



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

Diseño y construcción de ventanas con marco de aluminio para el reacondicionamiento de aulas en la carrera de electromecánica

Autores:

Anthony Johan Cedeño Ibarra
Steven Israel Lucas Bravo

Tutor

Ing. César Augusto Sinchiguano, Mg.

Unidad Académica:

Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, educación virtual y otras modalidades

Carrera:

Tecnología Superior en Electromecánica

El Carmen, febrero 2026

CERTIFICACION DEL TUTOR

Ing. César Augusto Sinchiguano, Mg.; docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Unidad académica de formación técnica y tecnológica, educación virtual y otras modalidades, en calidad de Tutor.

CERTIFICO:

Que el presente proyecto integrador con el título: “Diseño y construcción de ventanas con marco de aluminio para el reacondicionamiento de aulas en la carrera de electromecánica” ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, está listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opciones y conceptos vertidos en este documento son fruto de la perseverancia y originalidad de sus autores:

Anthony Johan Cedeño Ibarra, Steven Israel Lucas Bravo

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

El Carmen, febrero 2026



Ing. César Augusto Sinchiguano, Mg.
TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quienes suscriben la presente:

Anthony Johan Cedeño Ibarra, Steven Israel Lucas Bravo

Estudiantes de la Carrera de **Tecnología Superior en Electromecánica**, declaramos bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: “Diseño y construcción de ventanas con marco de aluminio para el reacondicionamiento de aulas en la carrera de electromecánica”, 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



Anthony Johan Cedeño Ibarra



Steven Israel Lucas Bravo



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: “Diseño y construcción de ventanas con marco de aluminio para el reacondicionamiento de aulas en la carrera de electromecánica” de sus autores: Anthony Johan Cedeño Ibarra, Steven Israel Lucas Bravo de la Carrera “**Tecnología Superior en Electromecánica**”, y como Tutor del Trabajo el/la Ing. César Augusto Sinchiguano, Mg.

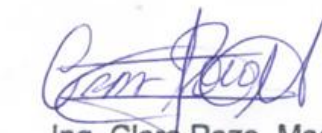
El Carmen, febrero 2026



Ing. Richard Hurtado, Mag.
PRESIDENTE DE TRIBUNAL



Ing. César Augusto Sinchiguano, Mg.
TUTOR



Ing. Clara Pozo, Mag.
PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL



Ing. Patricio Quiroz, Mag.
SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la institución académica y a los docentes tutores por la orientación técnica y metodológica brindada durante el desarrollo de esta tesis. Su acompañamiento crítico permitió consolidar criterios profesionales y fortalecer el rigor del trabajo investigativo.

De manera especial, reconocemos el apoyo de quienes facilitaron información, recursos y tiempo, contribuyendo de forma directa al cumplimiento de los objetivos planteados por ambos autores.

Anthony Johan Cedeño Ibarra, Steven Israel Lucas Bravo

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo, en primer lugar, a nuestras familias, por su apoyo incondicional, paciencia y comprensión a lo largo de un proceso académico exigente. Su confianza y aliento permanente constituyeron un pilar esencial que nos permitió avanzar con constancia y culminar con éxito esta etapa de formación profesional.

Asimismo, dedicamos este logro a quienes, con su ejemplo y orientación, nos impulsaron a asumir los retos académicos y profesionales con responsabilidad, compromiso y sentido crítico. Estos valores guiaron cada decisión y esfuerzo realizado durante el desarrollo de la presente tesis, fortaleciendo el trabajo colaborativo y el crecimiento integral de ambos autores.

Anthony Johan Cedeño Ibarra, Steven Israel Lucas Bravo

RESUMEN

El acondicionamiento de los espacios educativos es un factor determinante para garantizar ambientes de aprendizaje seguros, confortables y funcionales, incluso cuando las intervenciones se limitan a la fase de diseño y simulación. Diversos estudios evidencian que la infraestructura académica influye directamente en el rendimiento estudiantil, particularmente en variables como la iluminación natural, la ventilación y el control acústico. En este contexto, el diseño de ventanas con marcos de aluminio surge como una alternativa técnica eficiente, debido a las propiedades del material, tales como durabilidad, resistencia a la corrosión, bajo mantenimiento y adecuada relación resistencia peso, ampliamente documentadas en la literatura especializada y respaldadas por organismos internacionales. La propuesta desarrollada se enfoca en el diseño y simulación de ventanas de aluminio para las aulas de la carrera de Electromecánica de la ULEAM, Extensión El Carmen, como respuesta a las necesidades existentes en iluminación, ventilación y confort ambiental. Mediante un enfoque metodológico técnico aplicado, se realizó el análisis de la situación actual, el diseño estructural simulado y la evaluación de su impacto potencial, sin ejecución física. El proyecto se justifica tanto desde el ámbito académico como tecnológico, al contribuir a la mejora del entorno educativo y al fortalecimiento de competencias propias de la formación en Electromecánica, integrando criterios de eficiencia, funcionalidad y sostenibilidad institucional.

PALABRAS CLAVE

Infraestructura educativa, ventanas de aluminio, confort ambiental, iluminación natural, ventilación, Electromecánica.

ABSTRACT

The conditioning of educational spaces is a determining factor in ensuring safe, comfortable, and functional learning environments, even when interventions are limited to the design and simulation phase. Various studies demonstrate that academic infrastructure directly influences student performance, particularly in variables such as natural lighting, ventilation, and acoustic control. In this context, the design of windows with aluminum frames emerges as an efficient technical alternative due to the material's properties, such as durability, corrosion resistance, low maintenance, and an appropriate strength-to-weight ratio, which are widely documented in specialized literature and supported by international organizations.

The proposed solution focuses on the design and simulation of aluminum windows for the classrooms of the Electromechanical Engineering program at ULEAM, El Carmen Extension, as a response to existing deficiencies in lighting, ventilation, and environmental comfort. Using a technical applied methodological approach, the current situation was diagnosed, the structural design was simulated, and its potential impact was evaluated, without physical implementation. The project is justified from both academic and technological perspectives, as it contributes to improving the educational environment and strengthening skills specific to Electromechanical Engineering training, integrating criteria of efficiency, functionality, and institutional sustainability.

KEYWORDS

Educational infrastructure, aluminum windows, environmental comfort, natural lighting, ventilation, Electromechanics.

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
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
PROBLEMA	3
1.1. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.2. OBJETIVOS.....	5
1.2.1. Objetivo general	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
1.3. METODOLOGÍA	5
1.3.1. Procedimiento.....	5
1.3.2. Técnicas	6
1.3.3. Métodos.....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. DEFINICIONES	8
2.2. ANTECEDENTES.....	11
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS.....	13
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA	15
3.1. DESARROLLO	15
3.1.1. Descripción de la propuesta	18
3.1.2. Etapas.....	19
3.1.3. Presupuesto.....	21

3.2. RESULTADOS.....	22
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	26
4.1. CONCLUSIONES	26
4.2. RECOMENDACIONES	26
BIBLIOGRAFÍA	27
ANEXOS	30

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Estado referencial de las ventanas en aulas de Electromecánica.	16
Ilustración 2. Aplicación de carga de 300 (N) en el centro de la ventana de aluminio para verificación estructural.	17
Ilustración 3. Distribución de presión de 300 MPa aplicada sobre la ventana de aluminio para análisis estructural.	18
Ilustración 4. Análisis de tensiones de Von Mises en ventana corrediza de aluminio mediante simulación computacional.	23
Ilustración 5. Resultados de desplazamiento total (URES) en ventana de aluminio obtenidos mediante simulación estructural.	24
Ilustración 6. Factor de seguridad (FDS) obtenido en la ventana de aluminio mediante análisis estructural computacional.....	25
Ilustración 7. Ventana corrediza con marco de aluminio y cotas dimensionales generales (1200 mm × 1200 mm).	30
Ilustración 8. Referencia de Ventana con marco de aluminio	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Etapa de diseño y simulación - sin ejecución física.	21
---	----

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El acondicionamiento adecuado de los espacios educativos constituye un factor determinante para garantizar ambientes de aprendizaje seguros, confortables y funcionales, incluso cuando las intervenciones se limitan a la etapa de planificación y diseño. Diversos autores señalan que el diseño de la infraestructura física influye directamente en el rendimiento estudiantil, especialmente en aspectos como la iluminación natural, la ventilación y el control acústico, los cuales dependen en gran medida del planteamiento técnico de las aberturas arquitectónicas (Hernández L. &., 2020).

En este contexto, el diseño de ventanas con marcos de aluminio se presenta como una alternativa eficiente, debido a las propiedades del material, tales como resistencia a la corrosión, durabilidad y bajo requerimiento de mantenimiento, ampliamente documentadas en la literatura técnica sobre carpintería metálica (Pérez, 2019). Asimismo, organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura destacan que la adecuada planificación de elementos arquitectónicos en aulas contribuye al bienestar y desempeño de los estudiantes (UNESCO, 2021). Estas consideraciones fundamentan la importancia de analizar el diseño de ventanas de aluminio, sin contemplar su construcción física, como parte del proceso de reacondicionamiento proyectado para las aulas de la carrera de Electromecánica.

La elección del aluminio como material estructural para ventanas responde no solo a criterios de durabilidad, sino también a su eficiencia en términos de peso, resistencia mecánica y comportamiento frente a la intemperie según (Aguilar, 2018), el aluminio presenta una excelente relación resistencia peso, lo que facilita su instalación y reduce costos de mantenimiento a largo plazo. Además, su capacidad de reciclaje lo convierte en un recurso compatible con políticas, aspecto enfatizado por la International (Institute., 2020). Estas características consolidan al aluminio como un elemento clave en intervenciones de reacondicionamiento que buscan optimizar la funcionalidad y prolongar la vida útil de las edificaciones educativas.

Investigaciones recientes han demostrado la efectividad de implementar carpintería de aluminio en entornos académicos para mejorar las condiciones ambientales internas. Un estudio realizado por (Ramírez, 2021) evidenció que la sustitución de ventanas tradicionales por sistemas de aluminio incrementó la entrada de luz natural en un 35% y redujo la infiltración de ruido externo. De manera similar, (Castillo, 2022) analizaron proyectos de rehabilitación en instituciones técnicas, concluyendo que las ventanas de aluminio contribuyen significativamente al confort térmico y a la eficiencia energética de las aulas. Estos antecedentes respaldan el uso de este material como una alternativa moderna y viable para proyectos de mejora educativa.

La importancia de abordar este proyecto de ventanas con marcos de aluminio radica en su impacto directo sobre las condiciones pedagógicas de los espacios de formación. La infraestructura escolar influye en la concentración, seguridad y bienestar de los estudiantes, por lo que intervenir en elementos críticos como las ventanas permite optimizar el ambiente de aprendizaje (UNICEF, 2020). Este tema guarda relación directa con la carrera de Electromecánica, dado que integra competencias vinculadas al diseño técnico, selección de materiales, análisis estructural de ventanas de aluminio; lo que implica conocimientos sobre herramientas, mediciones, procesos de ensamblaje y normas de seguridad industrial, áreas que forman parte de la formación profesional del tecnólogo en Electromecánica (Benítez, 2019). Asimismo, el reacondicionamiento de aulas constituye un ejercicio práctico que permite aplicar criterios de eficiencia y funcionalidad, indispensables para la gestión de proyectos técnicos en contextos reales.

PROBLEMA

En las aulas de la carrera de Electromecánica de la ULEAM Ext. El Carmen se evidencian necesidades relacionadas con la adecuación de ventanas, las cuales deberían ser diseñadas para dar mejorar las filtraciones de aire, en los sistemas de apertura, escasa entrada de luz natural y una ventilación suficiente. Estas condiciones generaran comodidad térmica, disminución de ruido externo, mejor iluminación, acumulación de calor y menor dependencia de la iluminación eléctrica, lo que ayuda al rendimiento académico, la seguridad y el bienestar de los estudiantes. este proyecto mejorara los espacios que se cumplan con las condiciones adecuadas para el desarrollo de actividades teóricas y prácticas propias de la formación en Electromecánica. Esta situación evidencia la necesidad de intervenir con una alternativa técnica que permita mejorar las condiciones ambientales y funcionales del entorno educativo.

1.1. JUSTIFICACIÓN

La adecuación de los espacios de aprendizaje constituye un elemento fundamental para garantizar el adecuado desarrollo académico de los estudiantes de la carrera de Electromecánica, considerando que los procesos formativos propios de esta área requieren ambientes que favorezcan la concentración, la seguridad y el confort. En las aulas de la ULEAM, Extensión El Carmen, la necesidad de las ventanas es necesario para el ingreso adecuado de luz natural, reduciendo la ventilación y generar condiciones ambientales favorables que inciden positivamente en la calidad del proceso de enseñanza–aprendizaje. Estas necesidades mejoran tanto el rendimiento académico como el bienestar de los estudiantes y docentes durante el desarrollo de las actividades educativas. En este contexto, el diseño de ventanas con marcos de aluminio se plantea como una alternativa técnica eficiente para mejorar las condiciones del entorno académico, ya que permite optimizar la iluminación natural, favorecer la circulación de aire y disminuir la incidencia de ruido externo, contribuyendo a la creación de espacios más saludables y funcionales. Asimismo, contar con instalaciones adecuadamente diseñadas fortalece el desarrollo de competencias profesionales, dado que un ambiente educativo en condiciones óptimas

promueve el aprendizaje activo, la participación estudiantil y la correcta ejecución de actividades prácticas propias de la formación técnica. Por ello, el presente proyecto se justifica desde el ámbito académico, al responder a la necesidad de mejorar las condiciones físicas esenciales que respaldan la calidad de la formación en la carrera de Electromecánica.

Desde la perspectiva tecnológica, la implementación de ventanas con marcos de aluminio representa una mejora sustancial respecto a las estructuras existentes, debido a las propiedades mecánicas, físicas y de durabilidad que ofrece este material. El aluminio presenta alta resistencia a la corrosión, bajo peso, facilidad de manipulación y una vida útil prolongada, lo que lo convierte en una alternativa eficiente para ambientes expuestos a uso continuo, como las aulas universitarias. El diseño de estas ventanas involucra procesos propios de la tecnología de materiales, incluyendo corte, ensamblaje, sujeción y fijación, lo que aporta un componente formativo adicional para los estudiantes, quienes pueden observar e incluso participar en procesos aplicados a su campo profesional. Asimismo, la incorporación de nuevos sistemas de apertura, cerramiento hermético y soportes reforzados mejora la funcionalidad de los espacios, permitiendo una ventilación controlada y mayor aislamiento térmico y acústico. De esta manera, el proyecto no solo moderniza la infraestructura educativa, sino que también introduce soluciones tecnológicas acordes con las tendencias actuales de eficiencia, durabilidad y bajo mantenimiento.

Este proyecto se alinea directamente con las líneas de investigación institucionales de la ULEAM, particularmente aquellas orientadas al mejoramiento de la infraestructura educativa, la innovación tecnológica y el desarrollo sostenible en espacios académicos. La propuesta contribuye a fortalecer la pertinencia social de la universidad al responder a necesidades reales de la comunidad estudiantil mediante soluciones técnicas que mejoran las condiciones de aprendizaje y optimizan el uso de los recursos institucionales. Además, la intervención basada en la fabricación y diseño de estructuras de aluminio se relaciona con la línea de investigación de Tecnologías Aplicadas y Mejoramiento de Procesos, al integrar conocimientos de materiales, y eficiencia

energética. Esta relación permite sustentar el proyecto no solo como una mejora física del entorno, sino como un aporte significativo a la producción académica y a la generación de soluciones innovadoras que pueden replicarse en otros espacios de la institución. Por ello, la investigación adquiere valor estratégico al contribuir a la mejora continua de la infraestructura universitaria y al fortalecimiento del vínculo entre teoría, práctica y desarrollo tecnológico.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Diseñar ventanas con marcos de aluminio para el reacondicionamiento proyectado de las aulas de la carrera de Electromecánica de la ULEAM, Extensión El Carmen, con el propósito de mejorar las condiciones de iluminación natural, ventilación y confort ambiental, contribuyendo así al fortalecimiento del proceso de enseñanza aprendizaje, sin contemplar la ejecución física.

1.2.2. Objetivos específicos

Analizar, desde un enfoque teórico y normativo, las características funcionales y ambientales requeridas para ventanas en aulas de la carrera de Electromecánica de la ULEAM Extensión El Carmen, con el fin de establecer criterios de diseño adecuados.

Simular el diseño estructural de ventanas con marco de aluminio mediante modelado 3D CAD, definiendo materiales, dimensiones, perfiles y especificaciones técnicas orientadas a mejorar la iluminación natural, la ventilación y el aislamiento del aula.

Verificar, a través de simulaciones digitales, el comportamiento funcional del diseño propuesto en términos de iluminación, ventilación y confort ambiental, como base técnica para una futura implementación física.

1.3. METODOLOGÍA

1.3.1. Procedimiento

El procedimiento comenzó con el análisis de las condiciones actuales de las aulas de la carrera de Electromecánica de la ULEAM, Extensión El Carmen,

considerando aspectos como iluminación natural, ventilación y funcionalidad de las ventanas existentes. Esta etapa permitió identificar deficiencias y establecer criterios técnicos que sirvieron de base para el desarrollo del diseño simulado propuesto.

Posteriormente, se elaboró la simulación del diseño de ventanas con marcos de aluminio, aplicando principios técnicos, normativos y funcionales propios de la carpintería metálica. En esta fase se definieron dimensiones, tipología de ventanas y características del material, con el fin de optimizar el ingreso de luz natural y la circulación de aire en las aulas.

Finalmente, se evaluaron los resultados obtenidos a partir de la simulación del diseño propuesto, analizando su incidencia en la mejora de la iluminación, ventilación y confort ambiental. Esta evaluación permitió determinar la viabilidad técnica del diseño, así como su aporte al fortalecimiento del proceso de enseñanza–aprendizaje en la carrera de Electromecánica.

1.3.2. Técnicas

Dentro del proyecto se utilizaron las siguientes técnicas fundamentadas teóricamente para un mejor contexto se detallan a continuación:

Análisis documental.

Esta técnica consiste en la revisión sistemática de fuentes bibliográficas, normativas y técnicas relacionadas con el diseño de ventanas, confort ambiental e infraestructura educativa. Según (Hernández & B., 2020), el análisis documental permite sustentar teóricamente los proyectos académicos y orientar la toma de decisiones técnicas. Se utilizó para fundamentar el marco teórico y definir criterios técnicos aplicables al diseño simulado de ventanas con marcos de aluminio.

Simulación técnica de diseño.

La simulación es una técnica que permite representar de manera virtual soluciones técnicas antes de su ejecución física, facilitando la evaluación de su impacto potencial (Pérez, 2019). En el proyecto se utilizó para desarrollar y evaluar el diseño propuesto de ventanas con marcos de aluminio, analizando su influencia en la iluminación natural, ventilación y confort ambiental.

Medición Técnica.

Consiste en obtener datos exactos mediante instrumentos especializados, lo que la convierte en una técnica esencial en proyectos que requieren precisión dimensional. Según (Sabino, 2019), las mediciones permiten transformar observaciones cualitativas en datos cuantitativos confiables, especialmente cuando se necesita diseñar o construir elementos físicos. En este proyecto, la medición técnica se empleó para determinar las dimensiones de los marcos, aberturas y espacios donde se instalarían las nuevas ventanas, garantizando exactitud en la elaboración de planos.

1.3.3. Métodos

Aplicado ingenieril: Según (Canales Marcos, 2020), en la investigación para ingenierías se usa un método de tipo aplicado que combina el método científico con fases de diseño, validación y construcción de objetos técnicos. Motivo por el cual este método es adecuado porque la tesis no solo analiza un problema, sino que busca diseñar una solución técnica concreta (ventanas de aluminio). Permite estructurar el proyecto desde la investigación hasta la implementación. Se lo aplico a lo largo del desarrollo desde la definición del problema, diseño de las ventanas, fabricación e instalación y la validación de la propuesta.

Empírico analítico: Este método permite obtener conocimiento a partir de la observación sistemática y el análisis de datos reales, es común en investigaciones técnicas y aplicadas (Córdova, 2023). Se utilizó para analizar con objetividad la situación actual de las ventanas y verificar empíricamente los resultados una vez instaladas las nuevas ventanas, su aplicación se realizó en la fase de diagnóstico para recoger datos observados en campo y también en la fase de evaluación, para analizar los resultados posteriores a la instalación (pruebas de hermeticidad, funcionamiento)

Descriptivo: De acuerdo con la metodología de investigación aplicada permite caracterizar fenómenos presentes, sin manipular variables, lo que es esencial para comprender el estado real de los espacios o elementos estudiados. (Cuadra, 2022), debido a que permite describir con detalles como están las

ventanas actualmente, sus defectos y como afectan al ambiente de las aulas sin intervenir todavía, por ende, se aplicó en el diagnóstico inicial: midiendo dimensiones, documentando las condiciones estructurales y funcionales, se elaboró un perfil preciso de las deficiencias existentes.

Mixto Cuantitativo + Cualitativo: La investigación en la ingeniería a menudo requiere combinar datos cuantitativos (mediciones, pruebas) con percepción cualitativa para tener una visión completa de problemática (Gonzales-Crespo, 2017), se utilizó debido a que el proyecto toma medidas precisas (cuantitativo) pero también evalúa elementos como confort, sensación de habitabilidad o percepción de usuario (cualitativo) este método mixto permite integrar ambas visiones para diseñar una solución efectiva. Por lo que se utilizó en la fase de evaluación recopilando datos numéricos (por ejemplo, mediciones de luz, filtraciones) y también se hicieron observaciones cualitativas sobre como los estudiantes perciben las nuevas ventanas.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES

Fundamentos técnicos y propiedades estructurales del aluminio

La selección del material y el diseño de ventanas con marco de aluminio en centros educativos constituyen factores determinantes para garantizar aulas funcionales, durables y saludables. El aluminio, debido a su baja densidad, elevada relación resistencia-peso, resistencia a la corrosión y facilidad de conformado en perfiles esbeltos, se ha consolidado como un material idóneo para sistemas de carpintería arquitectónica en edificaciones institucionales (Stacey, 2020). Estas propiedades permiten la ejecución de superficies acristaladas eficientes, con menores requerimientos de mantenimiento y una vida útil superior frente a materiales tradicionales, lo que resulta particularmente relevante en infraestructuras educativas de uso intensivo. Asimismo, la precisión en la fabricación industrial de perfiles de aluminio garantiza tolerancias adecuadas, favoreciendo un correcto ensamblaje y un comportamiento estructural confiable a largo plazo.

Confort ambiental y desempeño acústico en aulas educativas

Desde el punto de vista ambiental, las ventanas inciden directamente en variables que condicionan el proceso de enseñanza-aprendizaje, tales como iluminación natural, ventilación y aislamiento térmico y acústico. La adecuada dimensión, orientación y calidad constructiva del sistema ventana, incluidos herrajes y sellos regula el ingreso de luz natural y el intercambio de aire, aspectos asociados con mejoras en la concentración, el confort visual y la salud de los estudiantes (Espinosa, 2024). Estudios empíricos evidencian una relación positiva entre la calidad de la infraestructura escolar y el rendimiento académico, lo que respalda la optimización de elementos arquitectónicos como las ventanas.

El control acústico en las aulas representa otro criterio técnico esencial. Ventanas con deficiente aislamiento favorecen la transmisión de ruido exterior, afectando la inteligibilidad del habla y la atención del alumnado (Mealings, 2023). La literatura especializada en acústica educativa demuestra que la incorporación de sistemas de cerramiento con adecuados niveles de aislamiento sonoro mejora la percepción del lenguaje y el desempeño cognitivo, por lo que el diseño del marco y del acristalamiento debe responder tanto a exigencias estructurales como acústicas.

Eficiencia energética y comportamiento térmico del sistema ventana

En términos de eficiencia energética y confort térmico, el desempeño del sistema ventana influye de manera directa en las ganancias y pérdidas de calor del edificio. La utilización de perfiles de aluminio con ruptura de puente térmico, combinados con vidrios de control térmico y sellos eficientes, contribuye a reducir la demanda energética asociada a climatización e iluminación artificial (Qiu, 2025). Investigaciones recientes indican que estas soluciones permiten mejorar el confort interior y disminuir el consumo energético en distintos contextos climáticos, generando beneficios operativos para las instituciones educativas.

Finalmente, el uso de aluminio en sistemas de ventanas se vincula con criterios de sostenibilidad debido a su alta reciclabilidad y bajo requerimiento de mantenimiento. No obstante, una evaluación técnica integral debe considerar el análisis del ciclo de vida del material, dado que su producción primaria es

intensiva en energía. En este sentido, la toma de decisiones debe equilibrar durabilidad, eficiencia en operación y posibilidades de recuperación y reciclaje al final de la vida útil (Institute, 2023). En conjunto, la evidencia técnica y académica sustenta que el diseño adecuado de ventanas con marcos de aluminio constituye una estrategia eficaz para mejorar las condiciones ambientales y funcionales de las aulas, justificando su estudio y aplicación en el reacondicionamiento de los espacios de la carrera de Electromecánica.

El empleo del aluminio en la carpintería de ventanas se fundamenta en sus propiedades físicas y metalúrgicas, entre las que destacan su baja densidad, elevada relación resistencia y peso, buena confortabilidad y alta resistencia a la corrosión, atribuida a la formación natural de una capa pasiva de óxido en su superficie (You, 2024). Estas características permiten la fabricación de perfiles estructuralmente eficientes, de fácil transporte e instalación, lo cual resulta especialmente pertinente en edificaciones institucionales de uso intensivo, como las aulas universitarias.

Sin embargo, el aluminio presenta una conductividad térmica superior a la de otros materiales empleados en cerramientos, lo que puede generar pérdidas o ganancias térmicas significativas si no se incorporan soluciones de diseño adecuadas (Milosevic, 2023). Para mitigar este efecto, los sistemas contemporáneos de carpintería de aluminio integran perfiles con rotura de puente térmico y acristalamientos aislantes.

La evaluación del comportamiento térmico de las ventanas se apoya en normas técnicas internacionales, como la ISO 10077, que establecen métodos de cálculo para el factor de transmisión térmico de marco, hojas y acristalamientos, así como del sistema ventana-cerramiento (ISO, 2020). La aplicación de estos criterios normativos permite comparar soluciones constructivas y asegurar niveles adecuados de eficiencia energética, reduciendo riesgos de condensación superficial y pérdidas energéticas.

Sostenibilidad y enfoque integral del diseño de ventanas de aluminio

Por otra parte, los avances en aleaciones de aluminio, tecnologías de unión y tratamientos superficiales han permitido mejorar la resistencia mecánica, la

durabilidad y la calidad de los acabados de los perfiles, factores clave para garantizar soluciones constructivas reproducibles y adecuadas al contexto institucional (Mimura, 2022).

En síntesis, la literatura especializada coincide en que el diseño de ventanas de aluminio debe abordarse como un sistema integral que articule perfil, herrajes, juntas, acristalamiento y método de instalación (Wang, 2024). La combinación adecuada de estos elementos permite optimizar el rendimiento térmico y acústico, incrementar la eficiencia energética y prolongar la vida útil de las ventanas, aspectos esenciales en proyectos de acondicionamiento y mejora de espacios educativos.

2.2. ANTECEDENTES

La universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM) es una institución pública de educación superior en Ecuador que cumple un rol fundamental en la formación profesional, la investigación y el desarrollo territorial. Como lo establece su normativa institucional más reciente, la universidad orienta sus procesos académicos hacia la innovación, la pertinencia social y la solución de problemas del entorno mediante proyectos aplicados realizados por estudiantes y docentes (ULEAM, 2021). La institución cuenta con diversas extensiones en la provincia, entre ellas la Extensión El Carmen, que atiende la demanda educativa de la zona norte de Manabí y sectores aledaños, funcionando como un centro estratégico para el fortalecimiento del conocimiento técnico y tecnológico en la región.

La Extensión El Carmen se caracteriza por ofrecer carreras vinculadas al desarrollo productivo, industrial y tecnológico, entre ellas la carrera de Electromecánica, donde se ejecutó el presente proyecto. El programa académico se enfoca en la formación de profesionales capaces de diseñar, operar, mantener y mejorar sistemas electromecánicos mediante la aplicación de principios de la ingeniería, promoviendo además prácticas de eficiencia energética, seguridad industrial y tecnología aplicada (ULEAM, 2022). La carrera mantiene una orientación práctica, lo que exige espacios físicos adecuados,

laboratorios funcionales y aulas con condiciones ambientales que favorezcan la enseñanza técnica.

Mediante los lineamientos institucionales, impulsa proyectos de vinculación e investigación aplicada que permiten atender necesidades concretas de sus extensiones, especialmente en la infraestructura, equipamiento y mejoramiento de aprendizaje (ULEAM, 2023). En este contexto el proyecto de Diseño y Construcción de Ventanas con Marco de Aluminio para el reacondicionamiento de aulas se enmarca en las políticas de mejora continua de la infraestructura ya que se ha identificado la necesidad de actualizar gradualmente sus aulas y laboratorios. La Extensión El Carmen ha gestionado en años recientes intervenciones progresivas para modernizar sus espacios, priorizando la seguridad, durabilidad de los materiales y el bienestar estudiantil (SENESCYT, 2020). Estas directrices se alinean con las disposiciones del Modelo d Gestión de Infraestructura Universitaria promovido por instituciones de educación superior en el país, el cual destaca la importancia del mantenimiento y actualización permanente de los ambientes educativos.

Anteriormente a la ejecución del proyecto de diseño y construcción de ventanas con marcos de aluminio para el reacondicionamiento de las aulas de la carrera de Electromecánica de la ULEAM Extensión El Carmen, las acciones desarrolladas en relación al mantenimiento y mejoramiento de la infraestructura académica habían sido limitadas y principalmente orientadas a intervenciones básicas. De acuerdo con los registros internos y observaciones realizadas durante la fase diagnóstica, las ventanas instaladas originalmente en las aulas correspondían a modelos convencionales de hierro con vidrio simple, estructuras que habían permanecido en uso por varios años sin recibir actualizaciones significativas o adecuaciones orientadas al confort ambiental.

Por lo que antes de esta propuesta, las mejoras que se habían ejecutado estaban enfocadas en mantenimiento menor, como la sustitución de vidrios rotos, aplicación de pintura anticorrosiva entre otras, sin llegar a una intervención estructural que permitiera optimizar el ingreso de luz natural, mejorar la ventilación cruzada reducción de filtración de polvo y ruido. Del mismo modo no

se había incorporado procesos de evaluación técnica que permitiera determinar la eficiencia real de las ventanas y no se cuenta con proyectos previos que propusieran el rediseño integral de estas aberturas utilizando materiales más duraderos y adecuados a las necesidades educativas.

Se puede denotar dentro de los antecedentes que los proyectos anteriores se centraban en el reacondicionamiento de la institución mayormente la parte mobiliaria, equipos eléctricos y mejoras en laboratorios, dejando el tema de la infraestructura de las aulas en segundo plano, pese a encontrar inversiones puntuales en iluminación artificial, y ventilación con equipos mecánicos, no existen iniciativas orientadas a mejorar los elementos constructivos pasivos. Esto evidencio una falta de propuestas integrales que consideren las ventanas como parte fundamental del confort térmico y lumínico para el desarrollo adecuado de actividades académicas.

Este estudio nos indica que antes de la ejecución del presente proyecto, no se habían desarrollado estudios ni propuestas estructuradas que plantearan el diseño técnico acordes a las necesidades de la carrera de Electromecánica. Por lo que la ausencia de intervenciones previas significativas justifico la pertinencia y oportunidad de la propuesta, que introduce una solución técnica que responde a las condiciones reales, mejorando el ambiente educativo y a la modernización de la infraestructura institucional.

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

Existen diversos estudios recientes que han explorado el impacto de distintas configuraciones de ventanas con marcos de aluminio en la eficiencia energética de edificaciones académicas. En Asia se cuenta con la investigación realizada en Fujian, China, analizó el rendimiento térmico de estas ventanas en edificios educativos, estos resultados demuestran que se reduce de forma significativa la demanda de refrigeración en climas cálidos, aumentando el confort interior, es decir confirma la eficacia en la mejora del ambiente educativo, (Lin W., 2024). Mientras que en Europa, en España evaluaron el comportamiento termo acústico en centros educativos modernizados, según Gómez Carrasco y Ruiz (Gómez,

2023), la sustitución de ventanas antiguas por marcos de aluminio con ruptura de puente térmico mejoró el aislamiento acústico y redujo las fugas de aire hasta en un 45%, este antecedente europeo resalta la importancia de la calidad del cierre y el diseño del marco para mejorar las condiciones de estudio.

En Canadá, un estudio realizado en la Universidad New Brunswick analizó la eficiencia energética de diferentes tipos de ventanas institucionales mediante el uso de una cámara térmica infrarroja entre noviembre 2021 y abril del 2022, se compraron marcos de madera, aluminio y configuraciones de ventana fija, deslizante y colgante, mostrando que las ventanas fijas y aquellas con vidrios Low-E lograron un mejor rendimiento térmico. Se determinó que la distribución de temperatura en la ventana dependía de las diferencias entre temperaturas interior y exterior, lo que evidencia la importancia del diseño y la selección de materiales en las estrategias de rehabilitación energética

En la provincia de Manabí, un estudio desarrollado por la Universidad Técnica de Manabí analizó la eficiencia energética de los edificios del campus Portoviejo, identificando deficiencias en la envolvente térmica, especialmente en elementos como ventanas y sistemas de ventilación. (Velepucha, 2024) señalaron que la falta de ventanas adecuadas incrementa la carga térmica interna y afecta el confort de las aulas, recomendando mejoras en materiales y diseños para optimizar el consumo energético.

En la ciudad de Manta se han realizado estudios de análisis bioclimático sobre edificios públicos que examinan la respuesta térmica y las estrategias de confort pasivo, señalando oportunidades de mejora en elementos constructivos como fachadas y ventanas (Alava, 2022). Mientras que la revisión bibliográfica realizada muestra que, salvo trabajos en Manta y Portoviejo, existen pocos estudios focalizados específicamente en la rehabilitación de ventanas con marcos de aluminio en otros cantones de la provincia, lo que indica un vacío de investigación aplicable al contexto local y respalda la relevancia del presente proyecto.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

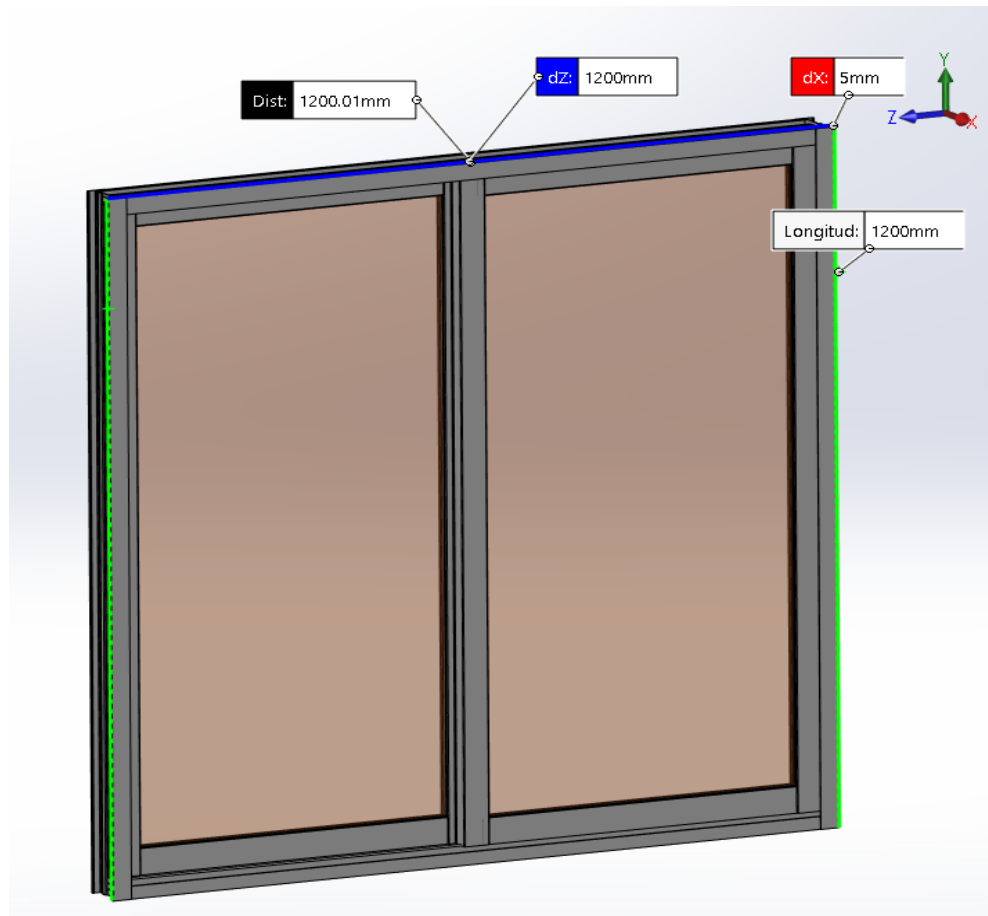
El presente capítulo describe el desarrollo de la propuesta, enfocado a la etapa de diseño y simulación, sin ejecución física. Los contenidos se organizan conforme a los objetivos específicos, detallando criterios técnicos y normativos para el diseño de ventanas con marcos de aluminio. Se incluyen esquemas, diagramas, planos referenciales, cálculos y simulaciones, con fines académicos, que evidencian la viabilidad técnica del diseño propuesto para aulas de Electromecánica institucionales proyectadas.

3.1. DESARROLLO

En el presente capítulo se describe de forma detallada el desarrollo de la propuesta “Diseño y construcción de ventanas con marco de aluminio para el reacondicionamiento de aulas en la carrera de Electromecánica”. Los contenidos se organizan de acuerdo con los objetivos específicos planteados, incorporando los aspectos técnicos, constructivos y funcionales necesarios para evidenciar la viabilidad del proyecto. Se incluyen diseños, diagramas, cálculos básicos, planos referenciales e ilustraciones que permiten comprender el desarrollo integral de la propuesta.

Las aulas de la carrera de Electromecánica requieren ventanas que garanticen adecuada iluminación natural, ventilación, seguridad y durabilidad. En función de estas necesidades, se establecieron requerimientos técnicos relacionados con resistencia mecánica, facilidad de mantenimiento, control de acceso y adaptación a la infraestructura existente.

Ilustración 1. Estado referencial de las ventanas en aulas de Electromecánica.

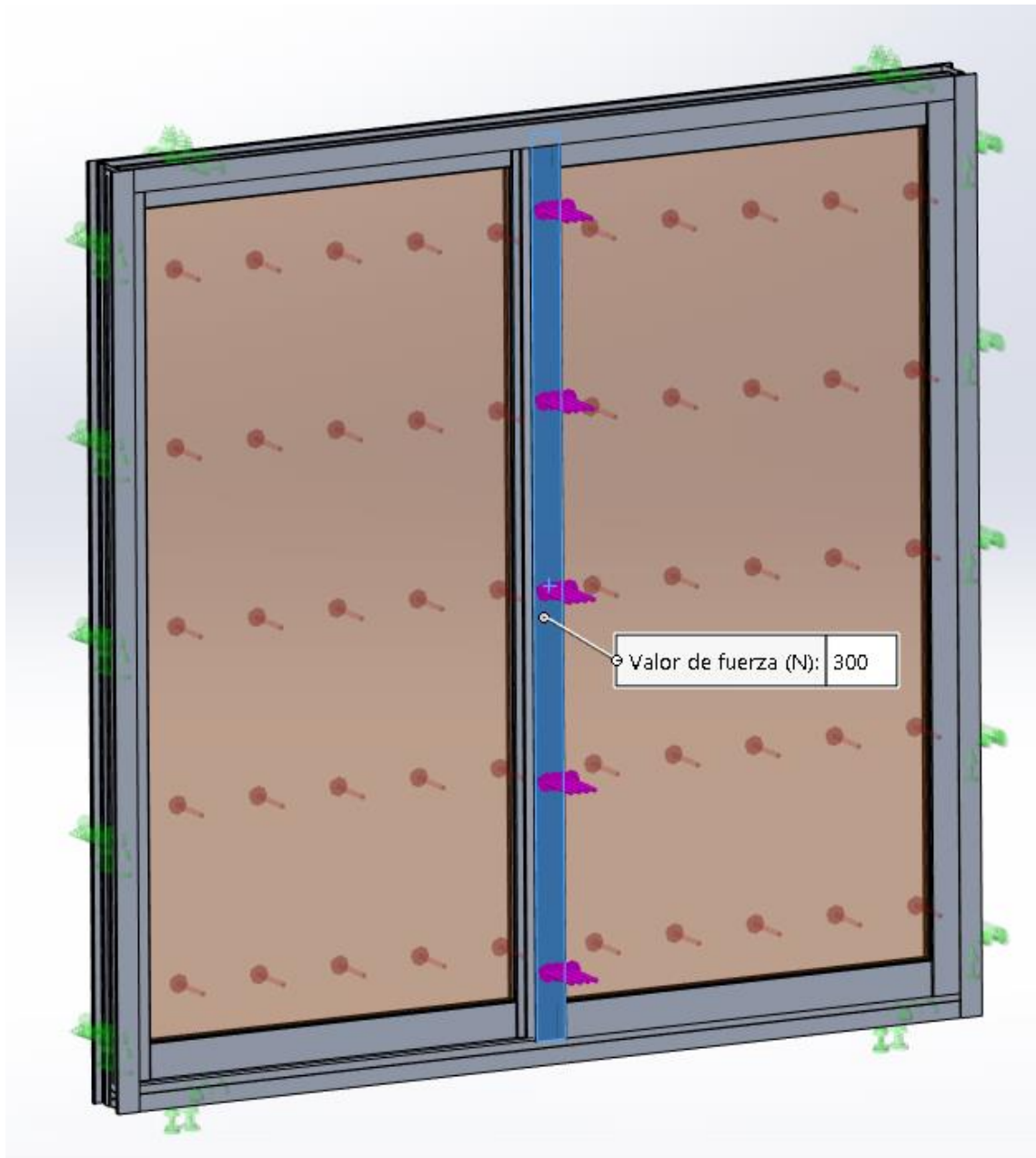


El diseño propuesto considera criterios técnicos y funcionales propios de espacios académicos, priorizando el uso de perfiles de aluminio por su resistencia a la corrosión, bajo peso y durabilidad.

Se propone una ventana corrediza de dos hojas con marco de aluminio, adecuada para aulas, permitiendo una correcta ventilación y facilidad de operación.

Se realizaron cálculos referenciales considerando las dimensiones del vano y del marco, el peso aproximado del vidrio y la capacidad de carga de los rieles y herrajes. Para el análisis se aplicó una fuerza puntual de 300 (N) en el centro de la ventana, simulando condiciones normales de uso académico, verificando un comportamiento estructural seguro y adecuado.

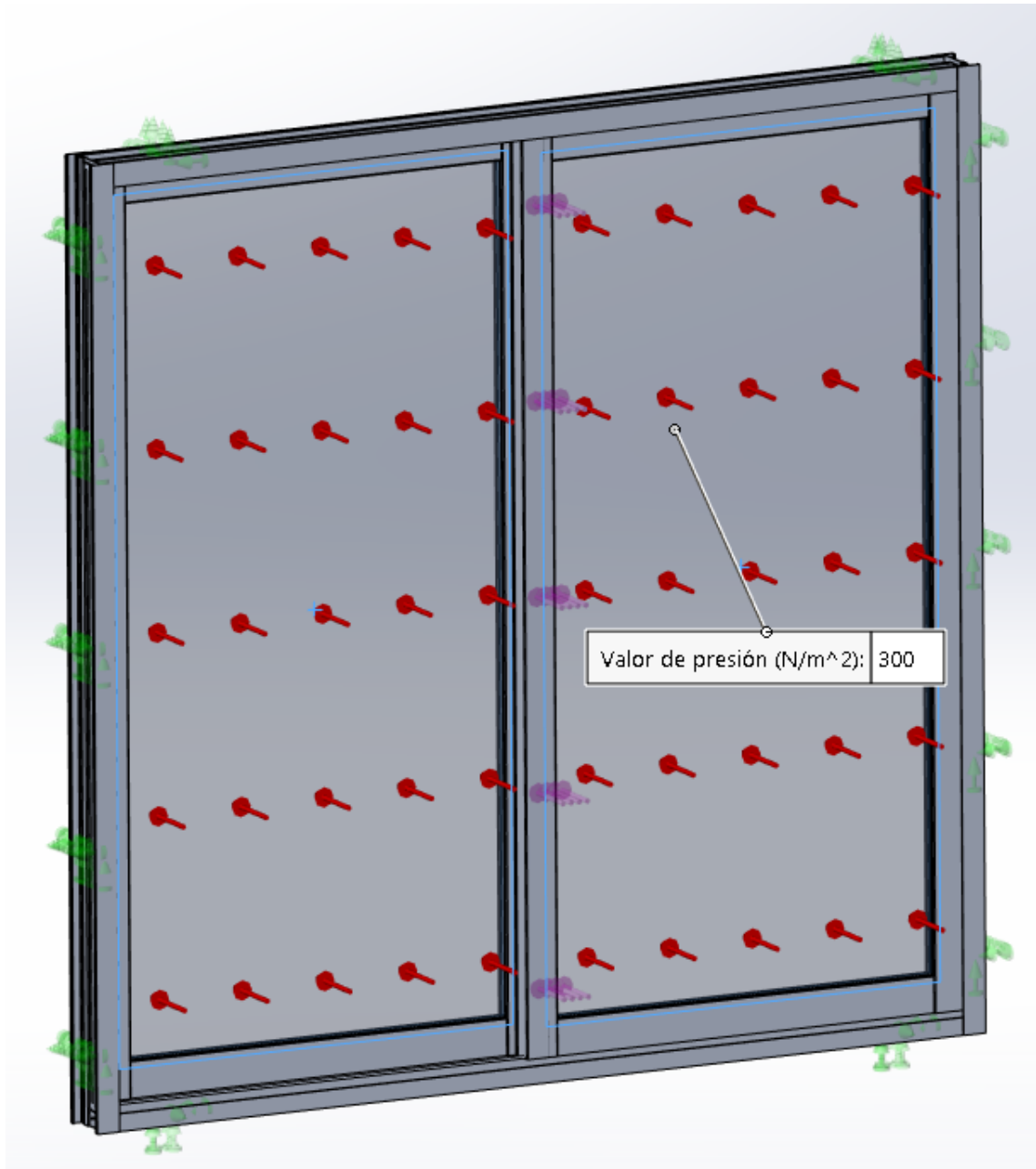
Ilustración 2. Aplicación de carga de 300 (N) en el centro de la ventana de aluminio para verificación estructural.



Se efectuó un análisis referencial considerando la aplicación de un valor de presión de 300 MPa (N/m^2) sobre la superficie de la ventana con marco de aluminio, con el fin de evaluar su comportamiento estructural. Este análisis permitió verificar la resistencia del sistema frente a esfuerzos distribuidos, confirmando que los materiales y componentes seleccionados garantizan

estabilidad, seguridad y adecuado desempeño en condiciones académicas normales.

Ilustración 3. Distribución de presión de 300 MPa aplicada sobre la ventana de aluminio para análisis estructural.



3.1.1. Descripción de la propuesta

La propuesta se desarrolló a partir del diseño conceptual y técnico de ventanas con marco de aluminio, orientado al reacondicionamiento de aulas de la carrera

de Electromecánica mediante un enfoque de simulación tridimensional. El proyecto se fundamentó en el análisis teórico de las condiciones funcionales requeridas para espacios académicos, considerando criterios de iluminación natural, ventilación, durabilidad y uso intensivo. A partir de este enfoque, se definió el tipo de ventana más adecuado y se justificó técnicamente la sustitución conceptual de las estructuras existentes, sin intervención física directa.

Con base en estos criterios, se elaboró un diseño técnico integral utilizando herramientas de modelado 3D CAD, que incluyó la representación de los marcos, la selección teórica de perfiles de aluminio, el espesor del vidrio, los mecanismos de apertura y los elementos de fijación. El diseño se planteó con el objetivo de optimizar el ingreso de luz natural, mejorar la ventilación y garantizar resistencia frente a condiciones ambientales típicas, incorporando además criterios de eficiencia energética y facilidad de mantenimiento aplicables al contexto institucional.

La validación de la propuesta se realizó mediante simulaciones y verificaciones funcionales en el entorno CAD, permitiendo analizar el ajuste geométrico, la correcta operación de los sistemas de apertura y el comportamiento general del conjunto ventana y marco. Este proceso confirmó la viabilidad técnica del diseño propuesto y su pertinencia como solución conceptual para el mejoramiento de las condiciones ambientales de las aulas, constituyéndose en una base técnica para futuras etapas de implementación física.

3.1.2. Etapas

El desarrollo del proyecto se estructuró en tres etapas metodológicas claramente definidas, alineadas con los objetivos específicos planteados. Cada etapa abordó de forma progresiva el análisis teórico, el diseño técnico y la verificación funcional mediante simulación, permitiendo formular una propuesta coherente, viable y técnicamente fundamentada para el reacondicionamiento conceptual de aulas académicas.

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

En esta etapa se establecieron los criterios de diseño a partir de un análisis teórico y normativo aplicado a ventanas destinadas a aulas universitarias. Se

revisó literatura técnica especializada, normas internacionales y referencias académicas relacionadas con ventanas marco de aluminio, confort térmico, iluminación natural y ventilación en espacios educativos. Este análisis permitió identificar parámetros funcionales y ambientales mínimos que deben cumplir las ventanas para garantizar condiciones adecuadas de uso académico.

Asimismo, se definieron las variables de diseño relevantes, tales como dimensiones generales, tipos de apertura, requerimientos de estanqueidad, durabilidad del material y facilidad de mantenimiento. La etapa concluyó con la formulación de criterios técnicos claros que sirvieron como base conceptual para el desarrollo del modelo, asegurando coherencia entre los requerimientos teóricos y la solución planteada mediante simulación

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

La segunda etapa consistió en el desarrollo del diseño estructural de las ventanas mediante herramientas de modelado 3D CAD. A partir de los criterios definidos previamente, se elaboraron modelos digitales que representaron los marcos de aluminio, los perfiles estructurales, el acristalamiento y los sistemas de apertura. Se establecieron dimensiones, espesores y tipos de materiales.

Durante el proceso de modelado se verificó la coherencia geométrica, la correcta disposición de los elementos y la compatibilidad. El diseño se orientó a optimizar el ingreso de iluminación natural, facilitar la ventilación cruzada y garantizar estabilidad estructural. Esta etapa permitió obtener un modelo técnico detallado, apto para análisis funcionales posteriores y como referencia para una eventual ejecución física.

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

En la tercera etapa se realizó la verificación funcional del diseño propuesto mediante simulaciones digitales en el entorno CAD. Se analizaron aspectos relacionados con la apertura y cierre de las hojas, el área efectiva de ventilación y la distribución del ingreso de luz natural, evaluando el desempeño del sistema en condiciones teóricas de uso académico.

Los resultados de la simulación permitieron comprobar que el diseño cumple con los criterios establecidos de confort ambiental, funcionalidad y adaptabilidad al espacio de aula. Asimismo, se identificó la viabilidad técnica del sistema propuesto como solución conceptual para el reacondicionamiento de aulas y constituyéndose en una base sólida para futuras fases de implementación.

3.1.3. Presupuesto

Dentro de la ejecución de la propuesta del reacondicionamiento de las aulas de la carrera de Electromecánica de la ULEAM Ext. El Carmen, con ventanas con marcos de aluminio se detalla el presente presupuesto correspondiente exclusivamente a la fase de desarrollo técnico, modelado y simulación digital del sistema de ventanas, considerando que no se realizó fabricación ni instalación física, para el desarrollo del proyecto y alcanzando un total referencial de 495.00 usd.

Tabla 1. *Etapas de diseño y simulación - sin ejecución física.*

Presupuesto, equipos y recursos técnicos				
Ítem	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Subtotal (USD)
Computador portátil (usado)	Equipo para modelado CAD, cálculos y simulación estructural	1	450.00	450.00
Software CAD educativo	Licencia académica para modelado 3D	1	0	0
Servicio de energía eléctrica	Consumo estimado durante modelado y simulación	1	25.00	25.00
Internet	Acceso para investigación técnica y descarga de documentación	1	20.00	20.00
TOTAL GENERAL DEL PROYECTO				495.00

El presupuesto refleja exclusivamente la etapa de diseño conceptual, modelado tridimensional y simulación estructural del sistema de ventanas con marco de aluminio. No se incluyen costos de fabricación, materiales físicos ni instalación, debido a que el proyecto se desarrolló con fines académicos y de validación técnica digital.

El presente presupuesto general cubrió los tres objetivos específicos de manera integral, ya que las actividades de diagnóstico, diseño y simulación que forman parte del mismo proceso técnico, requieren los mismos recursos materiales y humanos.

3.2. RESULTADOS

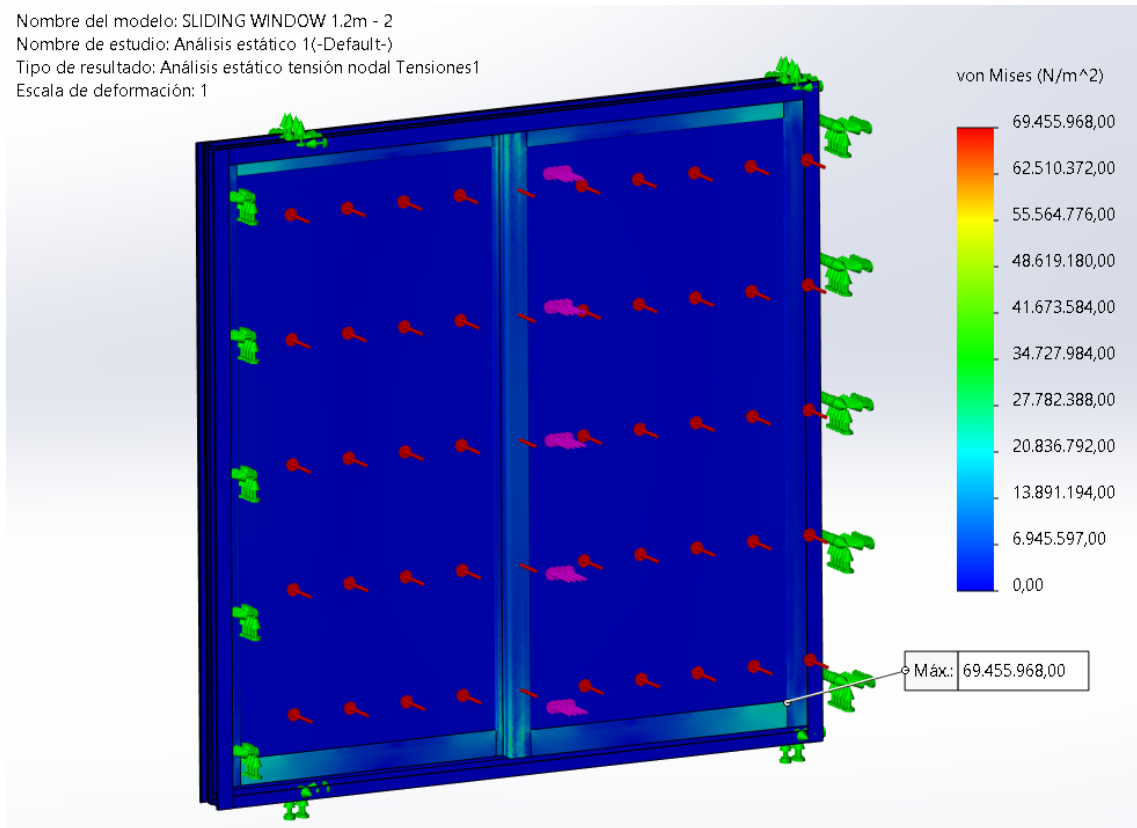
Dentro de este apartado se presenta los resultados obtenidos tras la ejecución de la propuesta, organizados en función de los objetivos específicos planteados, en cada resultado se expone los avances logrados, las mejoras evidenciadas y los cambios alcanzados en el proceso de reacondicionamiento de las aulas mediante la implementación de ventanas con marco de aluminio.

Objetivo 1: Logros obtenidos en el objetivo 1

El análisis por elementos finitos de la ventana corrediza de aluminio muestra una distribución de tensiones de Von Mises predominantemente baja, concentrándose los valores máximos en zonas de unión y fijación. El valor máximo registrado se mantiene dentro de límites admisibles, lo que confirma un comportamiento estructural seguro y adecuado ante la carga aplicada.

Ilustración 4. Análisis de tensiones de Von Mises en ventana corrediza de aluminio mediante simulación computacional.

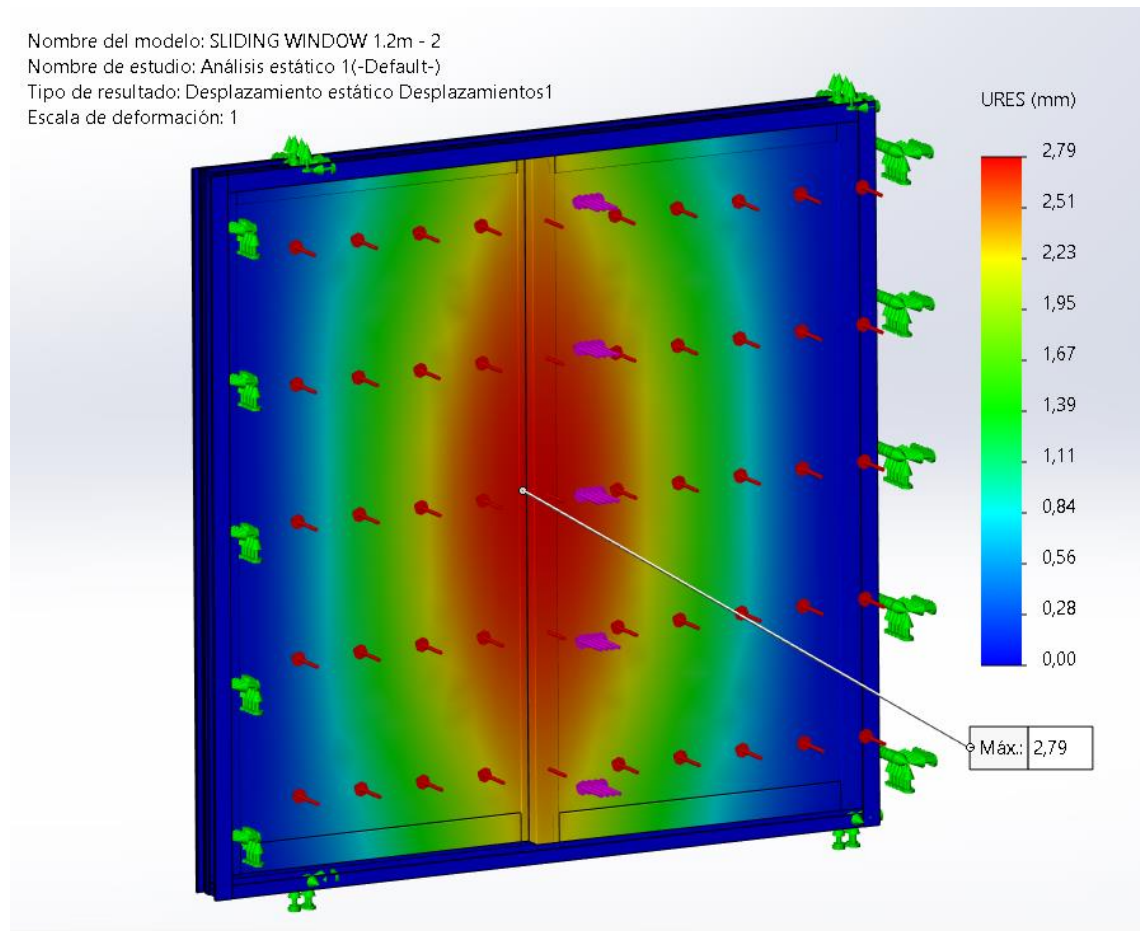
Nombre del modelo: SLIDING WINDOW 1.2m - 2
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Default-)
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 1



Objetivo 2: Logros obtenidos en el objetivo 2.

El análisis de desplazamientos resultantes (URES) evidencia un valor máximo de 2,79, concentrado principalmente en la zona central de la ventana. Este desplazamiento se considera admisible, indicando que la estructura mantiene estabilidad y rigidez adecuadas bajo las condiciones de carga aplicadas.

Ilustración 5. Resultados de desplazamiento total (URES) en ventana de aluminio obtenidos mediante simulación estructural.

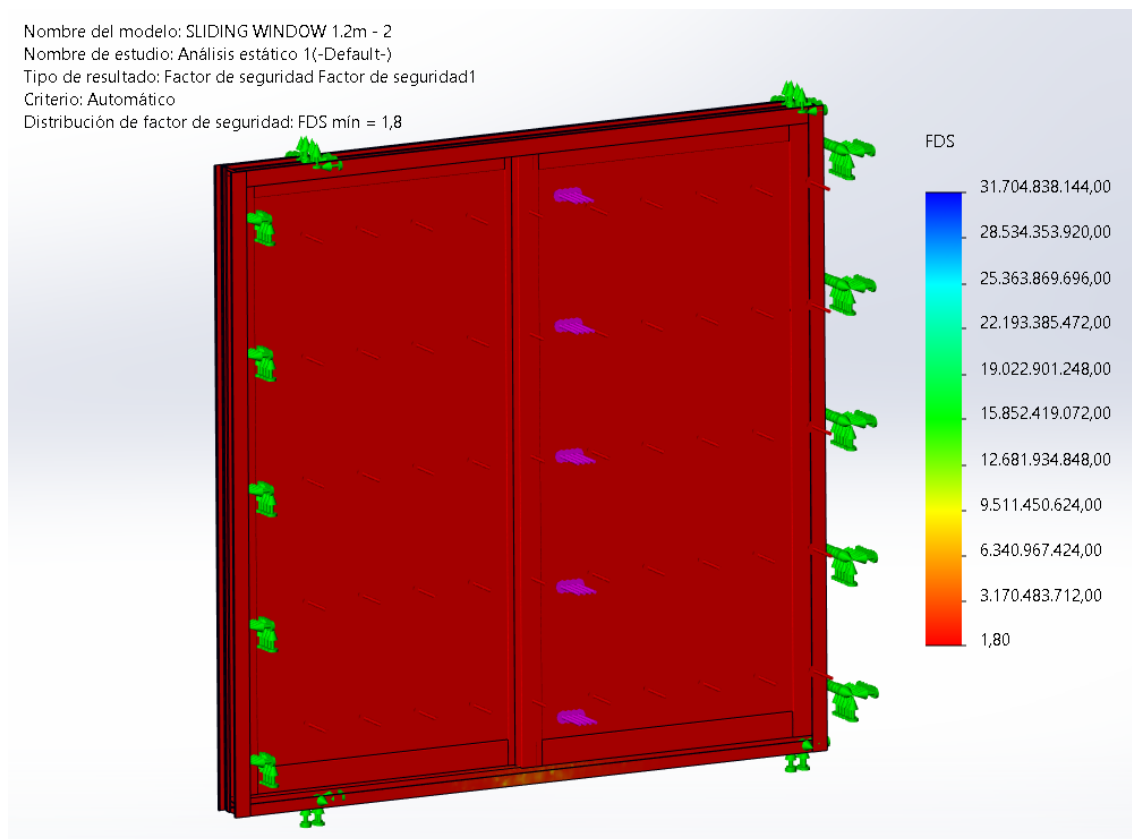


Objetivo 3: Logros obtenidos en el objetivo 3.

El análisis del factor de seguridad (FDS) presenta un valor mínimo de 1,80, indicando que la estructura de la ventana con marco de aluminio trabaja dentro de rangos seguros. Este resultado confirma que el diseño posee una adecuada capacidad resistente frente a las cargas consideradas en el estudio.

Ilustración 6. Factor de seguridad (FDS) obtenido en la ventana de aluminio mediante análisis estructural computacional.

Nombre del modelo: SLIDING WINDOW 1.2m - 2
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Default-)
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 1,8



CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Se cumplió el primer objetivo específico, ya que se establecieron criterios técnicos y normativos para el diseño de ventanas con marco de aluminio, a partir de un análisis teórico aplicado a espacios educativos. Estos criterios permitieron definir requerimientos funcionales y ambientales adecuados para aulas de la carrera de Electromecánica, sirviendo como base conceptual del proyecto.

Se cumplió el segundo objetivo específico mediante el desarrollo de un diseño estructural de ventanas de aluminio utilizando modelado 3D CAD. El diseño integró dimensiones, perfiles, materiales y sistemas de apertura orientados a mejorar la iluminación natural, la ventilación y la durabilidad, obteniéndose un modelo técnico coherente y funcional para uso académico.

Se cumplió el tercer objetivo específico al verificar, mediante simulaciones digitales, el comportamiento funcional del diseño propuesto. Los resultados confirmaron que la solución planteada contribuye al confort ambiental en términos de iluminación y ventilación, demostrando la viabilidad técnica del diseño como propuesta conceptual para futuras implementaciones.

4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda a las autoridades de la ULEAM Extensión El Carmen utilizar el diseño de ventanas con marco de aluminio desarrollado en este proyecto como referencia técnica para futuras intervenciones en aulas, ajustando dimensiones y configuraciones según las condiciones reales del edificio antes de su ejecución.

Se recomienda al personal técnico de infraestructura y mantenimiento institucional emplear el modelo 3D CAD como guía para la selección de perfiles, acristalamientos y sistemas de apertura, con el fin de asegurar correcta instalación, funcionamiento continuo y reducción de requerimientos de mantenimiento en el uso académico.

Se recomienda a docentes y estudiantes de la carrera de Electromecánica utilizar la propuesta como herramienta académica para el desarrollo de proyectos similares, incorporando simulaciones complementarias o verificaciones técnicas

que permitan optimizar el desempeño funcional previo a una implementación física.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, F. &. (2018). *Materiales metálicos en construcción ligera*. Trillas.
- Alava, M. G. (2022). Análisis bioclimático de los edificios públicos en manta: edificio de la EPAM y autoridad portuaria. *ULEAM*.
- Benítez, R. &. (2019). Competencias profesionales en tecnologías industriales. *Iberoamericana de Ingeniería*, 15(3), 67–79.
- Canales Marcos, W. P. (2020). Método de investigación para ingenierías basado en la metodología de la investigación científica. *UNAS RevIA*.
- Castillo, D. &. (2022). Rehabilitación de espacios educativos mediante sistemas de carpintería metálica. *Arquitectura y Tecnología*, 55 - 70.
- Córdova, J. B. (2023). El método empírico – analítico en la práctica profesional pedagógica. *Educanatura*, 53 - 60 .
- Cuadra, Y. M. (2022). Metodología de investigación aplicada. *UNEMI*.
- Espinosa, A. P. (2024). La relación entre la infraestructura escolar y los resultados del aprendizaje. *Heliyon*.
- Gómez, C. y. (2023). *Energy performance of buildings: Window modernization strategies in educational centers*. Publications Office of the European Union.
- Gonzales-Crespo, A. P. (2017). Metodología de la investigación en ingeniería. *Revista Científica* .
- Hernández, &. B. (2020). *Metodología de la investigación* (7.^a ed.). McGraw-Hill.
- Hernández, L. &. (2020). Infraestructura educativa y calidad del aprendizaje: un análisis estructural. *Educación y Desarrollo*, 45-59.
- Institute, I. A. (2023). *Substitution Opportunities for Aluminium*. España.
- Institute., I. A. (2020). *Aluminium in building: Sustainability report*. International Aluminium Institute.
- ISO, U.-E. (2020). *UNE-EN ISO 10077-1:2020*. UNE.
- Lin W., C. X. (2024). *Energy efficiency evaluation of aluminum-frame windows with insulated glazing filled with helium in educational buildings in Fujian, China*. Sustainability.

- Mealings, K. (2023). El efecto del tratamiento acústico del aula en la escucha, el aprendizaje y el bienestar: una revisión exploratoria. *Acoust Aust* 51, 279 - 291.
- Milosevic, A. A. (2023). Estudio de condensación: Análisis térmico de sistemas de ventanas con marcos de aluminio bajo diferentes condiciones ambientales. *Journal of Architectural Engineering*.
- Mimura, M. T. (2022). Modelado de elementos finitos para predecir el aislamiento acústico de ventanas fijas en un entorno de laboratorio. *Frontiers*.
- Pérez, G. y. (2019). *Carpintería de aluminio y vidrio: diseño, materiales y técnicas constructivas*. Tébar Flores.
- Qiu, X. (2025). A Case Study on the Energy Efficiency of Windows in Institutional and Residential Buildings. *MDPI Buildings*.
- Ramírez, L. T. (2021). Evaluación del desempeño ambiental en aulas con ventanas de aluminio. Ingeniería y Construcción,. En L. T. Ramírez, *Evaluación del desempeño ambiental en aulas con ventanas de aluminio. Ingeniería y Construcción*, (págs. 112 - 121).
- Sabino, C. (2019). *El proceso de investigación 6° edicion*. Panapo.
- SENESCYT. (2020). *Lineamientos de infraestructura educativa para instituciones de educación superior*. SENESCYT.
- Stacey, M. (2020). *Aluminium and Durability* . International Aluminium Institute.
- ULEAM. (2021). *Plan Estratégico Institucional 2021-2026*. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
- ULEAM. (2022). *Malla curricular y lineamientos académicos de la carrera de Electromecánica*. Universidad Laica de Manabí.
- ULEAM. (2023). *Informe de gestión y desarrollo institucional*.
- UNESCO. (2021). *Diseño de ambientes escolares seguros y saludables*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- UNICEF. (2020). *Infraestructura escolar segura y saludable*. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia.
- Velepucha, J. S. (2024). Estudio de la eficiencia energética en edificios de un campus universitario en la ciudad de Portoviejo. *Multidisciplinaria de Investigación Científica*.
- Wang, C. (2024). Optimización de configuraciones de ventanas para edificios energéticamente eficientes con marcos de aleación de aluminio y vidrio aislante relleno de helio. *Research Gate*.

You, X. b. (2024). Una revisión de la investigación sobre materiales de aleación de aluminio en ingeniería estructural. *ScienceDirect*.

ANEXOS

Ilustración 7. Ventana corrediza con marco de aluminio y cotas dimensionales generales (1200 mm × 1200 mm).

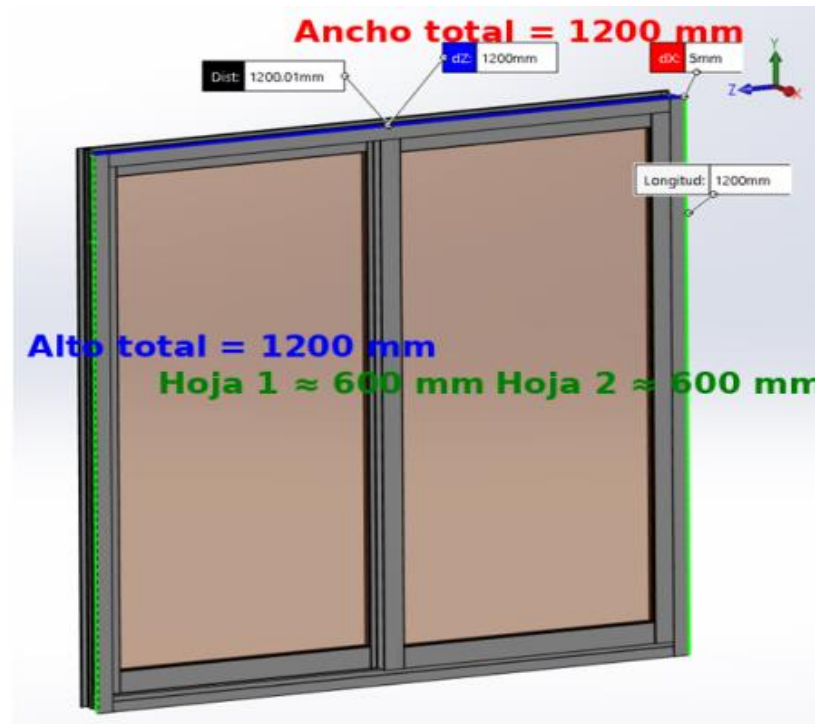


Ilustración 8.
Referencia de Ventana con marco de aluminio

