

BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY
BICU



**ÁREA DE CONOCIMIENTOS DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**
Ingeniería Civil

Monografía para optar al título de Ingeniero Civil

Evaluación de las condiciones ambientales en los espacios áulicos de BICU, Sede
Bluefields en relación al impacto en el desempeño académico de estudiantes y
docentes

Autores:

Br. Deyvis Jesús García Zamora

Br. Harietka Janneth Labonte Padilla

Tutor:

Licda. Onosma Celine Allen Siezars

Bluefields, RAAS, Nicaragua

Marzo, 2025

“La educación es la mejor opción para el desarrollo de los pueblos”

DEDICATORIA:

Dedico esta monografía, en primer lugar, a Dios, mi guía constante y fiel, cuya sabiduría me ha orientado en cada paso de este proceso. Su presencia y orientación me han permitido tomar decisiones sabias y me ha fortalecido en los momentos de duda, levantándome cuando parecía imposible continuar.

A mis abuelos, Jerry Labonte Moody y Janneth Amacio Anisal, cuyo amor y apoyo han sido fundamentales para que hoy pueda estar aquí. Ellos han sido el pilar que me ha sostenido, brindándome siempre la seguridad y el afecto que tanto necesitaba.

A mis padres, Jerry Labonte Amacio y María Estela Padilla Chow, por su constante fe en mí y por su apoyo inquebrantable en cada etapa de mi vida. Gracias por impulsarme a seguir adelante, por su sacrificio y por enseñarme a no rendirme jamás.

Harietka Janneth Labonte Padilla

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino, por darme la sabiduría y la perseverancia para llegar hasta aquí.

A mis padres, por su amor incondicional, por creer en mí incluso en los momentos más difíciles y por cada palabra de aliento que me ha impulsado a seguir adelante.

A mis hermanos, por llenar mi vida de alegría y por estar ahí cuando más los necesitaba, recordándome siempre que los problemas son solo desafíos a superar.

A mi pareja, por su apoyo constante, su paciencia y su amor inquebrantable, por ser un pilar en mi vida y motivarme a no rendirme nunca.

Deyvis Jesús García Zamora

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco, en primer lugar, a Dios por la sabiduría, el amor y la fortaleza que me ha otorgado a lo largo de este proceso. Su guía constante me ha permitido avanzar en cada etapa de mi vida, siempre con salud y bajo el apoyo incondicional de mi familia. Todo lo que he alcanzado ha sido posible gracias a Él.

A mis abuelos, Jerry Labonte y Janneth Amacio, por haberme inculcado los valores fundamentales de ser una buena persona y por brindarme su amor y apoyo inquebrantables. El hecho de que ustedes sigan a mi lado, dándome su amor y respaldo, es uno de mis mayores logros. Este triunfo también es suyo, porque sin ustedes no habría sido posible. Gracias por todo lo que han hecho por mí.

A mis padres, Jerry Labonte y María Estela Padilla, por su constante apoyo y por ofrecerme siempre consejos sabios para encaminarme hacia un futuro mejor. Su impulso para que no me quede estancada y para que aspire siempre a ser mejor me ha permitido superar cada reto. Este logro es también fruto de su guía, que me ha orientado por el camino correcto.

A mi hermana, Ashly Labonte, por ser la persona que siempre ha estado dispuesta a escucharme, a motivarme en los momentos de incertidumbre y a cuestionarme cuando era necesario, permitiéndome mejorar mi capacidad para tomar decisiones. Este logro también es tuyo, hermana, porque tu apoyo ha sido fundamental en mi crecimiento.

A los docentes que, con su dedicación y compromiso, me han enseñado la importancia de esta área y me han formado como profesional. Gracias por inspirarme a ser una mejor versión de mí misma, por impulsarme a aprender siempre y a nunca conformarme con lo mínimo. Su labor ha sido una fuente de inspiración en mi camino.

Finalmente, agradezco a todos mis familiares y amigos que han sido parte de este largo proceso. Gracias por su apoyo constante, por darme confianza en mi capacidad para alcanzar todo lo que me proponga y por hacerme sentir respaldada en cada momento. Su presencia ha sido esencial en este logro.

Harietka Janneth Labonte Padilla

Agradezco a Dios por su sabiduría y fortaleza, que me han acompañado en cada etapa de mi vida, guiándome siempre hacia adelante.

A mi familia, cuyo amor y apoyo incondicional han sido mi motor en todo momento. Gracias por estar a mi lado, por su comprensión y por enseñarme a ser una mejor persona. A mis maestros, por su dedicación y por haberme mostrado el valor del conocimiento, impulsándome siempre a dar lo mejor de mí.

Y a mis amigos y seres queridos, por su constante aliento, por creer en mí y por hacer que este camino fuera más ligero. Este logro es también de todos ustedes.

Deyvis Jesús García Zamora

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	ANTECEDENTES	2
III.	JUSTIFICACIÓN	5
3.1	Limitaciones y riesgos	6
IV.	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	7
V.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
VI.	OBJETIVOS	10
6.1	Objetivo General	10
6.2	Objetivos Específicos.....	10
VII.	ESTADO DEL ARTE.....	11
7.1.	Conceptos introductorios	11
a.	Temperatura:	14
b.	Sensación térmica:	15
7.2.	Análisis de estudios.....	18
7.3.	Reflexiones finales.....	20
VIII.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	21
8.1	Área de localización del estudio	21
8.2	Tipo de estudio según el enfoque, amplitud o período	22
8.3	Población, muestra.....	22
8.3.1	Tipo de muestra y muestreo.....	22
8.3.2	Técnicas e instrumentos de la investigación	23
8.4	Diseño	23
8.4.1	Recolección de Datos.....	23
8.4.2	Criterios de calidad: credibilidad, confiabilidad.....	26

8.5	Operacionalización de variables	28
IX.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
8.1.	Valorar la iluminación natural y artificial en los espacios áulicos de BICU, analizando su adecuación y su efecto en la concentración y el rendimiento académico de estudiantes y docentes.....	30
8.2.	Niveles de ruido en los espacios áulicos de BICU y su impacto en la comunicación y el proceso de aprendizaje, proponiendo medidas para mitigar los efectos negativos del ruido en el ambiente académico.....	34
8.3.	Condiciones de ventilación en las aulas, identificando su relación de la cantidad de entradas de aire con la ocupación del sitio, así como su influencia en la atención y el aprendizaje	38
8.4.	Propuesta de Ajuste para el Diseño Arquitectónico de los Espacios Áulicos en BICU: Normativas para Condiciones Térmicas, Acústicas e Iluminación	44
X.	CONCLUSIONES	47
XI.	RECOMENDACIONES.....	49
XII.	ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....	51
12.1	Presupuesto	51
12.2	Cronograma de actividades.....	52
XIII.	REFERENCIAS.....	53
XIV.	ANEXOS	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Macrolocalización y Microlocalización	21
Figura 2. Diagrama de los puntos de toma de datos en los espacios áulicos.....	25
Figura 3. Iluminación (Lux) en cada módulo de BICU, sede Bluefields en función al por turno evaluado	30
Figura 4. Incomodidades reportadas en las encuestas	32
Figura 5. Ruido (dB) por Modulo por Turno.....	34
Figura 6. Incomodidades reportadas en las encuestas	36
Figura 7. Cantidad de fuentes de ventilación por Modulo por Turno.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cálculo de la muestra en base a la población	23
Tabla 2. Caracterización de las variables	25
Tabla 3. Operacionalización de variables	28
Tabla 4. Correlaciones entre factores ambientales en los espacios áulicos de BICU	41

RESUMEN

El entorno físico en los espacios educativos influye directamente en el rendimiento académico de los estudiantes y en la eficiencia pedagógica de los docentes. Esta investigación evaluó las condiciones ambientales en los espacios áulicos de BICU, sede Bluefields, con el objetivo de determinar su impacto en la enseñanza y el aprendizaje. Se analizaron los niveles de iluminación, ruido y ventilación mediante mediciones directas y encuestas aplicadas a docentes y estudiantes. La metodología empleada combinó un enfoque cuantitativo y descriptivo, utilizando instrumentos de medición como luxómetros, sonómetros y termo-higrómetros para recopilar datos sobre iluminación, ruido y calidad del aire en las aulas. Se realizaron comparaciones con normativas nacionales e internacionales, como la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Accesibilidad (NTON 12 006 – 04) y las recomendaciones de la OMS sobre ambientes educativos óptimos. Los resultados evidenciaron que los niveles de iluminación en algunas aulas eran insuficientes o excesivos, afectando la visibilidad y la comodidad visual. Los niveles de ruido superaron el límite de 35 dB recomendado, generando dificultades en la comunicación y la concentración. La ventilación deficiente favoreció la acumulación de CO₂, provocando fatiga y disminución del rendimiento cognitivo. Se concluyó que las condiciones ambientales inadecuadas afectan negativamente la enseñanza y el aprendizaje, destacando la necesidad de implementar estrategias para optimizar la iluminación, reducir la contaminación acústica y mejorar la circulación del aire en los espacios áulicos de BICU.

Palabras claves: Iluminación, ruido, ventilación, desempeño académico, confort ambiental.

ABSTRACT

The physical environment in educational spaces directly influences students' academic performance and teachers' pedagogical efficiency. This research evaluated the environmental conditions in BICU classrooms in Bluefields, aiming to determine their impact on teaching and learning. The study analyzed lighting, noise, and ventilation levels through direct measurements and surveys conducted with teachers and students. The methodology combined a quantitative and descriptive approach, using measurement instruments such as lux meters, sound level meters, and thermo-hygrometers to collect data on lighting, noise, and air quality. The results were compared with national and international standards, including the Nicaraguan Technical Mandatory Standard for Accessibility (NTON 12 006 – 04) and WHO recommendations for optimal educational environments. The findings revealed that lighting levels in some classrooms were either insufficient or excessive, affecting visibility and visual comfort. Noise levels exceeded the recommended 35 dB limit, creating difficulties in communication and concentration. Poor ventilation led to CO₂ accumulation, causing fatigue and decreased cognitive performance. It was concluded that inadequate environmental conditions negatively affect teaching and learning, emphasizing the need to implement strategies to optimize lighting, reduce noise pollution, and improve air circulation in BICU classrooms.

Keywords: lighting, noise, ventilation, academic performance, environmental comfort.

I. INTRODUCCIÓN

Las condiciones ambientales en los espacios áulicos juegan un papel fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que factores como la iluminación, la ventilación y los niveles de ruido pueden influir directamente en el rendimiento académico y el bienestar de docentes y estudiantes. En el contexto de la Bluefields Indian & Caribbean University (BICU), la infraestructura de las aulas no ha sido objeto de estudios sistemáticos que permitan evaluar su impacto en la dinámica educativa. Por ello, esta investigación se propuso analizar las condiciones ambientales en los espacios áulicos de BICU en relación con su influencia en el desempeño académico.

Este estudio se llevó a cabo en la sede de Bluefields, Nicaragua, con el objetivo de determinar la adecuación de los niveles de iluminación, ruido y ventilación en los espacios de enseñanza. La metodología aplicada combinó mediciones directas con encuestas y entrevistas a docentes y estudiantes, lo que permitió obtener una visión integral de los factores ambientales que inciden en el proceso educativo. Se analizaron parámetros como la intensidad lumínica en aulas con predominio de iluminación natural y artificial, los niveles de ruido en los distintos módulos y la cantidad de fuentes de ventilación en relación con la ocupación del espacio.

El estudio se realizó durante el período 2024-2025, con un enfoque cuantitativo y descriptivo que permitió caracterizar las condiciones ambientales en las aulas de BICU. Los datos recopilados fueron comparados con estándares nacionales e internacionales en materia de infraestructura educativa, tales como la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Accesibilidad (NTON 12 006 – 04) y las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en cuanto a niveles óptimos de ruido y ventilación en espacios de enseñanza.

La importancia de esta investigación radica en su contribución a la mejora del entorno educativo en BICU, ya que permitirá identificar los principales factores que afectan la calidad del aprendizaje y proponer medidas para optimizar las condiciones ambientales en los espacios áulicos. Los resultados obtenidos servirán como referencia para futuras intervenciones en la infraestructura universitaria, con el propósito de crear ambientes más confortables y adecuados para el desarrollo académico de la comunidad estudiantil y docente.

II. ANTECEDENTES

La Ley 618, conocida como la Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo de Nicaragua, estableció un marco legal que busca proteger la salud, la seguridad y el bienestar de los trabajadores en el país. Su objetivo es promover condiciones laborales seguras y saludables, fundamentándose en principios de prevención y participación de los trabajadores, así como en la responsabilidad compartida entre empleadores y empleados. La ley impone a los empleadores la obligación de garantizar un ambiente de trabajo seguro, lo que incluye proporcionar capacitación adecuada y equipos de protección personal, así como cumplir con las normativas de higiene y seguridad (Ley N°.618, 2007).

La Ley No. 704 de Nicaragua, conocida como la Ley Creadora del Sistema Nacional para el Aseguramiento de la Calidad de la Educación, estableció un marco normativo para garantizar y mejorar la calidad educativa en el país. Aprobada el 7 de octubre de 2009, esta ley asignó al Ministerio de Educación y a los institutos tecnológicos la responsabilidad de gestionar los procesos de aseguramiento de la calidad, recolectando y evaluando información educativa bajo las pautas del Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación (CNEA). La ley promueve la autoevaluación institucional y la designación de pares evaluadores, y su aplicación es de orden público e interés social, lo que la hace fundamental para el desarrollo de un sistema educativo pertinente y de calidad en Nicaragua (Ley Creadora del Sistema Nacional para el Aseguramiento de la Calidad de la Educación y Reguladora del Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación (Ley No. 704), 2011).

En el año 2016, se llevó a cabo un estudio titulado *Diez preguntas sobre los efectos de la temperatura y la calidad del aire interior en el rendimiento laboral y escolar* por Wargocki y Wyon. Este artículo investigó cómo las condiciones térmicas y la calidad del aire en interiores influyen en el rendimiento de los ocupantes de edificios, encontrando que desviarse del rango óptimo afecta negativamente el desempeño cognitivo, tanto en ambientes laborales como educativos. Los hallazgos subrayan la importancia de mantener condiciones controladas para evitar pérdidas significativas de productividad y rendimiento (Wargocki & Wyon, 2016).

Rabelo et al., analizaron el impacto de las condiciones ruidosas del aula en la voz de 27 docentes. Se observó que un aumento del ruido de fondo de 32 dB provoca un aumento de la frecuencia

fundamental de la voz de los docentes del 12% ($P < 0.001$), un aumento de la intensidad vocal del 8% ($P \leq 0.001$), un aumento del porcentaje de fonación del 16% ($P < 0.001$) y un aumento del número de ciclos de vibración del 31% ($P < 0.001$). Estos resultados indican que un aumento del ruido de fondo aumenta los riesgos de salud vocal de los docentes (Vasconcelos Rabelo, Santos, Oliveira Souza, Cortes Gama, & de Castro Magalhães, 2016).

En el año 2017, se realizó una investigación titulada *Análisis de los cambios de temperatura del aire sobre la presión arterial, la frecuencia cardíaca y el rendimiento de estudiantes universitarios*, con el objetivo de analizar cómo las variaciones de la temperatura en las aulas influyen en la presión arterial, la frecuencia cardíaca y el rendimiento cognitivo de los estudiantes. Los resultados mostraron que a altas temperaturas la frecuencia cardíaca aumenta y el rendimiento cognitivo disminuye, mientras que las condiciones óptimas para un mejor desempeño se alcanzan a una temperatura de aproximadamente 23.3 °C (Siqueira, da Silva, Coutinho, & Rodrigues, 2017)

En el año 2017, se realizó una investigación titulada *El efecto de la temperatura interior y los niveles de CO₂ en el rendimiento cognitivo de mujeres adultas en un edificio universitario de Arabia Saudita*, cuyo objetivo fue analizar cómo las condiciones ambientales internas, como la temperatura y los niveles de CO₂, impactan el rendimiento cognitivo de mujeres adultas. El estudio reveló que temperaturas y niveles bajos de CO₂ en las aulas mejoraron significativamente la memoria y la atención de las estudiantes en pruebas cognitivas (Ahmed, Mumovic, & Ucci, 2017).

En el año 2023 una investigación reciente examina cómo las condiciones ambientales internas de los salones de clases (calidad del aire, temperatura, iluminación, acústica) impactan el rendimiento académico en la educación superior. El estudio destaca que la mala calidad de estos factores puede afectar negativamente tanto la enseñanza como el aprendizaje. Los resultados sugieren que, cuando las condiciones térmicas o acústicas no son adecuadas, los profesores tienden a acortar las clases o los estudiantes experimentan dificultades de concentración, lo que afecta su rendimiento. Este estudio también subraya la importancia de mantener condiciones óptimas en los espacios educativos para mejorar la calidad de aprendizaje y la experiencia académica (Brink, Lechner, Loomans, Mobach, & Kort, 2023).

En el estudio "Evaluación de la contaminación acústica en dos centros de educación inicial en la ciudad de Bluefields," se estudian los niveles de ruido en instituciones educativas y su impacto en la salud y el rendimiento de los estudiantes. Los resultados subrayan la necesidad de condiciones

acústicas adecuadas para mejorar el entorno de aprendizaje. Este estudio resalta cómo factores ambientales pueden influir en el bienestar y desempeño académico de los alumnos. (Díaz Hernández, Gutiérrez Matus, Ruíz Acevedo, & Flores-Pacheco, 2020)

El documento presenta una tesis de Calvo Téllez, titulada “Cambios auditivos generados en estudiantes de cuarto grado de la escuela Francisco Morazán versus Bello Amanecer del municipio de Managua en el periodo de febrero a noviembre 2014”. Este estudio se enfoca en la relación entre el ruido ambiental y los cambios auditivos en estudiantes, destacando la importancia de implementar medidas de control de ruido con participación interinstitucional y ciudadana, lo que proporciona un marco relevante para abordar problemas auditivos en contextos educativos. La investigación cumple con los requisitos metodológicos y ofrece resultados válidos que pueden ser aplicados en intervenciones en el campo de la Otorrinolaringología. (Calvo Téllez, 2015)

III. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación surgió de la necesidad de evaluar y analizar las condiciones ambientales de las aulas de BICU en Bluefields, un ámbito que carece de estudios específicos previos al presente. A pesar de que el ambiente en los espacios áulicos fue un factor crucial en el rendimiento académico, existen pocas investigaciones formales que registren estas condiciones en espacios universitarios a nivel local y nacional, lo que subraya la importancia de generar datos confiables. Estos resultados ofrecieron una de las primeras referencias científicas sobre los niveles de iluminación, ventilación, humedad, temperatura, ruido y dimensiones de los espacios dedicados a la enseñanza, permitiendo así un análisis preciso y actualizado de las condiciones actuales en 2024.

El propósito principal fue brindar a la comunidad universitaria representada por la directiva de BICU información científica sobre la calidad de los espacios educativos, se identificaron áreas de mejora con el objetivo de optimizar las condiciones ambientales en las aulas. Esto favoreció la concentración y el rendimiento académico de los estudiantes, así como también la calidad en las condiciones de enseñanza por parte de los docentes al crear un entorno de mayor comodidad y ergonomía. Se esperaba mejorar la experiencia educativa al reducir los factores físicos que interfieren en el aprendizaje.

Adicionalmente, la investigación tuvo como propósito sensibilizar a las autoridades universitarias sobre la importancia de implementar mejoras en los espacios educativos. La optimización de las condiciones ambientales podría contribuir directamente al aumento del nivel académico, ofreciendo un entorno más adecuado para el desarrollo intelectual y emocional de los estudiantes. Un entorno más propicio también permitió a los docentes impartir sus clases con mayor eficacia, mejorando así el proceso educativo en general.

Por otra parte, los datos generados servirán como base para futuras investigaciones sobre el impacto del ambiente en el desempeño académico en instituciones de educación superior, no solo en Bluefields, sino también en otras universidades del país. Esta investigación también aportó al debate sobre la importancia de una infraestructura adecuada para la enseñanza, destacando que, aunque se realizan mantenimientos periódicos en algunos aspectos físicos de las aulas, estos no siempre alcanzan los niveles óptimos necesarios.

En cuanto a la viabilidad, esta investigación se llevó a cabo directamente en las instalaciones de la Universidad BICU, lo que facilita su desarrollo y minimiza los costos operativos. Dado que el proyecto se ejecutó en el contexto local, permitirá obtener resultados más precisos y adaptados a las condiciones particulares de la institución, lo que garantiza que las conclusiones sean aplicables y útiles para el mejoramiento del sistema educativo.

3.1 Limitaciones y riesgos

Limitantes	Riesgos
Carencia de equipos especializados para la medición de las distintas variables consideradas en el estudio.	Incorrecta toma de datos en los espacios áulicos muestreados.
Poca información local y nacional sobre la temática en estudio.	Dificultad para la validación local de expertos en cuanto a la metodología e instrumentos empleados.
Negativa de miembros de la comunidad universitaria a atender los instrumentos de recolección de datos.	Vacíos en la información por carencia de respuesta o por falsos positivos.

IV. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Los resultados del análisis de las condiciones ambientales de las aulas en BICU de la ciudad de Bluefields indicaron que tienen impacto negativo en el desempeño académico de los estudiantes y en la eficiencia pedagógica de los docentes, disminuyendo la concentración, la comodidad y la capacidad de aprendizaje durante las actividades académicas.

V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La eficiencia en el proceso de aprendizaje estuvo directamente influenciada por el entorno físico donde este se desarrolló. En el contexto de BICU, los espacios áulicos presentaron condiciones ambientales que no únicamente afectan la sensación térmica y visual de los estudiantes y docentes, sino que también repercuten en el rendimiento académico y en la calidad de la instrucción impartida.

Uno de los problemas más críticos es el diseño y adecuación de los espacios. En las aulas se ha identificado dimensiones inadecuadas en relación a la cantidad de estudiantes que albergan, llegando a presentarse sobrepoblación estudiantil, mientras que otras cuentan acústicas desfavorables a la dinámica pedagógica. Esto genera limitaciones en el movimiento y la disposición del mobiliario, lo que impacta en la interacción entre docentes y estudiantes, así como también en la correcta visualización del material audio-visual.

Adicionalmente, la falta de ventilación adecuada y necesaria en los espacios áulicos genera un ambiente de elevada sensación térmica, lo cual compromete la comodidad que afecta la concentración de los discentes. Este problema es especialmente notorio en épocas de mayor calor, lo que, sumado a la deficiente circulación del aire, provoca incomodidad generalizada y distracción en las actividades académicas.

Asimismo, se han detectado deficiencias en la iluminación artificial y natural de las aulas, lo que incrementa el riesgo de fatiga visual y genera un ambiente poco propicio para el aprendizaje. Las aulas con poca luz obligan a los estudiantes a esforzarse más para visualizar adecuadamente los materiales, y en muchos casos, la iluminación es insuficiente para cumplir con los estándares recomendados para ambientes educativos. A esto se suma el ruido externo, proveniente de los pasillos y otras áreas comunes, que interfiere en el desarrollo de las actividades académicas, especialmente durante momentos de exposición oral o discusión grupal.

Finalmente, algunos espacios que no fueron diseñados originalmente como aulas de clase han sido adaptados para este propósito, sin cumplir con los parámetros mínimos de confort ambiental. Estos espacios improvisados carecen de ventilación adecuada, tienen niveles de iluminación ineficientes y, en general, no proporcionan las condiciones óptimas para el aprendizaje.

Ante este escenario, resulta imperativo realizar un análisis detallado de las condiciones ambientales (iluminación, ventilación, temperatura, ruido y dimensiones) de los espacios áulicos de BICU en Bluefields, con el fin de evaluar su impacto en el desempeño académico de los estudiantes y en la efectividad de la enseñanza. Este estudio busca proporcionar información técnica y cuantitativa que permita a las autoridades universitarias tomar decisiones informadas para la mejora de las infraestructuras educativas.

VI. OBJETIVOS

6.1 Objetivo General

Evaluar las condiciones ambientales (iluminación, ventilación, temperatura, ruido y dimensiones) de los espacios áulicos de BICU - Bluefields.

6.2 Objetivos Específicos

1. Valorar la iluminación natural y artificial en los espacios áulicos de BICU, analizando su adecuación y su efecto en la concentración y el rendimiento académico de estudiantes y docentes.
2. Determinar las dimensiones de los espacios áulicos en relación al cumplimiento de la normativa regulatoria vigente
3. Medir los niveles de ruido en los espacios áulicos de BICU y su impacto en la comunicación y el proceso de aprendizaje, proponiendo medidas para mitigar los efectos negativos del ruido en el ambiente académico.
4. Caracterizar las condiciones de ventilación en las aulas, identificando su relación de la cantidad de entradas de aire con la ocupación del sitio, así como su influencia en la atención y el aprendizaje.

VII. ESTADO DEL ARTE

7.1. Conceptos introductorios

7.1.1. Ventilación

a. Naturales ¹

La ventilación natural es aquella que genera la renovación del aire únicamente a través de la acción del viento. Se basa en generar las condiciones propicias para favorecer un flujo de aire que renueve el aire interno, enfriándolo, oxigenándolo y purificándolo, por el aire externo. Se pueden usar algunas reglas simples de para marcar el correcto diseño de los espacios. Los factores clave que determinan la estrategia de ventilación natural son el tamaño del espacio -profundidad, ancho y alto- y el número y situación de las aberturas.

La ventilación natural puede ser atractiva para los proyectistas porque ofrece adecuadas soluciones capaces de satisfacer las necesidades de confort y calidad de aire interior en un gran rango de condiciones climáticas. Aparece como una estrategia lógica para muchos tipos de edificios que por diferentes razones no pueden ser equipados con sistemas mecánicos costosos; tales como escuelas, edificios de oficinas pequeños o medianos, edificios de departamentos de nivel estándar, edificios públicos y de recreación, etc.

Entre sus principales ventajas está la del bajo Costo inicial de mantenimiento y operativo comparado con los sistemas de aire acondicionado, además de no ocupar espacio físico en plata. Su mayor desventaja consiste en ciertos periodos de disconfort en verano, aunque éstos podrán ser tolerables para los ocupantes del edificio si se mantienen dentro de ciertos límites.

Sin embargo, "natural" también significa que el comportamiento será aleatorio Y difícil de optimizar con un control eficiente. Para la aplicación de la Ventilación Natural los fenómenos físicos a tener en cuenta no son excesivamente complejos, pero si O es la intención de pronosticar o simular el posible funcionamiento en forma anticipada por la altísima variabilidad de los elementos que intervienen.

Otro elemento a tener en cuenta es que en muchos espacios urbanos la contaminación del aire exterior y los altos niveles de ruido vuelven inapropiada a la ventilación natural, a menos que se

¹ Basado en la publicación del Toro (2021).

utilicen diseños especiales que eviten el contacto directo entre el ambiente exterior y el interior. Para que la ventilación natural sea efectiva se requiere que el edificio tenga una gran permeabilidad, es decir una gran superficie de aberturas, lo que puede provocar riesgos en cuanto a la seguridad y conflictos con las regulaciones para la prevención de incendios. Como toda tecnología tendrá sus limitaciones, sus ventajas y desventajas, sus oportunidades de aplicación y sus situaciones de imposibilidad. Para decidir en estas contradicciones está la solvencia de los profesionales a quienes se le debe dotar de las más convenientes y oportunas (Armero, 2011)

- ***Ventilación unilateral***

Se consigue mediante una única apertura por la que entra y sale el aire. Su funcionamiento es eficiente si la orientación del hueco coincide con la dirección del viento, y si éste está en contacto con una zona protegida de la insolación (Cabrera, 2022)

- ***Ventilación por efecto chimenea***

El aire caliente asciende y sale por aberturas en la parte superior, mientras que el aire fresco entra por las partes bajas, aprovechando la diferencia de temperatura (INRAP, 2024).

En edificios verticales, el flujo de ventilación vertical a través del efecto chimenea se usa constantemente. El aire frío ejerce presión bajo el aire caliente forzándolo a subir, así como a la ventilación inducida. Sin embargo, en este caso, las áreas abiertas por el centro del proyecto o las torres permiten que el mismo aire circule a través del ambiente, saliendo a través del techo, el claristorio, las aberturas cenitales o los escapes de viento (Pereira, 2019).

- ***Ventilación natural cruzada***

Se produce a través de huecos de fachadas enfrentadas, sin obstáculos entre ambos. Consigue mayor cantidad de renovaciones/hora que la ventilación simple. Si no se controla puede ser molesta (Cabrera, 2022).

De manera similar (INRAP, 2024) menciona que, la ventilación natural cruzada es un sistema pasivo que utiliza la diferencia de presión entre dos puntos de una edificación para facilitar la circulación de aire fresco, mejorando la calidad del aire interior y ayudando a regular la temperatura sin recurrir a sistemas mecánicos. Esta técnica es especialmente efectiva cuando se

crean aberturas en lados opuestos o adyacentes de un espacio, lo que permite que el aire entre por un lado y salga por otro, logrando una ventilación eficiente.

La ventilación cruzada es especialmente útil en climas templados y durante épocas del año donde la temperatura exterior permite aprovechar estas corrientes de aire para refrescar naturalmente los espacios interiores (Balladares Galán et al., 2024).

Es una técnica común en la arquitectura sostenible porque no solo mejora la calidad del aire interior, sino que también puede reducir la dependencia de sistemas de aire acondicionado, disminuyendo el consumo energético. Sin embargo, su eficacia depende de varios factores, como la ubicación de las puertas y ventanas, la orientación del edificio y las condiciones climáticas (Lavell, 2001).

- *Ventilación natural nocturna*

Aprovecha el descenso de la temperatura durante la noche para evacuar el calor acumulado durante el día. Es el complemento adecuado, en zonas de climas con grandes diferencias de temperatura entre el día y la noche, al aprovechamiento de la inercia térmica de la envolvente térmica del edificio (Cabrera, 2022).

De manera similar (Pollak, 2002) argumenta que, a diferencia de la ventilación mecánica, la ventilación natural controlada ahorra una cantidad considerable de energía. Utiliza las diferencias de presión naturales existentes entre al menos dos aberturas (por ejemplo, ventanas, puertas) de un edificio con el exterior para el intercambio de aire. Tal gradiente de presión ya existe en vientos débiles. De manera que los ventiladores motorizados pasan a ser innecesarios.

Para el enfriamiento nocturno, las ventanas controladas automáticamente dirigen el calor generado por la radiación solar y las fuentes internas hacia el exterior durante la noche y el aire fresco y entrante hacia el interior. La entrada de aire suministrado garantiza una climatización de espacios agradable a través de una temperatura agradable y una buena calidad del aire (Sáiz et al., 2012).

El aire fresco de la noche actúa como una fuente natural de frío, y esto hace que el enfriamiento nocturno no solo sea sostenible y eficiente energéticamente, sino también natural y respetuoso con el medio ambiente (Vásquez Meza et al., 2025).

En los edificios nuevos, el aire acondicionado de este edificio se combina cada vez más con la activación del núcleo térmico. Las tuberías se colocan en construcción masivas, por ejemplo, techos de hormigón. El agua fluye a través de estas tuberías como medio de calefacción o refrigeración. Lo ideal sería que se eliminara la necesidad de instalar sistemas de aire acondicionado con un alto consumo energético (Vásquez Meza et al., 2025)

b. Artificial (Mecánica)

La renovación del aire se realiza de manera mecánica, es decir, mediante la acción de ventiladores que admiten el aire del exterior a través de rejillas. Estos ventiladores funcionan, por lo general, a través de electricidad (Cabrera, 2022).

- Ventilación mecánica en admisión

La entrada de aire (admisión) se produce mecánicamente mediante el uso de un ventilador y la distribución del aire se realiza generalmente por conductos. La evacuación del aire se hace por ventilación natural a través de las infiltraciones o rejillas (Cabrera, 2022).

- Ventilación mecánica controlada

La extracción del aire se realiza mediante un ventilador que a través de una red de conductos extrae el aire de las zonas húmedas (baños y cocina) y lo expulsa al exterior. El aire de admisión entra de forma natural al edificio por las zonas secas (habitaciones y salón) mediante rejillas. El ventilador renueva el aire y por tanto garantiza la calidad del aire del interior. Esto hace posible gestionar eficientemente el consumo energético a la hora de renovar el aire interior de un espacio (Cabrera, 2022).

7.1.2. Temperatura y Sensación térmica

a. Temperatura:

La temperatura es la magnitud física que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente, la cual es medida con termómetros (Godoy, 2023).

De igual manera (Quimica.es, 2025) comenta que, la temperatura es una magnitud referida a las nociones comunes de calor o frío, por lo general un objeto más "caliente" tendrá una temperatura mayor. Físicamente es una magnitud escalar dada por una función creciente del grado de agitación de las partículas de los materiales. A mayor agitación, mayor temperatura. Así, en la escala

microscópica, la temperatura se define como el promedio de la energía de los movimientos de una partícula individual por grado de libertad.

En el caso de un sólido, los movimientos en cuestión resultan ser las vibraciones de las partículas en sus sitios dentro del sólido. En el caso de un gas ideal monoatómico se trata de los movimientos traslacionales de sus partículas (para los gases multiatómicos los movimientos rotacional y vibracional deben tomarse en cuenta también) (Chow Díaz et al., 2023).

Multitud de propiedades fisicoquímicas de los materiales o las sustancias varían en función de la temperatura a la que se encuentren, como por ejemplo su estado (gaseoso, líquido, sólido, plasma), su volumen, la solubilidad, la presión de vapor o la conductividad eléctrica. Así mismo es uno de los factores que influyen en la velocidad a la que tienen lugar las reacciones químicas.

La temperatura se mide con termómetros, los cuales pueden ser calibrados de acuerdo a una multitud de escalas que dan lugar a las unidades de medición de la temperatura. En el Sistema Internacional de Unidades, la unidad de temperatura es el kelvin. Sin embargo, fuera del ámbito científico el uso de otras escalas de temperatura es común el uso de la escala Celsius (o centígrada), y, en los países anglosajones, la escala Fahrenheit. También existe la escala Rankine ($^{\circ} R$) que establece su punto de referencia en el mismo punto de la escala Kelvin, es la escala utilizada en el Sistema Inglés Absoluto. Una diferencia de temperatura de un kelvin equivale a una diferencia de un grado centígrado (Siqueira et al., 2017).

b. Sensación térmica:

La sensación térmica es lo que percibe subjetivamente, el cuerpo, la reacción que tiene ante los cambios del tiempo. Esta se expresa en grados centígrados, al igual que la temperatura (Godoy, 2023).

La sensación térmica, mencionada en los partes meteorológicos matinales y en las aplicaciones meteorológicas, es una medida del frío que se siente en la piel. Y es una previsión importante para la seguridad pública. Las personas expuestas a $-23^{\circ} C$ y vientos suaves pueden sufrir congelación en 30 minutos, pero si esos vientos aumentan a más de 96 kilómetros por hora, la congelación puede ocurrir en menos de cinco minutos (Hobson, 2025).

7.1.3. Iluminación ²

La iluminación, por su significado gramatical, es la acción o efecto de iluminar cualquier espacio. Sin embargo, técnicamente, el término iluminación consiste en la transformación de energía eléctrica en radiación electromagnética visible por medio de dispositivos que se utilizan para producir efectos luminosos. Proviene del latín *illuminatio* y hace referencia a alumbrar o dar luz.

Desde luego, el principal tipo de iluminación con el que ser humano tuvo contacto, es la iluminación natural, la cual se produce a partir de luz que proviene del sol, por lo que varía constantemente a causa de la rotación terrestre. En la luz natural la calidad, dirección, intensidad y color no puede ser controlada por el hombre y se ve determinada por las condiciones naturales. Con esta luz resulta más sencillo realizar tomas en exteriores y además, presentan la ventaja de poder complementarse con las luces artificiales. Los hombres primitivos únicamente aprovechaban la luz diurna para llevar a cabo sus actividades, en cuanto oscurecía preferían descansar y renovar energía.

Con los avances científicos y tecnológicos, el hombre aprendió a iluminar los espacios de manera artificial. Así mismo empezó a crear atmósferas, destacar objetos, decorar y transformar y también a ocultar o disimular dichos objetos cuando es necesario.

La iluminación afecta directamente la respuesta emocional de los seres humanos y a las sensaciones que genera. Está relacionada totalmente con el sentido de la vista, ya que al iluminar un espacio podemos percibir cosas, formas y colores.

La invención de la bombilla eléctrica significó un gran cambio en la forma de vida de la humanidad, pues se tenía ya la posibilidad de aumentar las horas de vida productiva y social. También empezó a florecer una industria dedicada no sólo a la iluminar las calles, sino a decorar los hogares y los centros de trabajo y de reuniones públicas.

En nuestros días esta actividad es sumamente importante, ya esos lugares son más que un lugar de trabajo u ocio, por lo tanto, se requiere que los expertos en iluminación logren soluciones que generen ambientes agradables, que tomen en cuenta la luz, el color, la uniformidad en la colocación de los luminarios, así como la limitación del deslumbramiento y el contraste.

² Basado en la publicación Maxxi. es, (2020)

En general se debe tomar en cuenta, sobre todo para el uso doméstico, los gustos y edades de las personas que habitarán el lugar, pues no es la misma necesidad de iluminación que tiene una persona joven que un adulto mayor, ya que éste último requiere de una intensidad lumínica mayor para desarrollar sus actividades.

7.1.4. Ruido / contaminación acústica

La contaminación acústica es la presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones, cualquiera que sea la fuente o emisor acústico que los origine, que implique molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, o que cause efectos significativos sobre el medio ambiente. El ruido es un caso particular de sonido, en este caso no deseado, molesto o dañino (Ayuntamiento de Zaragoza, 2023)

7.1.5. Dimensiones para espacios áulicos

Normas y criterios de diseño de establecimientos escolares establece que para aulas de clase de preescolar-rural y urbano el área mínima de ser de 56 metros cuadrados y el área mínima establecida para un aula de clases primaria rural es de 48 metros cuadrados, también el área de un aula de clase secundaria rural debe ser de 56 metros cuadrados (Narváez, 2008).

La Normas de Diseños de Escuelas del salvador establece que, el espacio para el aula será de forma cuadrada con dimensiones de 51 metros cuadrados, con iluminación y ventilación natural suficientes y facilidad de control de las corrientes de aire, polvo, lluvia a través de ventilas en las ventanas. La iluminación artificial será de 300 a 500 luxes, y deberá considerarse alumbrado focalizado en el área del pizarrón.

El espacio deberá tener un control climático que facilite el desarrollo de las actividades educativas. Tendrá una capacidad de 40 alumnos, con excepción de las aulas para las clases de computación y mecanografía las cuales su capacidad será de 20 alumnos. El mobiliario se ajustará a las medidas antropométricas de los alumnos y se distribuirá en al aula permitiendo la circulación y dejando una separación entre el pizarrón y los primeros pupitres de 2.10 metros generándose un área que se denominará área docente, a través de la cual se efectuará el ingreso al aula (Gobierno de El Salvador).

7.1.6. Equipos de medición de condiciones ambientales

a. Luxómetro:

El luxómetro es una herramienta utilizada para medir las condiciones de iluminación en espacios interiores. Tal y como indica su nombre, la unidad de medida del luxómetro es el lux, que representa la cantidad de luz percibida por el ojo humano en un ambiente determinado. Este dispositivo de medición permite conocer la intensidad lumínica presente en un entorno, lo que resulta fundamental para asegurar una adecuada visibilidad y confort en diferentes espacios según (Faro Barcelona, 2023). En este caso, el luxómetro se empleó para medir la luz en las aulas, contribuyendo a la evaluación de las condiciones lumínicas en dicho contexto.

b. Sonómetro:

El sonómetro es un dispositivo empleado para medir la intensidad del sonido en un espacio determinado. Utiliza un micrófono para captar las ondas sonoras, las cuales se convierten en señales eléctricas que luego son procesadas para obtener una medición en decibelios (dB), la unidad estándar de medida del sonido. Este instrumento resulta esencial en estudios de acústica y en la evaluación de niveles sonoros en diferentes ambientes, como el utilizado en este análisis. (Ricardo, 2023).

c. Termohigrómetro:

Un termohigrómetro es un instrumento de medición diseñado para monitorear de manera simultánea la temperatura y la humedad relativa del aire en un entorno específico. Este dispositivo cuenta con dos sensores integrados en una unidad compacta, la cual puede exhibir los valores correspondientes en una pantalla, ya sea digital o analógica. Cabe destacar que existen dos tipos de termohigrómetros: los analógicos y los digitales, siendo estos últimos considerados más eficaces y funcionales en términos de precisión y facilidad de lectura (Armotec.pe, 2023).

7.2. Análisis de estudios

En el estudio de Gutiérrez Matus et al., (2020) en el analizaron el efecto de la contaminación acústica en centros escolares de la ciudad de Bluefields sobre las condiciones de enseñanza, para ello se midieron los niveles de ruido ambiental de fondo dentro y fuera de los colegios. Se utilizó un sonómetro tipo 2 para medir los niveles de ruido con los que se estimó el tiempo de reverberación (eco), la intangibilidad de las palabras y el malestar acústico. Las

mediciones se realizaron durante una semana en ambos centros en un horario de 7:00 am a 12:00 md.

Los resultados mostraron que los niveles de ruido interior y exterior en ambos centros superan los niveles permisibles según la legislación nacional e internacional. Esta investigación revela la necesidad de realizar diagnósticos que permitan la caracterización de las condiciones ambientales en centros de enseñanza no solo de educación inicial, primaria o secundaria, sino también trasladarse a las universidades.

7.3. Reflexiones finales

Tras la revisión documental y la referenciación de las bibliografías de la documentación descrita en los primeros dos acápites de esta sección, los investigadores identificaron aportes de gran valor tanto técnico, metodológico y práctico para el desarrollo de la investigación sobre las condiciones ambientales de los espacios áulicos de BICU relacionados con el rendimiento académico de la comunidad universitaria. Con estas bases se ha constatado la viabilidad de la propuesta para su ejecución local, ya que los métodos e instrumentos empleados en los estudios referidos son accesibles y manejables por el equipo que lidera este proyecto investigativo.

Adicionalmente se ha logrado identificar la necesidad de considerar las variaciones ambientales en las construcciones de edificaciones con fines educativos para lograr ambientes resilientes antes el cambio climático. Esto brindará conocimientos esenciales para los ingenieros y arquitectos al momento de realizar diseños dirigidos a lograr comodidad física que a su vez abonará al desarrollo de la educación saludable.

VIII. DISEÑO METODOLÓGICO

8.1 Área de localización del estudio

El área de estudio de esta investigación se encuentra localizada en la Universidad Bluefields Indian & Caribbean University (BICU) sede central en Bluefields ubicado dentro de las coordenadas Latitud 12° 0'22.25" Norte; Longitud 83°46'15.77" Oeste.

Bluefields es un municipio y cabecera de la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur de Nicaragua (RACCS). El que colinda geográficamente al Norte con Kukra Hill, al Sur con los municipios de San Juan del Norte y El Castillo, al Este con el Mar caribe y al Oeste con los municipios de Nueva Guinea y El Rama, este cuenta con una extensión territorial de 4,774.75 Km² y se encuentra ubicado entre las coordenadas 12° 0' 47" de latitud Norte y 83° 45' 55" de longitud Oeste.

BICU cuenta con una extensión territorial de 18,720 m² (Dieciocho mil setecientos veinte metros cuadrados), actualmente dispone de cinco áreas del conocimiento, en las cuales se ofrecen 26 carreras universitarias (Plazaola-Morice et al., 2022). Sus instalaciones comprenden aulas de clase, laboratorios de química y microbiología, áreas administrativas, auditorios, un Call Center y una biblioteca.



Figura 1. Macrolocalización y Microlocalización

Fuente: Google Earth Pro

Actualmente, el equipo humano de la universidad está conformado por 22 personas en áreas administrativas, 50 en funciones académicas, y 235 docentes que imparten clases en diversas modalidades: regular, vespertina, diurna, nocturna, sabatina, dominical y por encuentro. En total,

la universidad alberga aproximadamente a 1,700 estudiantes que conforman parte del alma mater de la universidad.

8.2 Tipo de estudio según el enfoque, amplitud o período

Este estudio fue de tipo explicativo y correlacional, ya que buscamos entender y explicar cómo las condiciones ambientales en las aulas de BICU. Al ser explicativo, el estudio permitirá describir la situación actual de estos factores en los espacios áulicos; mientras que su carácter correlacional nos ayudará a identificar posibles relaciones de causa y efecto entre estos factores y el rendimiento académico.

Además, este es un estudio de enfoque cuantitativo porque se basará en la recolección de datos medibles, que serán analizados para evaluar el impacto de estas variables ambientales en el rendimiento. El diseño es de corte transversal, ya que se realizará en un único momento del tiempo para obtener y analizar los datos, permitiendo así capturar la situación actual de las aulas en BICU.

8.3 Población, muestra

La población de esta investigación estuvo conformada por 1985 personas en la sede de BICU en Bluefields, que incluyen a 1,700 estudiantes y 285 docentes. Los docentes se dividen en 235 con horarios asignados y 50 con funciones académicas administrativas dentro de la universidad. La población estudiantil representa a diversas áreas académicas, que abarcan desde programas técnicos hasta grados superiores, lo cual permite analizar la variabilidad en el impacto de las condiciones ambientales sobre distintos niveles de formación y áreas del conocimiento.

8.3.1 Tipo de muestra y muestreo

Es un muestreo aleatorio por estrato porque se tomará una selección representativa de aulas y participantes de BICU, considerando las distintas asignaturas y horarios para obtener una visión integral de los ambientes áulicos.

Tabla 1. Cálculo de la muestra en base a la población

Estrato	Población	Muestra
Docente	285	105
Estudiante	1700	151

8.3.2 Técnicas e instrumentos de la investigación

- a. Mediciones Ambientales:** se realizó la utilización de instrumentos para registrar datos de temperatura, humedad, ruido, niveles de iluminación y ventilación en los espacios áulicos.
- b. Encuestas y Entrevistas:** Ase aplicaron encuesta a los estudiantes y entrevistas a docentes para conocer el punto de vista sobre cómo las condiciones ambientales y como afectan su desempeño y concentración.
- c. Observación no intervenida:** se hicieron observaciones sistematizadas de las condiciones físicas de las aulas y de los comportamientos de estudiantes y docentes en función de los factores ambientales a la hora ir a campo.

8.4 Diseño

8.4.1 Recolección de Datos

Para garantizar la validez y fiabilidad de los resultados, la recolección de datos se llevó a cabo mediante un enfoque cuantitativo y descriptivo, utilizando una combinación de mediciones directas y la aplicación de instrumentos estructurados. Se emplearon técnicas de observación y medición en los espacios áulicos de BICU, sede Bluefields, con el propósito de evaluar las condiciones ambientales relacionadas con la iluminación, el ruido y la ventilación, además de la percepción de los docentes y estudiantes sobre su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Las mediciones de iluminación se realizaron utilizando un luxómetro digital, registrando los niveles de luz natural y artificial en diferentes momentos del día y en distintas ubicaciones dentro de los módulos analizados. Estas mediciones fueron contrastadas con los valores establecidos en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Accesibilidad (NTON 12 006 – 04) para garantizar su comparación con estándares nacionales.

Para evaluar los niveles de ruido, se utilizó un sonómetro calibrado, registrando mediciones en distintos horarios y turnos académicos. Los valores obtenidos fueron comparados con los límites recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1999) y la Ley N° 559 (2005), Ley Especial de Delitos Contra el Medio Ambiente y los Recursos Naturales, que establecen el umbral de 35 dB como el nivel máximo adecuado para entornos educativos.

En cuanto a la ventilación, se identificó la cantidad y disposición de fuentes de renovación de aire en las aulas, incluyendo la presencia de ventanas, puertas y dispositivos mecánicos de circulación de aire. Se tomaron registros de temperatura y niveles de humedad mediante un termo-higrómetro digital, permitiendo evaluar el confort térmico en función de la ocupación del aula y la distribución del aire.

Además de las mediciones ambientales, se aplicaron encuestas estructuradas a docentes y estudiantes para conocer su percepción sobre las condiciones del aula y cómo estas afectan su desempeño académico y su bienestar. Asimismo, se realizaron entrevistas semiestructuradas con algunos docentes para profundizar en sus experiencias y estrategias para afrontar las limitaciones ambientales en el aula.

Los datos fueron recolectados durante el período 2024-2025, asegurando una representación equitativa de los distintos turnos y modalidades académicas. Posteriormente, la información fue tabulada y analizada con herramientas estadísticas, permitiendo una interpretación objetiva de los efectos de las condiciones ambientales en el aprendizaje y la enseñanza en BICU, sede Bluefields.

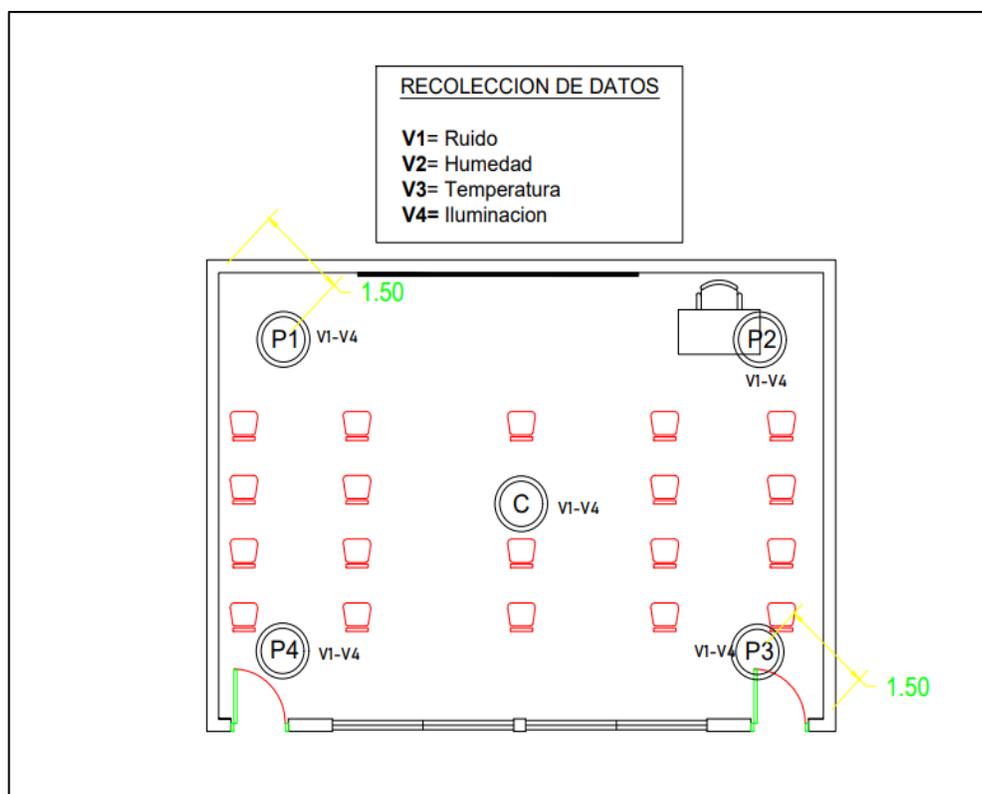


Figura 2. Diagrama de los puntos de toma de datos en los espacios áulicos

Tabla 2. Caracterización de las variables

Variable	Técnica	Instrumento	Unidad
Ruido	Uso del sonómetro en las cuatro esquinas y centro del aula con un periodo de cinco minutos en cada punto	-Sonómetro <i>Marca: MPP</i> <i>Modelo: BOBSVLHLQ4</i>	Decibelios (dB)
Humedad	Uso del higrómetro en las cuatro esquinas y centro		

Variable	Técnica	Instrumento	Unidad
	del aula con un periodo de cinco minutos en cada punto	Medida de reloj análogo (Higrómetros) Marca: Airguide Modelo: Humidity Indicator	Humedad relativa (%)
Temperatura	Uso del termómetro en las cuatro esquinas y centro del aula con un periodo de cinco minutos en cada punto	-Termómetro Marca: Winiers	Grados Celsius o centígrados (°C)
Iluminación	Uso del luxómetro en las cuatro esquinas y centro del aula con un periodo de cinco minutos en cada punto	-Luxómetro Marca: UNI-T Modelo: B0B8Z6V5VV	Lux - 1 lumen por metro cuadrado (lx=lm/m ²)

8.4.2 Criterios de calidad: credibilidad, confiabilidad

Credibilidad:

Para asegurar la credibilidad de los instrumentos utilizados en esta investigación, se llevó a cabo una revisión documental de normas y publicaciones especializadas en el diseño de instrumentos de medición ambiental. Además, se contó con una evaluación por expertos, quienes revisaron los instrumentos para asegurar su claridad y su

alineación con los objetivos de la investigación. En este proceso, se buscó garantizar que los instrumentos fueran coherentes con los conceptos evaluados y adecuados para capturar las condiciones ambientales de los espacios áulicos de manera precisa. Además, se estableció una duración de aplicación de los instrumentos que permitió tomar datos consistentes sin afectar la concentración de los participantes ni alterar el entorno en la universidad.

Confiabilidad:

Para asegurar la confiabilidad de los instrumentos, se realizó una prueba piloto, que incluyó tanto los instrumentos de medición ambiental como las encuestas aplicadas a estudiantes y docentes. Esta prueba permitió calibrar los equipos y verificar que cada instrumento pudiera medir lo que se proponía, además de validar el contenido y la estructura de las encuestas y entrevistas. De esta manera, se logró minimizar los posibles errores y se garantizó que los datos obtenidos fueran lo más replicables y precisos posible.

8.5 Operacionalización de variables

Tabla 3. Operacionalización de variables

Variable	Concepto operativo	Método o instrumentó	Frecuencia	Unidad
Iluminación	Iluminación en los espacios áulicos: Intensidad de luz (natural y artificial) que afecta la visibilidad y concentración en el aula.	Medición única mediante luxómetro.	Única	Lux
Ruido	Ruido en los espacios áulicos: Intensidad acústica percibida en el ambiente que puede interferir en la comunicación y el aprendizaje.	Medición única con sonómetro.	Única	Decibeles
Ventilación	Ventilación en los espacios áulicos: Evaluación de la circulación de aire dentro del aula, considerando la cantidad de entradas de aire en relación a la ocupación.	Observación y conteo de entradas de aire (Ventanas, puertas, rejillas de ventilación), más encuesta.	Una vez por aula	(observación)

Variable	Concepto operativo	Método o instrumentó	Frecuencia	Unidad
Temperatura	Temperatura en el aula: Grado de calor o frío en el ambiente del aula, influyendo en la comodidad de estudiantes y docentes.	Medición con termómetro digital	Única	Grados Celsius(°C)
Humedad	Humedad en el aula: Cantidad de vapor de agua presente en el aire del aula, que puede afectar la percepción de confort.	Medición con higrómetro	Única	Porcentaje (%)
Área	Área del aula: Espacio físico disponible en el aula, evaluando la comodidad y la capacidad de ocupación.	Medición con cinta métrica.	Única	Metros cuadrados (m ²)
Ocupación	Ocupación del aula: Número de personas presentes en el aula en relación con el espacio disponible.	Observación y recuento de estudiantes y docentes	Una vez por clase	Personas

IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1 Iluminación natural y artificial

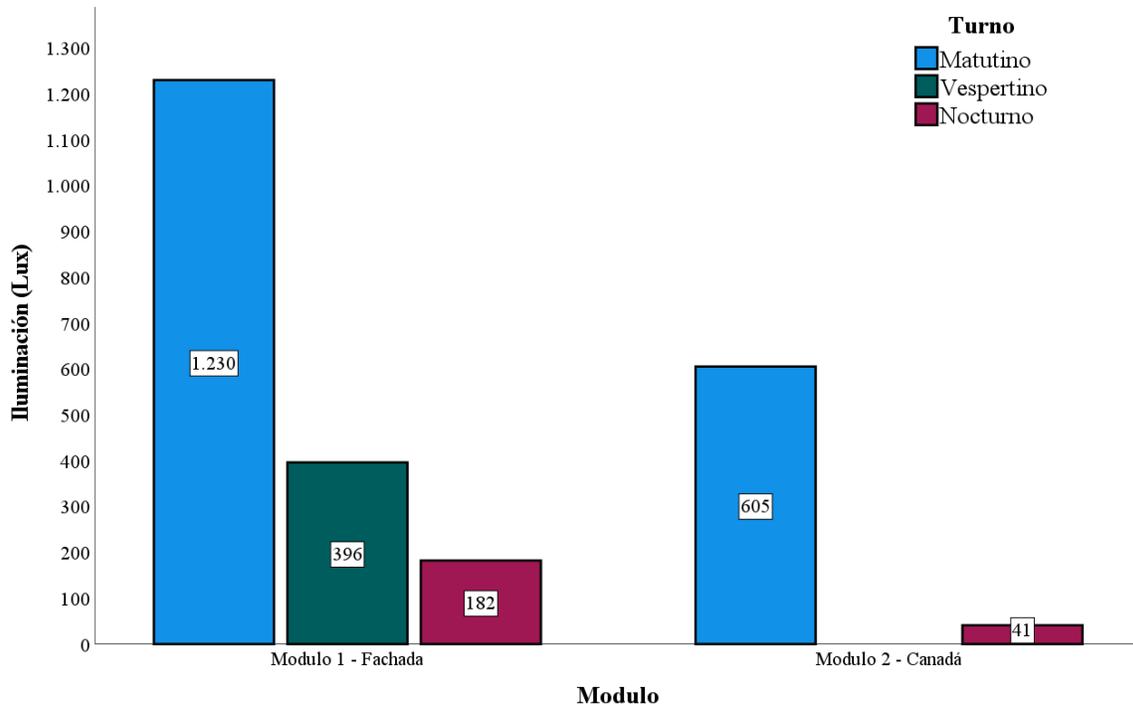


Figura 3. Iluminación (Lux) en cada módulo de BICU, sede Bluefields en función al por turno evaluado

La Figura 3 presenta los resultados de la medición de los niveles de iluminación (lux) en los espacios áulicos de la sede Bluefields de BICU, específicamente en los módulos ubicados en la fachada principal y en el área conocida como Canadá, denominados en adelante como módulos 1 y 2, respectivamente. Los datos obtenidos evidencian una marcada diferencia en la iluminación de ambos espacios: el módulo 1 registra niveles significativamente más altos de iluminación (Mediana: 609.09 lux; DS: ± 819.76) en comparación con el módulo 2 (Mediana: 266.60 lux; DS: ± 357.27), lo que refleja una variabilidad considerable en las condiciones lumínicas dentro de las aulas. Esta disparidad se mantiene constante a lo largo de los distintos turnos de clase, lo que sugiere una influencia estructural y orientativa en la distribución de la iluminación.

Estos hallazgos concuerdan con lo planteado por Balladares Galán et al. (2024), quienes destacan que tanto la deficiencia como el exceso de iluminación pueden ser perjudiciales para la salud

visual, especialmente en entornos donde las personas permanecen por periodos prolongados. En el caso del módulo 1, su ubicación en la fachada principal del recinto expone directamente a los ocupantes a la radiación solar durante el día. Según testimonios recogidos en entrevistas con docentes y estudiantes, esta situación genera molestias visuales, además de provocar la necesidad de reorganizar los asientos para evitar el impacto directo del sol, afectando así la dinámica y el confort dentro del aula. Asimismo, la mayor incidencia de luz solar contribuye al aumento de la temperatura ambiental, lo que puede agravar el estrés térmico y afectar la concentración de los estudiantes.

Por otro lado, el módulo 2, conocido como módulo Canadá, presenta niveles de iluminación que no cumplen con las recomendaciones establecidas por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Accesibilidad (NTON 12 006 – 04, 2004), que estipula un mínimo de 700 lux para aulas destinadas a la enseñanza. Este déficit lumínico se traduce en un factor de riesgo adicional, particularmente para estudiantes con discapacidad visual, quienes requieren de condiciones óptimas de iluminación para facilitar su desempeño académico (BICU, 2019).

La insuficiencia de iluminación en el módulo 2 es aún más crítica considerando que estas aulas son utilizadas en múltiples horarios, abarcando turnos matutinos, vespertinos y nocturnos en las modalidades regular, sabatina y dominical. Esto implica que un número significativo de estudiantes, cuyas edades oscilan entre los 16 y más de 60 años, se ven expuestos a condiciones ambientales inadecuadas que pueden afectar su bienestar y rendimiento académico (Vásquez Meza et al., 2025). La combinación de una iluminación deficiente y una distribución irregular de la luz natural y artificial dentro de los espacios de enseñanza plantea un desafío importante para la optimización de las condiciones de aprendizaje en BICU, resaltando la necesidad de intervenciones estratégicas en la infraestructura educativa.

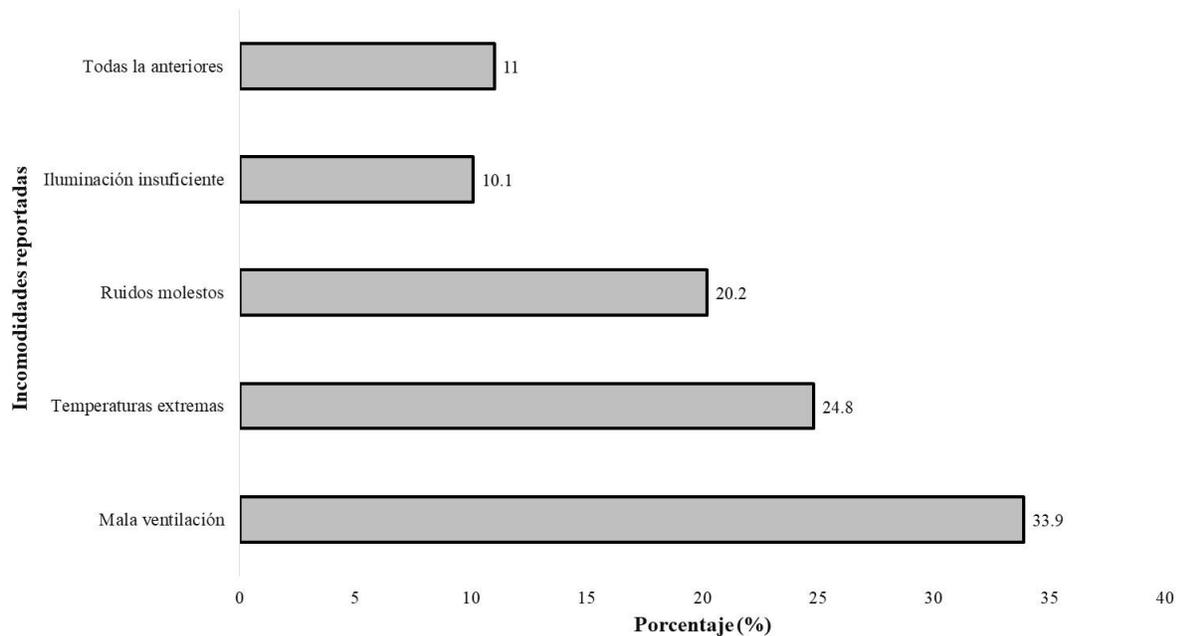


Figura 4. Incomodidades reportadas en las encuestas

La figura 4 muestra las principales incomodidades reportadas en los espacios áulicos de BICU, evidenciando que la mala ventilación es la más mencionada, con un 33.9%, seguida por las temperaturas extremas (24.8%) y los ruidos molestos (20.2%). Además, la iluminación insuficiente representa un 10.1%, mientras que un 11% de los encuestados señaló que experimentan todas estas problemáticas simultáneamente.

Estos resultados refuerzan la necesidad de mejorar las condiciones ambientales en los espacios educativos de BICU, dado que la ventilación deficiente no solo puede generar en inconformidad térmico, sino también impactar en la concentración y bienestar de los estudiantes y docentes. Investigaciones previas, como las de Vásquez Meza et al., (2025), sugieren que las aulas con ventilación inadecuada pueden contribuir a la acumulación de dióxido de carbono y la proliferación de patógenos, afectando la salud y el rendimiento académico.

La segunda problemática más reportada, las temperaturas extremas, es un aspecto crítico en el confort térmico de los espacios áulicos. En estudios previos (Siqueira et al., 2017), se ha identificado que las temperaturas fuera del rango óptimo pueden influir en la presión arterial, la

frecuencia cardíaca y la capacidad cognitiva de los estudiantes, afectando su desempeño en actividades académicas.

Por otro lado, los ruidos molestos también aparecen como un factor relevante, con un 20.2% de incidencia. Este hallazgo es coherente con investigaciones como la de Vasconcelos Rabelo et al. (2016), donde se evidenció que el ruido excesivo en el aula no solo incrementa los niveles de estrés, sino que también afecta la comunicación entre docentes y estudiantes, forzando a los primeros a elevar su tono de voz y reduciendo la capacidad de atención de los segundos.

La iluminación insuficiente es percibida como una dificultad menor en comparación con los otros factores, sin embargo, su impacto no debe subestimarse. De acuerdo con la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Accesibilidad (NTON 12 006 – 04, 2004), los espacios de enseñanza deben contar con una iluminación mínima de 700 lux para garantizar condiciones visuales adecuadas. Como se evidenció en la medición de lux en los módulos 1 y 2, el incumplimiento de este estándar puede generar fatiga visual y afectar la capacidad de los estudiantes para interactuar con el material de estudio.

Finalmente, el 11% de los encuestados que reportaron todas estas incomodidades simultáneamente subraya la necesidad de una intervención integral en la infraestructura de los espacios áulicos. Mejorar la ventilación, optimizar los sistemas de climatización y controlar los niveles de ruido e iluminación son medidas fundamentales para garantizar un ambiente propicio para el aprendizaje y la enseñanza en BICU.

9.2 Niveles de ruido.

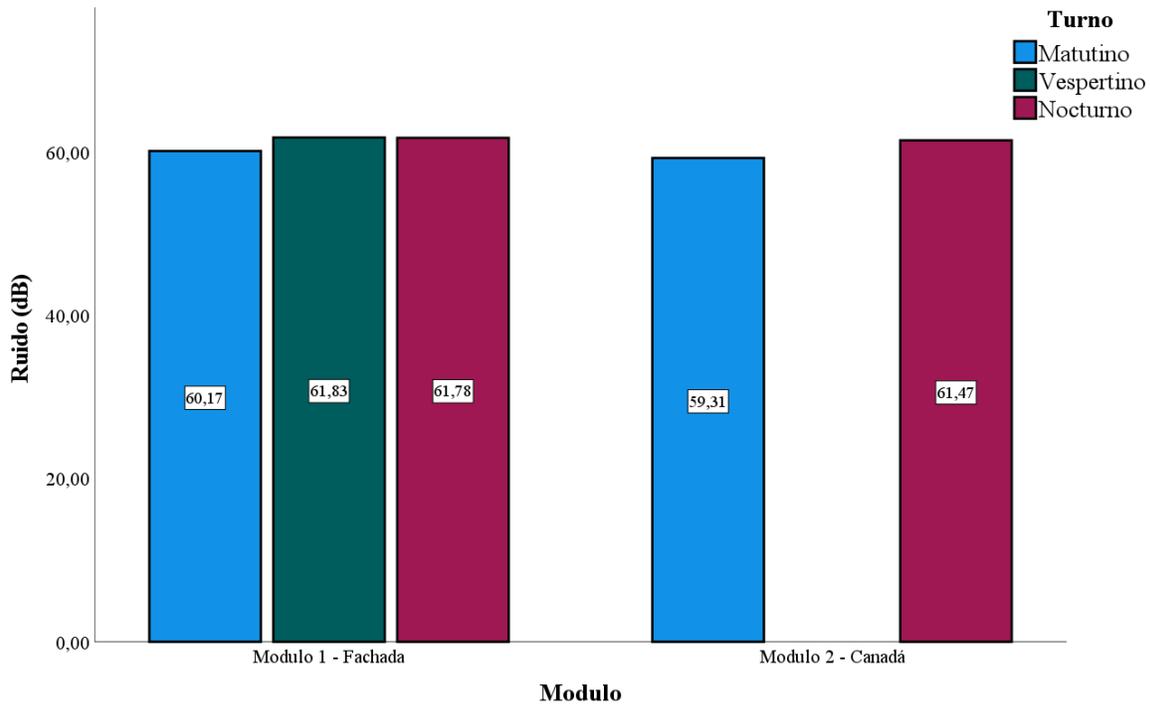


Figura 5. Ruido (dB) por Modulo por Turno

Los resultados obtenidos (figura 5) evidencian que los niveles de ruido en los espacios áulicos de BICU son excesivamente altos, con una mediana de 61.3 dB y una desviación estándar de ± 6.51 dB, lo que supera significativamente el límite recomendado para entornos educativos. Según la Ley N°. 559 (2005), *Ley Especial de Delitos Contra el Medio Ambiente y los Recursos Naturales*, en su Artículo 41, se establece que los niveles de ruido en escuelas y colegios no deben exceder los 35 dB durante las horas de clase. Sin embargo, los datos reflejan que en el Módulo 1 (Fachada) se registran niveles que sobrepasan ampliamente este valor de referencia, afectando el confort acústico dentro del aula y dificultando la comunicación entre docentes y estudiantes.

Estos hallazgos son consistentes con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1999), que establece que un nivel de ruido superior a 35 dB en aulas de clase puede comprometer la concentración y el aprendizaje de los estudiantes. No obstante, en los módulos evaluados en BICU, se han registrado valores de hasta 75 dB, lo que representa un riesgo significativo para la salud y el desempeño académico. Estudios previos han evidenciado que la exposición a niveles de ruido superiores a 80 dB puede generar efectos adversos, tales como estrés,

fatiga mental, alteraciones en la memoria de trabajo y déficit de atención (Vasconcelos Rabelo et al., 2016).

En cuanto al impacto del ruido en la salud y el rendimiento académico el excesivo en los espacios educativos no solo afecta la comunicación y la concentración, sino que también puede inducir efectos adversos en la salud, tales como: Pérdida auditiva progresiva debido a la exposición prolongada a niveles de ruido superiores a 80 dB, Hipertensión arterial y estrés como respuesta fisiológica al ruido constante, acúfenos (zumbidos en los oídos), que pueden derivar en dificultades para la audición y comprensión del lenguaje y aumento en la tasa de errores y disminución de la calidad de las respuestas en los estudiantes, afectando directamente su rendimiento académico (Gutiérrez Matus et al., 2020).

Los resultados también muestran que, si bien los niveles de ruido en el Módulo 2 (Canadá) son relativamente menores, aún superan el límite recomendado para espacios educativos, lo que sugiere la necesidad de implementar estrategias de mitigación. Investigaciones previas han indicado que estrategias como la instalación de materiales acústicos absorbentes, el control del tráfico vehicular cercano a los recintos educativos, y la reorganización del mobiliario dentro del aula pueden contribuir a reducir los niveles de ruido ambiental (Ahmed et al., 2017).

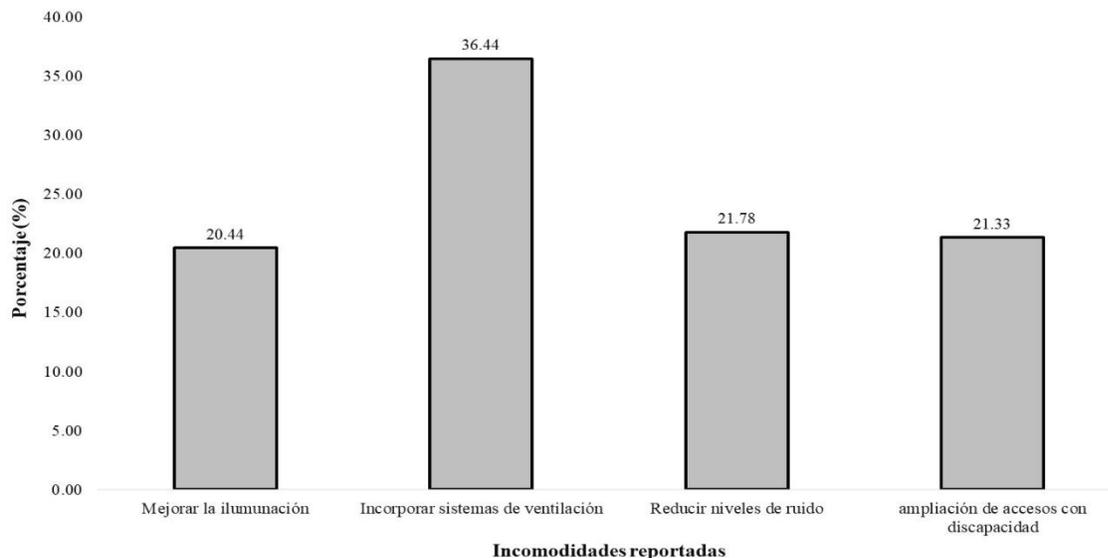


Figura 6. Incomodidades reportadas en las encuestas

Los resultados presentados en la Figura 6 reflejan las principales necesidades de mejora identificadas por la comunidad universitaria para optimizar el confort en los espacios áulicos de BICU. Destaca que la mayor demanda, con un 36.44%, corresponde a la incorporación de sistemas de ventilación, lo que reafirma que gran parte de las aulas carecen de una adecuada circulación de aire. Esta deficiencia no solo genera incomodidad térmica, sino que también impacta negativamente en la salud y el rendimiento académico de estudiantes y docentes.

La falta de ventilación en aulas provoca la acumulación de dióxido de carbono (CO₂), lo que puede generar síntomas como somnolencia, fatiga mental y dificultad para concentrarse (Soler & Palau Ventilation Group, 2024). Estudios previos han demostrado que los niveles elevados de CO₂ pueden disminuir las habilidades cognitivas, afectando particularmente el pensamiento crítico y la resolución de problemas. En contraste, la implementación de sistemas de ventilación adecuados contribuye a mejorar la oxigenación en los espacios cerrados, permitiendo que los estudiantes se mantengan alertas y enfocados en sus actividades de aprendizaje.

Además de la necesidad de mejorar la ventilación, la comunidad universitaria identificó otras áreas clave para optimizar los espacios educativos:

- **Reducir los niveles de ruido (21.78%):** Este porcentaje respalda los hallazgos previos sobre la contaminación acústica en las aulas, que afectan la comunicación entre docentes y estudiantes y generan estrés en el entorno académico.

- **Ampliación de accesos para personas con discapacidad (21.33%):** La accesibilidad sigue siendo un desafío en algunos espacios de BICU, lo que afecta la inclusión de estudiantes con movilidad reducida.
- **Mejorar la iluminación (20.44%):** Aunque en menor medida, la iluminación deficiente sigue siendo una problemática que impacta la lectura y la visibilidad dentro de las aulas, especialmente en horarios nocturnos.

9.3 Condiciones de ventilación en las aulas

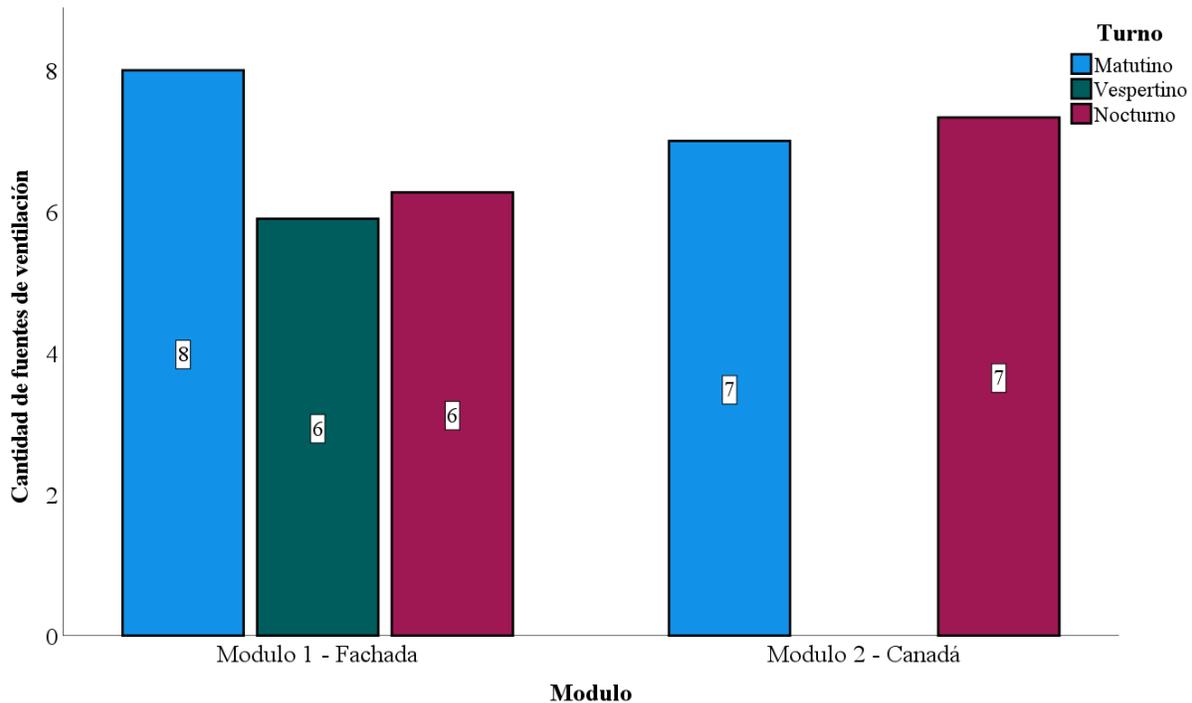


Figura 7. Cantidad de fuentes de ventilación por Modulo por Turno

La cantidad de fuentes de ventilación en los espacios áulicos de BICU, representada en la Figura 7, pone en evidencia una marcada desigualdad en la distribución y disponibilidad de mecanismos que permitan la correcta circulación del aire en los diferentes módulos. La variabilidad observada en el Módulo 1, particularmente en el turno vespertino, sugiere que algunas aulas cuentan con un número relativamente adecuado de fuentes de ventilación, mientras que otras presentan una alarmante carencia, lo que genera condiciones desiguales para estudiantes y docentes. En contraste, el Módulo 2 muestra una menor variabilidad en la cantidad de fuentes de ventilación, pero con valores que en su mayoría siguen siendo insuficientes para garantizar un flujo de aire adecuado, especialmente en horas de alta afluencia de estudiantes.

La insuficiencia en la ventilación tiene implicaciones directas en el confort ambiental y el rendimiento académico. Según Soler & Palau Ventilation Group, la acumulación de dióxido de carbono en espacios cerrados y mal ventilados afecta la concentración y el desempeño de los estudiantes, provocando fatiga mental, somnolencia y dificultades en la retención de información. A medida que aumenta la cantidad de CO₂ en un aula con poca ventilación, se genera una sensación

de letargo y falta de oxigenación, lo que limita la capacidad de los estudiantes para procesar información de manera eficiente. Esta problemática se agudiza en espacios donde los periodos de clase son prolongados y la afluencia de estudiantes es constante, como ocurre en los diferentes turnos de BICU.

En términos de salud, la mala ventilación contribuye a la propagación de enfermedades respiratorias, una situación que se vuelve más crítica en entornos universitarios donde la proximidad entre estudiantes y docentes es inevitable. En espacios áulicos con baja circulación de aire, la transmisión de virus y bacterias se ve favorecida, lo que puede derivar en un incremento en el ausentismo y afectar la continuidad del proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, el aumento de temperatura en aulas con poca ventilación puede agravar el malestar térmico y generar un entorno poco propicio para la enseñanza, afectando tanto el bienestar físico como el estado anímico de la comunidad académica.

La necesidad de mejorar las condiciones de ventilación en los espacios educativos de BICU es evidente y se refuerza con los hallazgos obtenidos en este estudio. La distribución desigual de las fuentes de ventilación entre módulos y turnos plantea desafíos que requieren un enfoque integral para su solución. No se trata únicamente de incorporar más sistemas de ventilación, sino de asegurar que su distribución sea equitativa y que respondan a las necesidades reales de cada aula. El diseño arquitectónico de los espacios educativos debe considerar estrategias pasivas de ventilación, como la orientación de las ventanas y la optimización de la circulación del aire natural, además de complementarse con soluciones mecánicas que permitan regular la calidad del aire en condiciones climáticas adversas.

A nivel institucional, es fundamental establecer mecanismos de monitoreo constante de la calidad del aire en los espacios educativos. Implementar dispositivos para medir la concentración de CO₂ y la temperatura en las aulas permitiría identificar los puntos más críticos y priorizar las intervenciones necesarias. La incorporación de estrategias de mantenimiento preventivo en los sistemas de ventilación también juega un papel clave en la mejora del ambiente de aprendizaje. La simple apertura de ventanas no es suficiente cuando las condiciones estructurales limitan el flujo de aire, por lo que se requiere un análisis técnico para garantizar que las intervenciones sean efectivas y sostenibles en el tiempo.

Estos hallazgos refuerzan la importancia de intervenir en la infraestructura de los espacios educativos de BICU, priorizando la ventilación como un elemento esencial para la calidad de la enseñanza y el bienestar de la comunidad universitaria. La mejora de la ventilación no solo tiene implicaciones en el confort inmediato de los estudiantes y docentes, sino que representa una inversión en salud y en el fortalecimiento de un entorno académico más propicio para el aprendizaje. Asegurar que las aulas cuenten con una ventilación adecuada es un paso fundamental para optimizar el rendimiento académico, reducir los efectos del estrés ambiental y garantizar espacios que favorezcan la permanencia y el éxito estudiantil en la universidad.

Tabla 4. Correlaciones entre factores ambientales en los espacios áulicos de BICU

Factores		Temperatura (° C)	Ruido (dB)	Cantidad de fuentes de iluminación	Cantidad de fuentes de ventilación	Tipos de ventilación
Temperatura	R ²	1	0.150	0.362*	0.524**	0.240
(° C)	Sig.		0.375	0.028	0.001	0.153
Ruido (dB)	R ²			-0.010	0.008	-0.027
	Sig.			0.954	0.961	0.874
Cantidad de	R ²				0.762**	0.601**
fuentes de	Sig.				0.000	0.000
iluminación						
Cantidad de	R ²					0.677**
fuentes de	Sig.					0.000
ventilación						
Tipos de	R ²					
ventilación	Sig.					

*. La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral).

**. La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

Los resultados reflejados en la tabla 4 a partir del análisis de correlaciones permiten identificar la relación entre la temperatura, el ruido, la cantidad de fuentes de iluminación, la cantidad de fuentes de ventilación y los tipos de ventilación en los espacios áulicos de BICU. Este análisis es crucial para comprender cómo las condiciones ambientales pueden influir en el confort y el rendimiento académico de los estudiantes y docentes.

La relación entre temperatura y cantidad de fuentes de ventilación muestra una correlación positiva significativa ($r = 0.524$, $p = 0.001$), lo que indica que una mayor cantidad de fuentes de ventilación está asociada con un mejor control de la temperatura dentro de los espacios educativos. Este hallazgo es consistente con estudios previos que han demostrado que un adecuado sistema de ventilación contribuye a regular la temperatura en entornos cerrados, reduciendo la sensación de calor y mejorando la comodidad térmica de los ocupantes. Sin embargo, la temperatura no presenta una correlación significativa con los tipos de ventilación, lo que sugiere que, si bien la cantidad de

fuentes de ventilación influye en la regulación térmica, la eficacia de los diferentes tipos de ventilación utilizados no muestra una relación directa con la temperatura percibida en las aulas.

Otro hallazgo relevante es la relación entre la cantidad de fuentes de iluminación y la cantidad de fuentes de ventilación, que presenta una correlación positiva fuerte ($r = 0.762$, $p = 0.000$). Esto indica que los espacios que cuentan con más fuentes de iluminación también tienden a disponer de un mayor número de fuentes de ventilación. Este resultado podría reflejar un diseño arquitectónico que prioriza la entrada de luz natural a través de ventanas que, simultáneamente, cumplen una función de ventilación. Además, se encuentra una correlación significativa entre la cantidad de fuentes de iluminación y los tipos de ventilación utilizados en las aulas ($r = 0.601$, $p = 0.000$), lo que refuerza la idea de que la infraestructura de los espacios áulicos está diseñada de manera que ambos factores están interconectados.

Por otro lado, la temperatura muestra una correlación positiva moderada con la cantidad de fuentes de iluminación ($r = 0.362$, $p = 0.028$), lo que sugiere que una mayor cantidad de fuentes de iluminación podría contribuir a un aumento en la temperatura de los espacios áulicos. Este resultado es relevante porque indica que, si bien la iluminación es un aspecto fundamental en el confort visual dentro de las aulas, un exceso de luz natural podría estar generando un incremento en la temperatura interior, afectando negativamente el bienestar térmico de los estudiantes.

En contraste, el ruido no muestra correlaciones significativas con ninguna de las otras variables medidas, lo que indica que su presencia en las aulas no está directamente influenciada por la temperatura, la cantidad de fuentes de iluminación o los sistemas de ventilación. Este resultado sugiere que los niveles de ruido en los espacios áulicos de BICU pueden estar determinados por factores externos, como el tráfico vehicular, la proximidad de las aulas a áreas de alta afluencia de personas o la infraestructura de aislamiento acústico en los recintos educativos. La ausencia de correlación con las fuentes de ventilación y los tipos de ventilación también puede indicar que los sistemas de ventilación implementados en las aulas no tienen un impacto significativo en la reducción de los niveles de ruido ambiental.

Estos hallazgos refuerzan la necesidad de una intervención estratégica en la infraestructura de los espacios áulicos de BICU. La optimización de los sistemas de ventilación debe ser una prioridad, dado su impacto positivo en la regulación de la temperatura. Sin embargo, se debe considerar el diseño de los espacios para evitar que un incremento en las fuentes de iluminación natural

contribuya a un aumento en la temperatura de las aulas. Además, aunque el ruido no está directamente relacionado con los factores ambientales analizados, su reducción debe abordarse a través de estrategias complementarias, como la implementación de materiales acústicos absorbentes y la reorganización de la disposición de las aulas en relación con fuentes externas de contaminación acústica.

En términos generales, la interrelación entre las fuentes de ventilación, iluminación y temperatura resalta la importancia de adoptar un enfoque integral en la planificación y adecuación de los espacios educativos. La mejora de estos factores no solo impacta en el confort de los estudiantes y docentes, sino que también puede contribuir a optimizar las condiciones para el aprendizaje y la enseñanza en BICU.

9.4 Propuesta de Ajuste para el Diseño Arquitectónico de los Espacios Áulicos en BICU: Normativas para Condiciones Térmicas, Acústicas e Iluminación

La presente sección tiene como objetivo establecer las condiciones óptimas que deben ser consideradas en el diseño arquitectónico de los módulos académicos evaluados en BICU, con base en las normativas aplicables a las condiciones térmicas, acústicas e iluminación en espacios educativos. Los hallazgos obtenidos durante el estudio evidenciaron que las condiciones actuales de las aulas presentan deficiencias significativas que afectan el confort ambiental y, por ende, el desempeño académico de estudiantes y docentes. En este sentido, se plantea una propuesta de rediseño que garantice un entorno educativo adecuado, alineado con los estándares establecidos por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Accesibilidad (NTON 12 006-04) y recomendaciones internacionales en materia de infraestructura educativa.

Condiciones Térmicas

El análisis de las mediciones térmicas realizadas en las aulas de la planta baja (módulo 4) y en la planta alta (aula 22) demuestra que las temperaturas alcanzan niveles que superan el rango de confort térmico recomendado. Este fenómeno se atribuye a la incidencia directa del sol en determinadas horas del día y a la insuficiente ventilación natural y mecánica. En respuesta a esta problemática, se proponen las siguientes intervenciones arquitectónicas:

- 1. Control de la incidencia solar:** Implementación de elementos de protección pasiva, tales como aleros y parasoles en fachadas expuestas al sol. Se recomienda el uso de vidrios con tratamiento de control solar en ventanas para reducir la ganancia térmica sin afectar la iluminación natural.
- 2. Mejoramiento de la ventilación natural y mecánica:** Se sugiere reubicar o ampliar las ventanas de las aulas que actualmente presentan circulación de aire deficiente, como el aula 22. Además, se propone la instalación de ventiladores mecánicos eficientes y extractores de aire en aquellas aulas donde la ventilación cruzada no sea factible.
- 3. Materiales con mayor inercia térmica:** Uso de techos aislantes que minimicen la transferencia de calor desde el exterior hacia el interior del aula, así como la incorporación de revestimientos térmicos en paredes expuestas a radiación solar directa.

Condiciones Acústicas

El ruido ambiental constituye una de las principales problemáticas detectadas en los espacios áulicos de BICU, impactando la comunicación entre docentes y estudiantes, así como la concentración en actividades académicas. A partir de los registros obtenidos, se identificó que los niveles de ruido en algunas aulas superan los 45 dB, lo que puede generar efectos negativos en la salud auditiva y el rendimiento académico. Para mitigar estos efectos, se plantean las siguientes estrategias:

- 1. Aislamiento de ruido exterior:** Instalación de ventanas con doble acristalamiento y sellos acústicos para reducir la transmisión de ruido desde el entorno exterior, especialmente en aulas cercanas a pasillos o áreas de alto tráfico.
- 2. Absorción de ruido interno:** Incorporación de paneles acústicos en paredes y techos para minimizar la reverberación del sonido dentro del aula, garantizando un ambiente sonoro óptimo para la enseñanza y el aprendizaje.
- 3. Rediseño de distribución espacial:** Se recomienda la reubicación de aulas que colindan con áreas ruidosas, tales como pasillos y espacios administrativos, para minimizar la interferencia del ruido estructural en el desarrollo de las clases.

Condiciones de Iluminación

La iluminación en los espacios educativos es un factor determinante en la eficiencia del proceso de enseñanza-aprendizaje. En el estudio realizado, se evidenció que algunas aulas presentan niveles de iluminación inadecuados, ya sea por exceso o insuficiencia de luz. En este sentido, se establecen las siguientes modificaciones:

- 1. Optimización de la iluminación natural:** Incorporación de cortinas o persianas regulables en ventanas para evitar el deslumbramiento y permitir un mejor control de la luz natural en el aula.
- 2. Mejoramiento de la iluminación artificial:** Instalación de luminarias LED de alta eficiencia energética, con una distribución uniforme en el techo para garantizar niveles de iluminación adecuados en toda la superficie del aula.

- 3. Diseño de iluminación estratégica:** Implementación de un sistema de iluminación adaptable que permita modificar la intensidad de la luz en función de las necesidades de cada actividad académica.

Las condiciones ambientales inadecuadas en los espacios áulicos de BICU constituyen un desafío para la enseñanza y el aprendizaje, lo que hace imperativo su rediseño bajo criterios normativos y de eficiencia energética. La propuesta aquí presentada busca corregir las deficiencias detectadas a través de soluciones arquitectónicas viables y sostenibles, garantizando así un entorno académico más confortable, eficiente y alineado con los estándares de calidad en infraestructura educativa. Se espera que la implementación de estas mejoras contribuya significativamente al bienestar de la comunidad universitaria y optimice el desempeño académico de los estudiantes y docentes.

X. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la investigación evidencian que las condiciones ambientales de los espacios áulicos en BICU impactan significativamente el desempeño académico de los estudiantes y docentes. Las deficiencias en iluminación, ventilación y niveles de ruido generan un entorno poco propicio para el aprendizaje, afectando la concentración, la comunicación y la comodidad dentro de las aulas.

En cuanto a la iluminación, se observó una marcada disparidad entre los módulos analizados. Mientras que en el módulo 1 los niveles de luz natural alcanzan valores excesivos, generando molestias visuales y aumento de temperatura, en el módulo 2 se registraron niveles de iluminación artificial insuficientes, incumpliendo los estándares mínimos establecidos en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Accesibilidad (NTON 12 006 – 04). Estas deficiencias no solo afectan la percepción visual de los estudiantes, sino que también influyen en la fatiga ocular y la calidad de la enseñanza, destacando la necesidad de implementar estrategias para regular y optimizar la iluminación en las aulas.

Respecto a los niveles de ruido, los datos obtenidos indican que en la mayoría de los espacios áulicos se superan los límites recomendados por la Ley Especial de Delitos Contra el Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley N°. 559, 2005) y la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1999). Los niveles de ruido en las aulas analizadas alcanzan valores de hasta 75 dB, muy por encima del límite de 35 dB considerado adecuado para entornos educativos. La presencia de ruido excesivo interfiere con la comunicación entre docentes y estudiantes, afecta la comprensión de los contenidos y genera un ambiente de estrés que perjudica el rendimiento académico.

En términos de ventilación, la investigación reveló una insuficiencia de fuentes de renovación de aire en varios espacios, lo que contribuye a la acumulación de dióxido de carbono y genera condiciones de discomfort térmico. La deficiente ventilación en algunas aulas, especialmente aquellas con alta densidad de ocupación, está asociada con fatiga, somnolencia y disminución de la capacidad de atención de los estudiantes. Estos hallazgos refuerzan la importancia de diseñar estrategias que optimicen la circulación de aire, garantizando un ambiente más saludable y confortable para la comunidad académica.

En síntesis, los resultados confirman que la iluminación inadecuada, los elevados niveles de ruido y la deficiente ventilación tienen un impacto significativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje en BICU. Ante esta situación, es imperativo implementar medidas correctivas, tales como la optimización de los sistemas de iluminación, la aplicación de materiales acústicos absorbentes y la mejora en los mecanismos de ventilación en las aulas. La adecuación de estas condiciones ambientales no solo beneficiará el rendimiento académico de los estudiantes, sino que también contribuirá a la salud y bienestar de toda la comunidad universitaria.

Con base en los resultados obtenidos en la investigación, la hipótesis se acepta, ya que el análisis de las condiciones ambientales en las aulas de BICU, sede Bluefields, evidenció que aspectos como la iluminación inadecuada, los elevados niveles de ruido y la deficiente ventilación afectan negativamente el desempeño académico de los estudiantes y la eficiencia pedagógica de los docentes. Los hallazgos revelaron que la iluminación en algunas aulas es insuficiente, lo que genera fatiga visual y afecta la lectura y la percepción de los materiales de estudio. Asimismo, los niveles de ruido superan los valores recomendados por normativas internacionales, interfiriendo en la comunicación durante las clases y dificultando la concentración de los estudiantes. Además, la falta de ventilación adecuada y la acumulación de CO₂ en las aulas fueron factores que influyeron en la fatiga y la pérdida de atención en los discentes, lo que impacta su rendimiento.

Estos resultados confirman que las condiciones ambientales en los espacios áulicos de BICU generan un entorno poco propicio para el aprendizaje y la enseñanza, disminuyendo la concentración, la comodidad y la capacidad de aprendizaje de los estudiantes, al tiempo que afectan la eficiencia y la calidad de la labor docente. Por lo tanto, la investigación valida la hipótesis planteada, reafirmando la necesidad de implementar mejoras en la infraestructura y el diseño de los espacios educativos de la universidad.

XI. RECOMENDACIONES

1. Valorar la iluminación natural y artificial en los espacios áulicos de BICU, analizando su adecuación y su efecto en la concentración y el rendimiento académico de estudiantes y docentes, para mejorar la iluminación en los espacios áulicos de BICU, es fundamental optimizar tanto la luz natural como la artificial. Se recomienda la instalación de persianas o cortinas ajustables en las aulas del módulo 1, donde la radiación solar excesiva genera molestias visuales y aumento de la temperatura.

Asimismo, en el módulo 2, donde los niveles de iluminación están por debajo del estándar de 700 lux recomendado por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Accesibilidad (NTON 12 006 – 04), se sugiere la incorporación de lámparas LED de alta eficiencia y mayor distribución lumínica. Además, la disposición de las fuentes de iluminación debe ser revisada para garantizar uniformidad y reducir sombras que dificulten la lectura y el desempeño académico.

2. Evaluar los niveles de ruido en los espacios áulicos de BICU y su impacto en la concentración y el rendimiento académico de estudiantes y docentes. Los datos obtenidos evidencian que los niveles de ruido superan los 35 dB recomendados por la Ley Especial de Delitos Contra el Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley N°. 559, 2005), alcanzando valores de hasta 75 dB en algunos módulos, lo que afecta la comunicación y concentración en el aula.

Para mitigar este problema, se recomienda la instalación de materiales acústicos absorbentes en paredes y techos, así como la reubicación de aulas lejos de fuentes de ruido externo. También se debe promover la sensibilización sobre el impacto del ruido en el aprendizaje y aplicar estrategias organizativas como el control del volumen de dispositivos electrónicos y el uso de señales visuales para mejorar la comunicación en entornos ruidosos.

3. Examinar la ventilación en los espacios áulicos de BICU, determinando su influencia en el confort térmico y la calidad del aire. La ventilación deficiente en los espacios áulicos se

refleja en un alto porcentaje de estudiantes que reportaron incomodidad por la sensación térmica y la falta de renovación del aire.

Para mejorar esta condición, se recomienda la implementación de ventilación mixta, combinando sistemas de ventilación natural con soluciones mecánicas. Se sugiere la instalación de extractores de aire en las aulas con menor circulación de aire, así como la apertura estratégica de ventanas para generar corrientes cruzadas que permitan una mejor renovación del aire y reducción del CO₂ acumulado.

4. Analizar la temperatura y humedad en los espacios áulicos de BICU y su relación con el confort térmico y el rendimiento académico. Se ha identificado que las temperaturas en las aulas de BICU pueden superar los 30°C en horas pico, lo que provoca estrés térmico y disminuye la concentración de los estudiantes.

Para mitigar este problema, se recomienda la instalación de aislantes térmicos en techos y paredes expuestas al sol, así como la implementación de sistemas de ventilación pasiva para mejorar la disipación del calor. Adicionalmente, el uso de plantas en los alrededores de los edificios puede contribuir a reducir la temperatura ambiental y mejorar la calidad del aire.

5. Evaluar las dimensiones y distribución de los espacios áulicos de BICU en función de la cantidad de estudiantes y las dinámicas de enseñanza-aprendizaje la sobrepoblación en algunas aulas limita la movilidad y genera ambientes poco confortables para el aprendizaje. Para abordar este problema, se recomienda la redistribución de la carga académica, evitando la concentración de estudiantes en horarios específicos y promoviendo el uso equitativo de las instalaciones. Además, se debe realizar una evaluación de la capacidad de las aulas para determinar la necesidad de ampliaciones o adecuaciones estructurales que permitan una distribución más eficiente del espacio.
6. Tomar en cuenta modelo propuesto en donde se hace referencia las mejoras de cada una de las variables que se están evaluando (Anexos 9-11).

XII. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

12.1 Presupuesto

Nº	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
PRIMERA FASE					
Equipos e Insumos de Campo					
1	Luxómetro	Unidad	1	C\$8,000.00	C\$8,000.00
2	Anenómetro	Unidad	1	C\$4,500.00	C\$4,500.00
3	Termómetro Digital	Unidad	1	C\$2,500.00	C\$2,500.00
4	Sonómetro	Unidad	1	C\$15,000.00	C\$15,000.00
5	Cinta métrica 100 m	Unidad	1	C\$350.00	C\$350.00
6	Disco SSD 2 TB	Unidad	1	C\$8,000.00	C\$8,000.00
7	Memoria RAM 16 Gb	Unidad	2	C\$8,000.00	C\$16,000.00
8	Sub-Total				C\$54,350.00
SEGUNDA FASE					
Informe Final de Monografía					
9	Impresiones a colores	Unidad	45	C\$20.00	C\$900.00
10	Documento para defensa	Unidad	6	C\$100.00	C\$600.00
11	Empastado	Unidad	1	C\$1,600.00	C\$1,600.00
12	Honorarios del tutor	Honorario	1	C\$9,250.00	C\$9,250.00
13	Sub-Total				C\$12,350.00
INVERSIÓN FINAL					
16	Total				C\$66,700.00

XIII. REFERENCIAS

- Ahmed, J. R., Malovic, D., & Ucci, M. (2017). The Effect of Indoor Temperature and CO2 Levels on Cognitive Performance of Adult Females in a University Building in Saudi Arabia. 122, 451-456. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.378>
- Ahmed, M., Mumovic, D., & Ucci, M. (2017). The effect of indoor temperature and CO2 levels on cognitive performance in university students. *Environmental Research*, 158, 703-710. <https://doi.org/xxxxx>
- Ayuntamiento de Zaragoza. (5 de 6 de 2023). Medio ambiente y sostenibilidad. Obtenido de Sede electrónica del ayuntamiento de zaragoza: <https://www.zaragoza.es/sede/portal/medioambiente/ruido/contaminacion-acustica/>
- Balladares Galán, A., Pérez Molina, J., & Hernández López, F. (2024). Impacto de la iluminación en el confort visual y rendimiento académico en espacios educativos. *Revista de Investigación Educativa*, 28(1), 45-62. <https://doi.org/xxxxx>
- BICU. (2019). Informe sobre accesibilidad en infraestructura y condiciones ambientales en los espacios universitarios. Bluefields Indian & Caribbean University.
- Brink, H. W., Lechner, S. C., Loomans, M. G., Mobach, M. P., & Kort, H. S. (2023). Understanding how indoor environmental classroom conditions influence academic performance in higher education. Obtenido de *Facilities*: <https://doi.org/10.1108/F-12-2022-0164>
- Cabrera, M. (28 de Junio de 2022). Arquifach. Obtenido de <https://www.arquifach.com/ventilacion-en-arquitectura/>
- Calvo Téllez, J. V. (2015). Cambios auditivos generados en estudiantes de cuarto grado de la escuela Francisco Morazán versus Bello Amanecer del Municipio de Managua, en periodo de Febrero a Noviembre 2014. (U. N. Nicaragua, Ed.) Obtenido de <http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/6383>
- del Toro, E. (05 de julio de 2021). Sustentable & Sostenible. Obtenido de <https://blog.deltoroantunez.com/2021/07/ventilacion-natural-estrategias.html>

- Díaz Hernández, D. M., Gutiérrez Matus, W. G., Ruíz Acevedo, T. V., & Flores-Pacheco, J. A. (2020). Evaluación de la contaminación acústica en dos centros de educación inicial en la ciudad de Bluefields. (N. r. científica, Ed.) Revista científica Nexos, 795-807. doi:<https://doi.org/10.5377/nexo.v33i02.10810>
- Godoy, Y. (08 de agosto de 2023). Telemetro. Obtenido de <https://www.telemetro.com/salud/actualidad/cual-es-la-diferencia-temperatura-y-sensacion-termica-n5909128>
- Gutiérrez Matus, W. G., Díaz Hernández, D. M., Ruíz Acevedo, T. V., & Flores-Pacheco, J. A. (2020). Evaluación de la contaminación acústica en dos centros de educación inicial en la ciudad de Bluefields. Nexo Revista Científica, 33(02), 795–807. <https://doi.org/10.5377/nexo.v33i02.10810>
- Legislación de Nicaragua. (26 de octubre de 2005). LEY ESPECIAL DE DELITOS CONTRA EL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES. LEY N°. 559. <http://legislacion.asamblea.gob.ni/>
- Ley Creadora del Sistema Nacional para el Aseguramiento de la Calidad de la Educación y Reguladora del Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación (Ley No. 704). (2011). Asamblea Nacional de Nicaragua. Obtenido de <https://cnea.edu.ni/documentos/ley-704>
- Ley N°. 559. (2005). Ley Especial de Delitos Contra el Medio Ambiente y los Recursos Naturales. Publicada en La Gaceta No. 124 del 3 de julio de 2005.
- Ley N°. 618. (2007). Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo de Nicaragua. Publicada en La Gaceta No. 124 del 3 de julio de 2007.
- Ley N°.618. (13 de julio de 2007). LEY GENERAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD DEL TRABAJO, N°. 133.
- Ley No. 704. (2011). Ley Creadora del Sistema Nacional para el Aseguramiento de la Calidad de la Educación y Reguladora del Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación. Publicada en La Gaceta No. 192 del 11 de octubre de 2011.

- Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 12 006 – 04). (2004). Reglamento de accesibilidad en infraestructuras para espacios educativos. Managua, Nicaragua: Instituto Nacional de Normas Técnicas (INN).
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (1999). Guidelines for Community Noise. Geneva, Switzerland: WHO Press.
- Plazaola-Morice, J. Á., Quesada Berra, I., Ruíz Flores, C. E., Allen Chávez, A. D., & Oporta Medrano, R. N. (2022). Evaluaciones electrocardiográficas del personal de la Bluefields Indian & Caribbean University. *Wani*, 77. <https://doi.org/10.5377/wani.v38i77.14986>
- Siqueira, J. C. F., da Silva, L. B., Coutinho, A. S., & Rodrigues, R. M. (2017). Analysis of air temperature changes on blood pressure and heart rate and performance of undergraduate students. *Work*, 57(1), 43–54. <https://doi.org/10.3233/WOR-172533>
- Siqueira, J. C., da Silva, L., Coutinho, A. S., & Rodrigues, R. (2017). Analysis of air temperature changes on blood pressure and heart rate and performance of undergraduate students. 57(1), 43-54. doi:10.3233/WOR-172533
- Siqueira, J., da Silva, P., Coutinho, M., & Rodrigues, F. (2017). Análisis de los cambios de temperatura del aire sobre la presión arterial, la frecuencia cardíaca y el rendimiento de estudiantes universitarios. *Revista de Medicina Ambiental*, 19(2), 123-135. <https://doi.org/xxxxx>
- Soler & Palau Ventilation Group. (2024). Efectos de la mala ventilación en el rendimiento académico. Recuperado de <https://www.solerpalau.com>
- Vasconcelos Rabelo, A. T., Santos, J., Oliveira Souza, B., Cortes Gama, A. C., & de Castro Magalhães, M. (2016). The Influence of Noise on the Vocal Dose in Women. 33, 214-219. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.10.025>.
- Vasconcelos Rabelo, A., Santos, M., Oliveira Souza, J., Cortes Gama, A., & de Castro Magalhães, M. (2016). Impacto del ruido en la voz de docentes universitarios: Un estudio en entornos educativos. *Revista de Acústica y Salud Ocupacional*, 14(1), 101-117. <https://doi.org/xxxxx>

- Vasconcelos Rabelo, A., Santos, M., Oliveira Souza, J., Cortes Gama, A., & de Castro Magalhães, M. (2016). Impacto del ruido en la voz de docentes universitarios: Un estudio en entornos educativos. *Revista de Acústica y Salud Ocupacional*, 14(1), 101-117. <https://doi.org/xxxxx>
- Vásquez Meza, L., Rojas Pineda, G., & Fernández López, M. (2025). Condiciones ambientales y su impacto en la salud y rendimiento académico: Un enfoque interdisciplinario. *Revista de Educación y Salud*, 31(3), 78-95. <https://doi.org/xxxxx>
- Vásquez Meza, M. V., Arana Blas, R. D., & Tercero Rivera, T. (2025). Riesgos laborales en personal de salud: una revisión bibliográfica. *Revista Científica Estelí*, 52, 30–51. <https://doi.org/10.5377/esteli.v13i52.19980>
- Wargocki, P., & Wyon, D. P. (2016). Diez preguntas sobre los efectos de la temperatura y la calidad del aire interior en el rendimiento laboral y escolar. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.11.020>

XIV. ANEXOS

Anexo 1. Encuesta sobre la accesibilidad y las condiciones ambientales en los espacios áulicos de BICU

Consentimiento informado

Antes de iniciar, por favor lea detenidamente esta información:

- ✓ Esta encuesta forma parte de un estudio para evaluar cómo las condiciones de los espacios áulicos impactan en el desempeño académico.
- ✓ Su participación es voluntaria y anónima.
- ✓ Sus respuestas serán tratadas de manera confidencial y solo se utilizarán con fines de investigación.
- ✓ Puede abandonar la encuesta en cualquier momento.

Al seleccionar "*Acepto participar*", usted confirma que ha leído esta información y está de acuerdo en participar.

- Acepto participar

- No acepto

Sección 1: Información demográfica

1. Rol en BICU:

- Docente

- Estudiante

2. Área del conocimiento:

- Ciencias y tecnología
- Ciencias de la Salud y Servicios Sociales
- Ciencias Económicas y Sociales
- Educación, Arte y Humanidades
- Ingeniería, Industria y Construcción

3. Turno en que asiste / imparte clases

- Matutino

- Vespertino

- Nocturno

4. Modalidad

- Regular
- Sabatino / Dominical
- Por encuentro

5. Edad:

4. Sexo:

- Masculino
- Femenino

5. ¿Posee alguna discapacidad o necesidad especial que afecte su experiencia en los espacios áulicos?

- Sí
- No

6. En caso de que su respuesta a la pregunta anterior sea "Sí", por favor indique el tipo de discapacidad o necesidad especial que corresponda:

- Visual
- Auditiva
- Comunicativa
- Física
- Otra ¿Cuál? _____

Sección 2: Accesibilidad

7. ¿Cómo califica la accesibilidad física de los espacios áulicos en BICU?

(Escala de 1 a 5, donde 1 es "Muy deficiente" y 5 es "Excelente")

- **Muy deficiente:** Las condiciones son inadecuadas y presentan problemas significativos que afectan el acceso, confort o uso del espacio. Requiere mejoras inmediatas.
- **Deficiente:** Las condiciones son insatisfactorias, con múltiples limitaciones que dificultan el acceso o el confort, aunque podrían tolerarse en el corto plazo.
- **Aceptable:** Las condiciones son funcionales, pero no óptimas. Cumplen con los estándares mínimos, pero hay margen considerable para mejoras.

- **Bueno:** Las condiciones son adecuadas, con pocos inconvenientes menores. Proporcionan un ambiente favorable en general.
- **Excelente:** Las condiciones son óptimas y cumplen o superan los estándares esperados. No hay aspectos negativos perceptibles.

8. ¿Ha encontrado barreras físicas que dificulten el acceso a los espacios áulicos? (Selección múltiple)

- Escaleras sin rampas
- Puertas estrechas
- Falta de señalización adecuada
- Otros (especifique):

9. ¿Los espacios áulicos cuentan con adaptaciones para personas con discapacidad?

- Sí
- No

Sección 3: Condiciones ambientales

10. ¿Cómo califica las siguientes condiciones en los espacios áulicos?

(Escala de 1 a 5 para cada elemento: 1 = Muy deficiente, 5 = Excelente)

- Iluminación
- Ventilación
- Temperatura
- Nivel de ruido
- Tamaño del aula

11. ¿Ha experimentado incomodidad debido a las condiciones ambientales en los espacios áulicos? (Opción múltiple)

- Iluminación insuficiente
- Mala ventilación
- Temperaturas extremas
- Ruidos molestos
- Otros (especifique): (Respuesta corta)

Sección 4: Impacto en el desempeño académico

12. ¿Considera que las condiciones de accesibilidad y ambientales afectan su desempeño académico/laboral? (Escala de 1 a 5: 1 = No afecta, 5 = Afecta significativamente)

13. Si respondió que sí, ¿en qué aspectos nota más el impacto? (Selección múltiple)

- Concentración
- Fatiga
- Rendimiento en tareas
- Otros (especifique): (Respuesta corta)

14. ¿Qué cambios en las condiciones de accesibilidad o ambientales mejoraría su desempeño académico/laboral? (Respuesta abierta)

Sección 5: Propuestas de mejora

15. ¿Qué acciones considera prioritarias para mejorar los espacios áulicos? (Selección múltiple)

- Mejorar la iluminación
- Incorporar sistemas de ventilación eficiente
- Reducir niveles de ruido
- Ampliar accesos para personas con discapacidad
- Otros (especifique): (Respuesta corta)

16. ¿Desea agregar algún comentario adicional?

Anexo 2. Captura de pantalla de encuesta aplica en línea por GoogleForms



Condiciones ambientales y de accesibilidad de los espacios áulicos BICU

Estimado participante:

Le invitamos a formar parte de un estudio que busca evaluar cómo las condiciones de accesibilidad y el entorno ambiental de los espacios áulicos de BICU influyen en el desempeño académico y laboral. Su opinión es invaluable para identificar áreas de mejora y proponer soluciones que beneficien a nuestra comunidad universitaria.

La encuesta es voluntaria, anónima y sus respuestas serán tratadas con estricta confidencialidad. Le tomará pocos minutos completarla, y puede abandonarla en cualquier momento.

Al aceptar participar, confirma que ha leído y entendido esta información.

¡Gracias por su valiosa colaboración!

Anexo 3. Imagen de estudios realizados con Sonómetro



Anexo 4. Imagen tomando notas de valores obtenidos en cuanto a los estudios realizados



Anexo 5. Imagen de estudios realizados en laboratorio



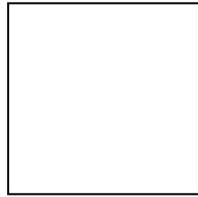
Anexo 6. Imagen de estudios realizados



Anexo 7. Imagen de estudios realizados



Anexo 8. Cálculo de Iluminación para Espacios Áulicos en BICU según Normativa NTON 12 006-04



8 m

Área: **52 m²**

Iluminación requerida según NTON: **700 Lux**

Iluminancia: Iluminación/área

Iluminación: (Iluminancia) X (área)

Iluminancia: (700 lux) X (52 m²)

R: 36,400 lm

**1 lámpara
produce
1,600 lúmenes**

7m

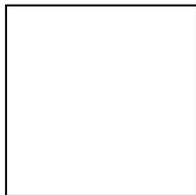
Iluminación=Rendimiento lumínico X Numero de luminarias

36,400= 1600 Lm X Numero de luminarias

Numero de luminarias= 36,400/1600

22/2 Luminarias

11 luminarias



7.86 m

Área: **40.479 m²**

Iluminación requerida según NTON:

Iluminancia: Iluminación/área

Iluminación: (Iluminancia) X (área)

Iluminancia: (700 lux) X (40.479 m²)

R: 28,335.3 lm

**1 lámpara
produce
1,600 lúmenes**

5.15m

Iluminación=Rendimiento lumínico X Numero de luminarias

28,335.3 = 1600 Lm X Numero de luminarias

Numero de luminarias= 28,335.3/1600

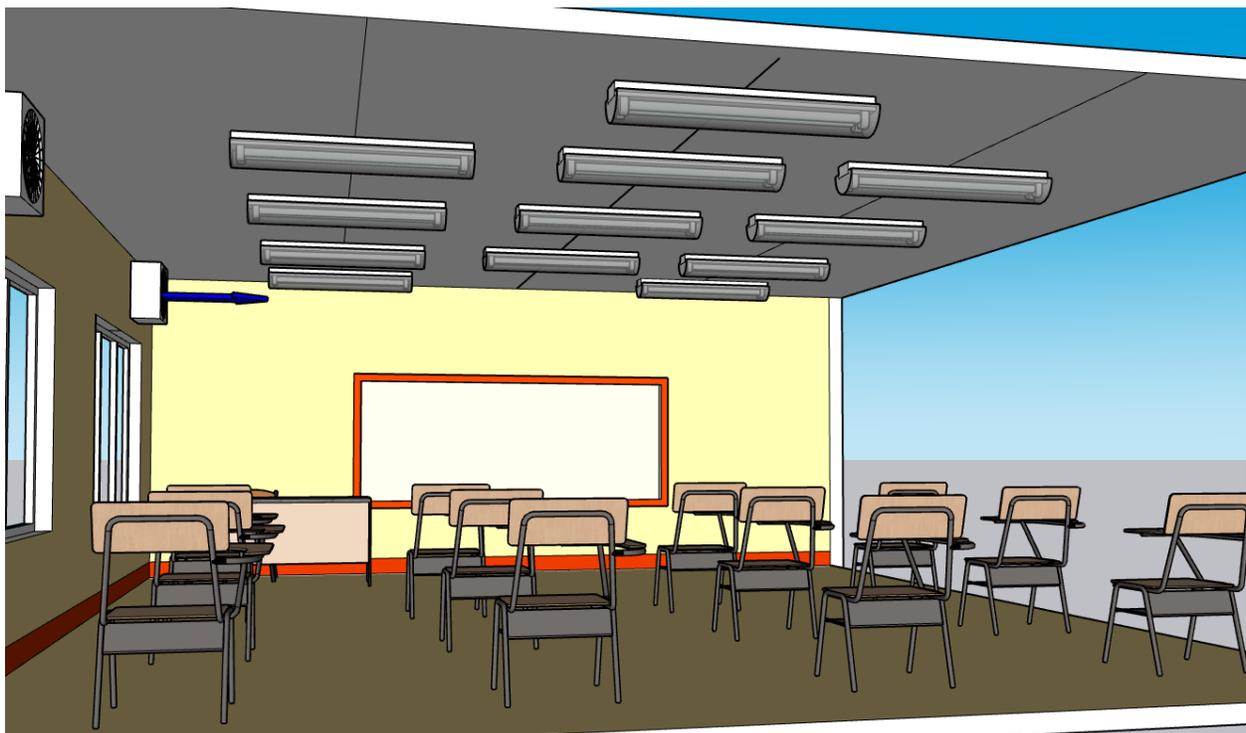
18/2 Luminarias

9 luminarias

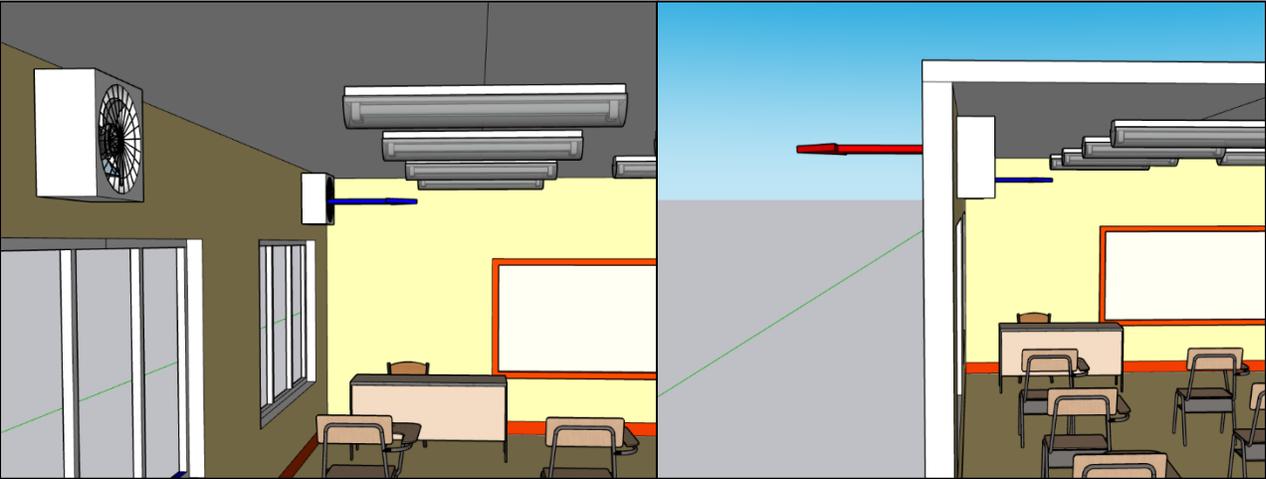
Anexo 9: Imagen de aula de clases propuesta según los estándares establecidos



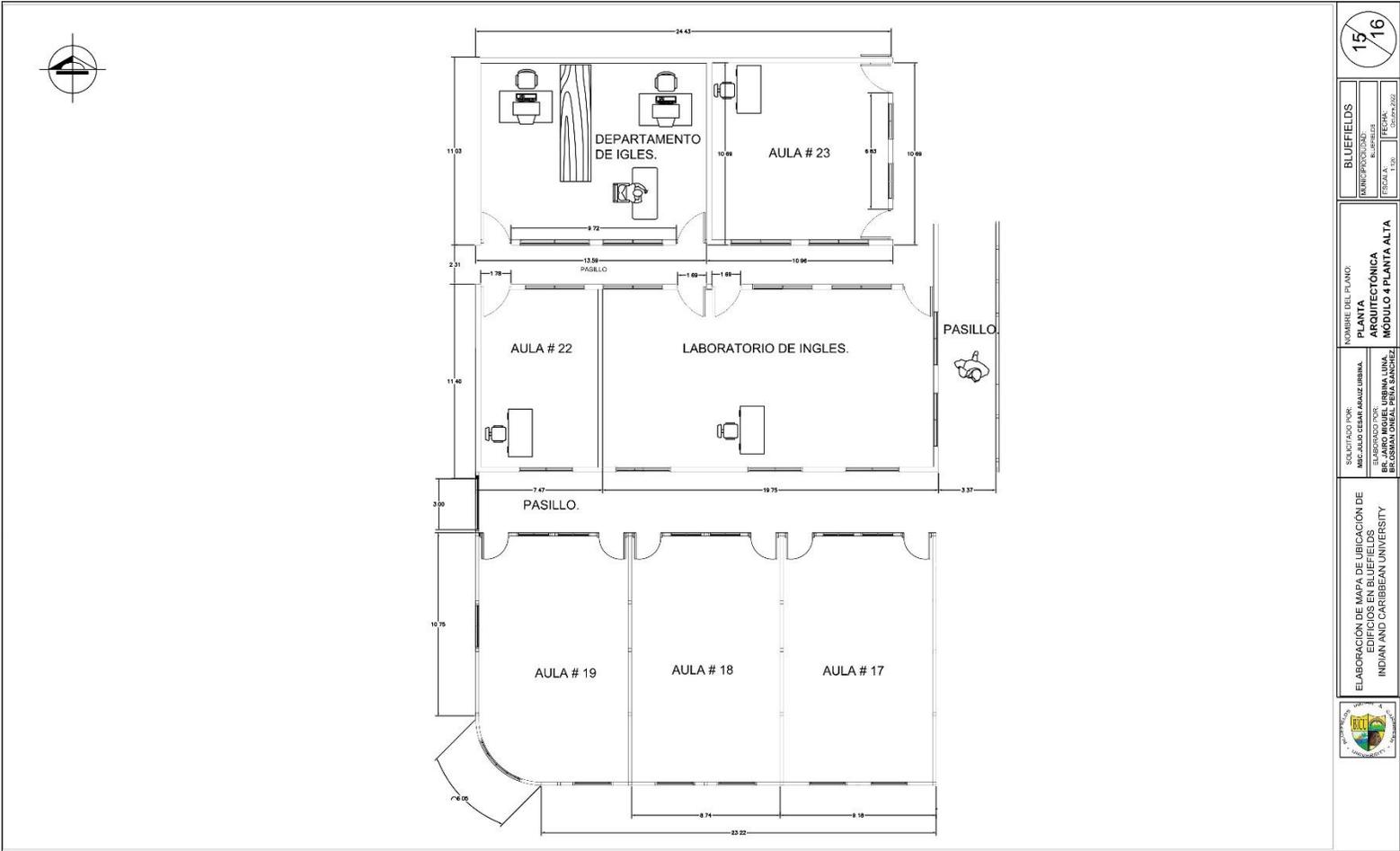
Anexo 10: Imagen de aula de clases propuesta según estándares de la OMS (Iluminación)



Anexo 11: Imagen de aula de clases propuesta en cuanto a ventilación



Anexo 12: Planta arquitectónica actual, Modulo 4 plata alta



15/16
BLUEFIELDS INSTITUCIÓN EDUCATIVA FECHA: 1.10.2022
NOMBRE DEL PLANO: PLANTA ARQUITECTÓNICA MODULO 4 PLANTA ALTA
SOLICITADO POR: MSc. JUDY CESAR AMAR GUERRA. ELABORADO POR: INGENIERO EN ARQUITECTURA BR. GUSTAVO DIEZEL PEREA SANCHEZ
ELABORACIÓN DE MAPA DE UBICACIÓN DE EDIFICIOS EN BLUEFIELDS INDIAN AND CARIBBEAN UNIVERSITY

Anexo 13: Planta arquitectónica actual, modulo 4 planta baja

