 2025. <<https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/7536>>.
- Long Chen Eileen E. Fabian-Wheeler, John M. Cimbala , Dan Hofstetter, Paul Patterson. «Análisis de dinámica de fluidos computacional de esquemas de ventilación alternativos en gallineros sin jaulas.» *Animals (Basel)* (2021): 2352.
- María Cedeño, Thasnee Solano, Dafni Mora,Miguel Chen. «Evaluación del desempeño de sistemas de ventilación en salones de clase.» *Novasinergia* (2022).
- MORENO, ANA. *Sistema de ventilación y purificación del aire para optimizar el confort ambiental de los estudiantes en las aulas de clase de los colegios urbanos de Bogotá.* 24 de febrero de 2019. <<https://hdl.handle.net/20.500.12495/2243>>.
- Nielsen, Y. Li y P. V. «Investigación en CFD y ventilación.» *Indoor Air* (2011): 442-453.
- T. van Hooff, B. Blocken & Y. Tominaga. «On the accuracy of CFD simulations of cross-ventilation flows for a generic isolated building: Comparison of RANS, LES and experiments.» *Building and Environment* (2017): 148–165.

- T. van Hooff, B. Blocken, Y. Tominaga. «On the accuracy of CFD simulations of cross-ventilation flows for a generic isolated building: Comparison of RANS, LES and experiment.» *Building and Environment* (2017): 148–165.
- Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí (ULEAM). *EXTENSIÓN EL CARMEN 32 AÑOS DE SERVICIO*. 7 de Julio de 2020. <https://www.uleam.edu.ec/extension-el-carmen-32-anos-de-servicio/?utm_source>.
- . *EXTENSIÓN EL CARMEN Y LA VINCULACIÓN CON LA COMUNIDAD*. 27 de agosto de 2020. <https://www.uleam.edu.ec/extension-el-carmen-y-la-vinculacion-con-la-comunidad/?utm_source>.
- Walter Zambrano, Jonathan Mendoza. *Construcción y evaluación de soportes mecánicos utilizando impresión 3D para la carrera de TSE tecnología superior Electromecánica en la ULEAM extensión El Carmen*. enero de 2025. <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/7541/1/ULEAM-ELECTM-019.pdf?utm_source>.
- Xin Lan, Jie Cao, Guonian Lv, Liangchen Zhou. «Simulation method for indoor airflow based on the Industry Foundation Classes model.» *Journal of Building Engineering* (2021): 102251.
- . «Simulation method for indoor airflow based on the Industry Foundation Classes model.» *Journal of Building Engineering* (2021): 102251.
- Yang Liu, Wenbin Mao, Nancy Diaz-Elsayed. «An investigation of the indoor environment and its influence on manufacturing applications via computational fluid dynamics simulation.» *Building and Environment* (2022).

ANEXOS

Ilustración 4. Vista general del aula.

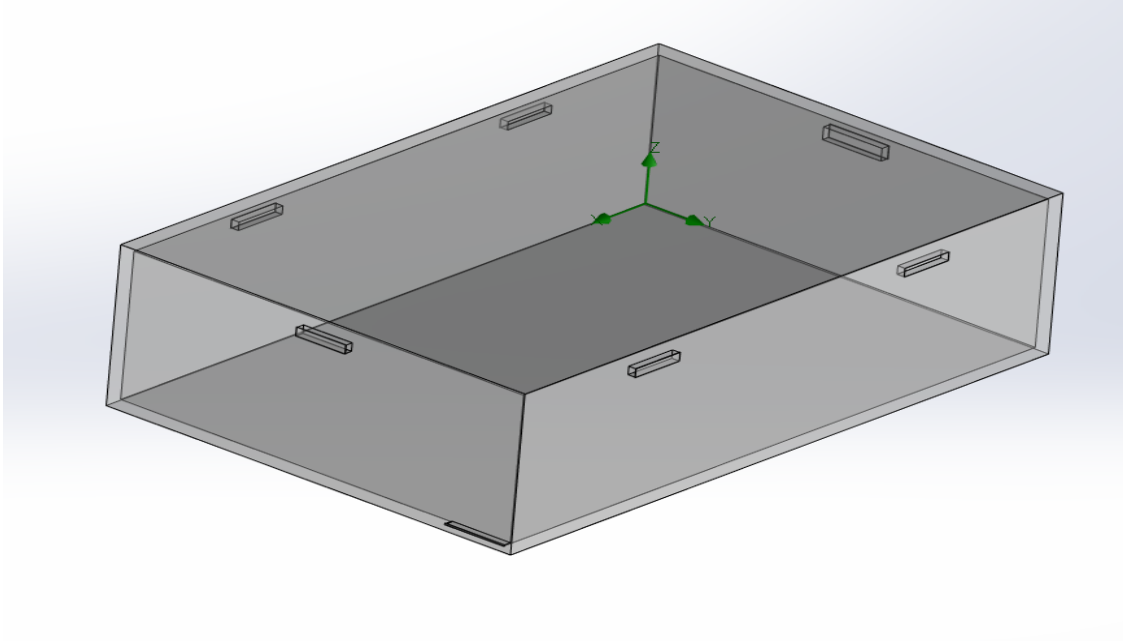
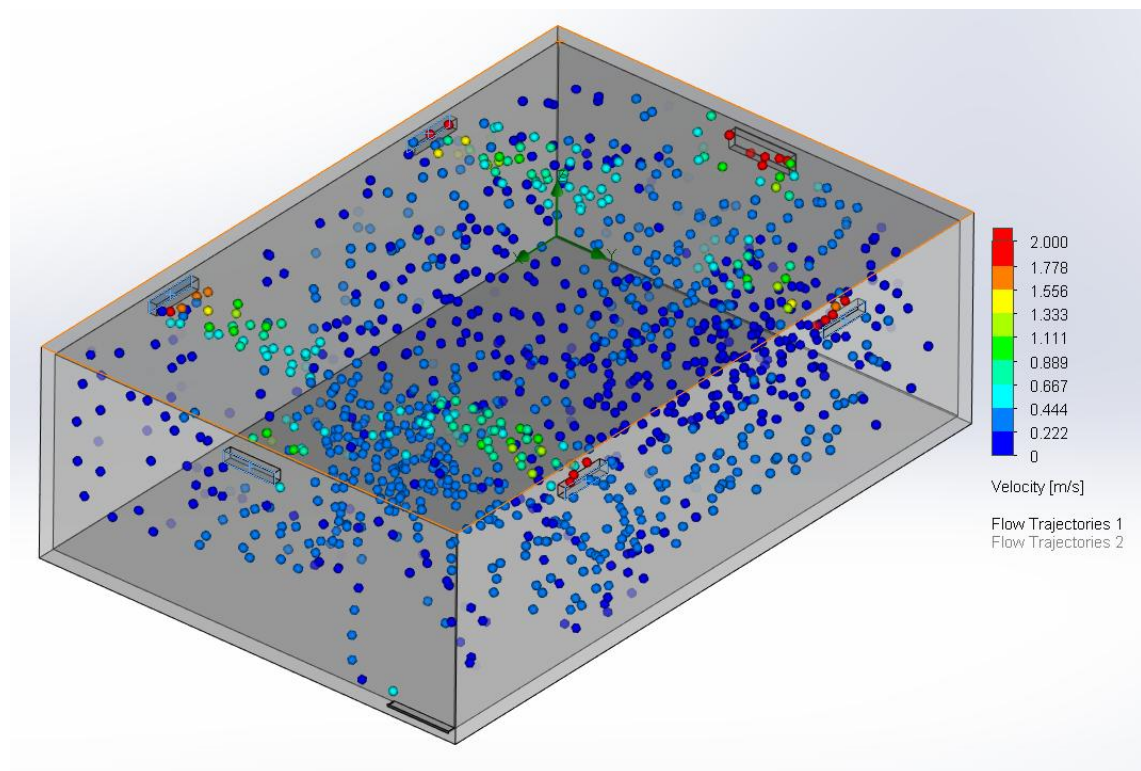


Ilustración 5. Distribución de Trayectoria y Velocidad del aire





Ximena Alcívar - Geomer Luzuriaga - copia

2%
Textos
sospechosos

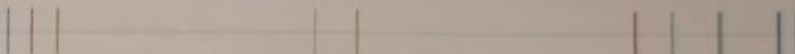
2% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
< 1% Idiomas no reconocidos
59% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: Ximena Alcívar - Geomer Luzuriaga - copia.docx
ID del documento: 9d3e4e5f5108584fd65571051d94c16a35f683ce
Tamaño del documento original: 891,74 kB

Depositante: RENE FERNANDO LOPEZ BARBERAN
Fecha de depósito: 4/2/2025
Tipo de carga: interface
Fecha de fin de análisis: 4/2/2025

Número de palabras: 6598
Número de caracteres: 45.886

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Tesis Alex-Sebastian.docx Tesis Alex-Sebastian #62265 Viene de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (43 palabras)
2	Documento de otro usuario: #020821 Viene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (34 palabras)
3	Tesis Eduardo-Carlos.docx Tesis Eduardo-Carlos #668004 Viene de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (32 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de otro usuario #41009f Viene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (24 palabras)
2	Documento de otro usuario #5467d Viene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (13 palabras)
3	repositorio.uleam.edu.ec Implementación de un sistema de backup eléctrico ... https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/9889	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
4	Documento de otro usuario #5e10a8 Viene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)

	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 Alcivar Campos Ximena Elizabeth, legalmente matriculado/a en la carrera de Electromecánica, período académico 2025(2), cumpliendo el total de 144 horas, cuyo tema del proyecto es "Diseño y análisis de un sistema de ventilación para un aula-taller utilizando software de simulación".

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.

El Carmen, 2 de febrero de 2026.

Lo certifico,



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

	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 Luzuriaga Moreira Geomer Miguel, legalmente matriculado/a en la carrera de Electromecánica, período académico 2025(2), cumpliendo el total de 144 horas, cuyo tema del proyecto es "Diseño y análisis de un sistema de ventilación para un aula-taller utilizando software de simulación".

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.

El Carmen, 2 de febrero de 2026.

Lo certifico,



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