



**Impacto Lumínico y su Relación con la Arquitectura en Espacios de Aprendizaje de
Primera Infancia del CDI Cerro de las Luces**

Isabela Muñoz Suárez

Monografía presentada para optar al título de Arquitecta

Tutores

Verónica Henríques Ardila, Magister en Bioclimática

Luis Felipe Lalinde Castrillón, PhD en Ingeniería de la Construcción

Universidad Pontificia Bolivariana

Escuela de Arquitectura y Diseño

Arquitectura

Medellín, Antioquia, Colombia

2024

El contenido de este documento no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o en cualquiera otra universidad.

Dedicatoria

Esta monografía está dedicada en primera instancia a mi familia, en especial a mis padres y hermana que me apoyan y me brindan a diario todas las oportunidades que me han permitido llegar hasta aquí. A mis amigos que me acompañan y hacen este proceso mucho más enriquecedor y a mis maestros, que son un papel fundamental en todo mi proceso educativo.

También deseo dedicar esta investigación a todos los niños y niñas, en especial a los niños del CDI Cerro de las Luces, que, con su curiosidad y energía, inspiraron a investigar y mejorar todos estos espacios de aprendizaje y crecimiento. De igual manera, está dedicada a los profesionales de la educación infantil, cuyo compromiso es fundamental para el desarrollo de todos los niños.

Esta monografía tiene el objetivo de aportar conocimientos y una orientación para todas las personas que trabajan en la construcción y diseño de entornos educativos, por lo cual, también les dedico esta investigación, para que contribuyan al bienestar y desarrollo de las futuras generaciones.

Agradecimientos

Agradezco profundamente a la Universidad Pontificia Bolivariana, por darme la oportunidad de realizar este tipo de investigaciones y proporcionarme estas experiencias de aprendizaje tan enriquecedoras. Además, agradezco por brindarme todas las herramientas necesarias para llevar a cabo el trabajo de la mejor manera posible.

A mis maestros a cargo de la investigación “Innovación y Sostenibilidad en la Construcción”, la arquitecta Verónica Henríques Ardila y el Ingeniero Luis Felipe Lalinde Castrillón, les agradezco, porque con su conocimiento y enseñanza guiaron el proceso de investigación y la elaboración de esta monografía. Agradezco especialmente a mi profesora a cargo, Verónica Henríques Ardila, que, con su compromiso y acompañamiento, me ayudó a concluir de la mejor manera este proceso, compartiendo generosamente su experiencia y conocimiento sobre el tema.

De la misma manera, agradezco profundamente al Centro de Desarrollo Infantil Cerro de las Luces, por permitirnos usar sus instalaciones para realizar todos los procesos necesarios para llevar a cabo esta investigación. A todo el personal docente y administrativo, y a todos los niños, niñas y sus padres, por hacer parte de este proyecto.

Finalizo agradeciendo a mi familia por su apoyo incondicional, que me motiva a seguir cada día y afrontar todos los retos que depara la vida, que me han convertido en la persona que soy y me motivan a mejorar cada día. A ellos, gracias.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| LISTA DE FIGURAS | 8 |
| RESUMEN | 11 |
| ABSTRACT | 12 |
| INTRODUCCIÓN | 13 |
| MARCO INTRODUCTORIO | 14 |
| 1. Antecedentes | 14 |
| 1.1 Métodos y Herramientas de Cálculo Usadas en la Etapa de Diseño | 14 |
| 1.1.1 Análisis de Asoleamiento..... | 14 |
| 1.1.2 Evaluación de Iluminación Natural | 15 |
| 1.1.3 Estrategias para el Confort Higrotérmico y el Confort Visual..... | 16 |
| 1.1.4 Caracterización de los Materiales | 17 |
| 2. Planteamiento del Problema..... | 17 |
| 2.1 Pregunta Problema | 18 |
| 2.1.1 Pregunta Complementaria 1..... | 18 |
| 2.1.2 Pregunta Complementaria 2..... | 18 |
| 3. Justificación | 19 |
| 4. Delimitación..... | 21 |
| 5. Variables..... | 22 |
| 6. Objetivo General | 23 |
| 7. Objetivos Específicos..... | 23 |

| | |
|---|----|
| MARCO CONTEXTUAL | 24 |
| 1. Contexto de los Centros de Desarrollo Infantil (CDI) | 24 |
| 2. Contexto Específico del CDI "Cerro de las Luces" | 24 |
| 2.1 Contexto Geográfico Espacial | 24 |
| 2.2 Consideraciones Climáticas | 26 |
| 2.3 Contexto Social, Económico y Cultural..... | 29 |
| 2.4 Contexto Normativo..... | 29 |
| MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL..... | 33 |
| MARCO METODOLÓGICO..... | 37 |
| 1. Diseño de la Investigación | 37 |
| 2. Instrumentos..... | 39 |
| RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS | 41 |
| 1. Medición de las Condiciones Lumínicas Reales en las Aulas | 41 |
| 1.1 Visita a las Instalaciones y Mediciones In Situ..... | 41 |
| 1.2 Resultados Obtenidos en la Medición In Situ..... | 45 |
| 1.2.1 Resultados de Luxómetro. | 45 |
| 1.2.2 Resultados de Sensores | 51 |
| 1.2.3 Resultados de las Encuestas..... | 55 |
| 1.3 Análisis de los Resultados Obtenidos de la Medición In Situ | 56 |
| 1.3.1 Análisis Resultados de Luxómetro. | 56 |
| 1.3.2 Análisis Resultados de Sensor | 60 |

| | |
|--|----|
| 2. Comparación de Condiciones Lumínicas Reales con las Esperadas en la Etapa de Diseño | |
| 65 | |
| 3. Análisis de Materiales | 69 |
| 4. Evaluación de Comportamientos de Niños y Maestras en Respuesta al Confort Lumínico en las Aulas..... | 71 |
| CONCLUSIONES | 77 |
| BIBLIOGRAFÍA | 80 |
| 1. Fichas Bibliográficas..... | 80 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Diagrama de Asoleamiento Sobre el Proyecto, Nivel 1 | 14 |
| Figura 2: Espacios específicos de análisis de Asoleamiento | 15 |
| Figura 3: Análisis De Iluminación Natural En Aula Típica | 16 |
| Figura 4: Población de Itagüí por edad y sexo para 2023 | 20 |
| Figura 5: Planta Urbana CDI Cerro de Las Luces | 25 |
| Figura 6: Rango de Temperatura..... | 26 |
| Figura 7:Rango de Iluminación | 27 |
| Figura 8: Rango de Nubosidad | 28 |
| Figura 9: Parámetros fotométricos RETILAP | 32 |
| Figura 10: Mapa Conceptual sobre los efectos y las causas de la problemática..... | 33 |
| Figura 11: Planta arquitectónica del nivel 2 con las aulas seleccionadas y sus condiciones | 42 |
| Figura 12: Sección F-F' del CDI Cerro de Las Luces | 43 |
| Figura 13: Sala 23. Gateadores | 43 |
| Figura 14: Sala 14. Niños de 4 años | 44 |
| Figura 15: Sensor Exterior | 45 |
| Figura 16:Resultados Exteriores con Luxómetro | 46 |
| Figura 17: Resultados de Luxómetro en Corredores | 46 |
| Figura 18:Resultados de Luxómetro en Sala 11 | 47 |
| Figura 19:Resultados de Luxómetro en Sala 23 | 48 |
| Figura 20:Tabla de Resultados Mediciones Luxómetro | 48 |
| Figura 21: Tabla de Resultados Mediciones Luxómetro en Aulas con Lucernarios..... | 49 |
| Figura 22: Gráfico de Barras de Resultados Mediciones Luxómetro en Aulas con Lucernarios . | 49 |

| | |
|---|----|
| Figura 23 Gráfico de Barras del Comportamiento de la Luz Según la Cantidad de Fachadas y su Disposición (Hacia Interior o Exterior), en Bloque 1 | 50 |
| Figura 24:Gráfico de Barras del Comportamiento de la Luz Según la Cantidad de Fachadas y su Disposición (Hacia Interior o Exterior), en Bloque 2 | 51 |
| Figura 25: Gráfico de Líneas de Comparación Días Promedios Sensores | 52 |
| Figura 26: Intensidad Lumínica Promedio de las Aulas | 53 |
| Figura 27:Comparación Dia Promedio con Dia de Elaboración de Encuestas Sensor 1 | 54 |
| Figura 28: Comparación Dia Promedio con Dia de Elaboración de Encuestas Sensor 2..... | 54 |
| Figura 29:Comparación Dia Promedio con Dia de Elaboración de Encuestas Sensor 3..... | 55 |
| Figura 30: Tabla de Respuestas Encuestas..... | 56 |
| Figura 31: Gráfico de Análisis de la Incidencia de la Doble Piel en la Iluminación de las Aulas | 57 |
| Figura 32: Gráfico de Análisis de Luxómetro sobre la Incidencia de la Doble Piel en la Iluminación de las Aulas Teniendo en Cuenta el Contexto Exterior | 58 |
| Figura 33: Gráfico de Análisis de Luxómetro sobre la Incidencia de la Cantidad de Fachadas en la Iluminación de las Aulas | 59 |
| Figura 34: Gráfico de Análisis de Sensores sobre la Incidencia de la Doble Piel en la Iluminación de las Aulas Teniendo en Cuenta el Contexto Exterior..... | 61 |
| Figura 35: Diferencia Entre el Entorno del Bloque 1 y el Bloque 2..... | 62 |
| Figura 36: Gráfico de Análisis 2 de Sensores sobre la Incidencia de la Doble Piel en la Iluminación de las Aulas Teniendo en Cuenta el Contexto Exterior | 63 |
| Figura 37: Tabla de Análisis Comparativa Entre la Percepción de Iluminación de las Maestras y las Condiciones Lumínicas Reales de las Aulas, Captadas por el Luxómetro..... | 64 |

| | |
|---|----|
| Figura 38: Análisis Comparativo Entre las Mediciones en la Etapa de Diseño y las Mediciones Reales..... | 68 |
| Figura 39: Tabla de Análisis de Materiales..... | 70 |
| Figura 40: Respuesta de los Niños a la Luz..... | 72 |
| Figura 41: Ingreso de Luz en Aula 23..... | 72 |
| Figura 42: Dinámicas en las Aulas..... | 73 |
| Figura 43: Sección de Dinámicas en las Aulas | 74 |
| Figura 44: Planta de Dinámicas en el Aula..... | 75 |

RESUMEN

La etapa temprana de la vida de un niño es crucial para su desarrollo, ya que en este período se establecen las bases esenciales para su crecimiento cognitivo, emocional y social. Los entornos educativos desempeñan un papel muy importante al proporcionar el espacio físico y social donde los niños pueden explorar y aprender, por lo cual, es fundamental contar con un diseño apropiado de estos espacios para fomentar un aprendizaje óptimo y un desarrollo saludable. La iluminación, tanto natural como artificial, desempeña un papel clave en la creación de entornos educativos, y se ha comprobado que esta puede influir positiva o negativamente el proceso de aprendizaje.

Esta investigación se centra en el estudio del impacto lumínico y su relación con la arquitectura en espacios de aprendizaje de primera infancia, tomando como caso de estudio el Centro de Desarrollo Infantil (CDI) Cerro de las Luces en Itagüí. Su objetivo principal es evaluar la cantidad y calidad de la luz natural y artificial en el CDI Cerro de las Luces, así como su impacto en la experiencia de los niños que asisten al centro y en el rendimiento de los profesionales que trabajan en él. De esta manera, la investigación busca contribuir al diseño y la planificación de entornos educativos más adecuados y enriquecedores para los niños en sus primeros años de vida.

Palabras clave: Confort lumínico, iluminación natural, iluminación artificial, sensor, luxómetro...

ABSTRACT

The early stage of a child's life is crucial for their development, as it is during this period that the essential foundations for their cognitive, emotional, and social growth are established. Educational environments play a significant role in providing the physical and social space where children can explore and learn. Hence, having appropriate design in these spaces is essential to foster optimal learning and healthy development. Lighting, both natural and artificial, plays a key role in creating stimulating and healthy educational environments for children, and it has been shown to positively or negatively influence the learning process.

This research focuses on studying the impact of lighting and its relationship with architecture in early childhood learning spaces, with the child development facility (CDI) “Cerro de las Luces” in Itagüí serving as a case study. Its main objective is to evaluate the quantity and quality of natural and artificial light in CDI Cerro de las Luces, as well as its impact on the experience of the children attending the center and on the performance of the professionals working there. Thus, this research aims to contribute to the design and planning of more suitable and enriching educational environments for children in their early years of life.

Keywords: Lighting comfort, natural lighting, artificial lighting, sensor, luxometer...

INTRODUCCIÓN

El aula, como espacio de aprendizaje, es el lugar más importante de un centro infantil, ya que es allí donde se da el desarrollo cognitivo, emocional y social de los niños, y es donde pasan una cantidad significativa de tiempo al año y donde se llevan a cabo múltiples actividades educativas y de interacción social. Por esto, es en este contexto donde la iluminación adquiere una importancia central, ya que influye de manera directa en el bienestar y el rendimiento de los niños. Una adecuada iluminación no solo proporciona un ambiente cómodo y activo, sino que también promueve un entorno propicio para el aprendizaje, facilitando la concentración, la participación activa y el desarrollo de habilidades. Es por esta razón que comprender cómo la luz, tanto natural como artificial, impacta en la experiencia de los niños en el aula, es esencial para diseñar espacios educativos que satisfagan sus necesidades y promuevan su desarrollo integral.

Esta investigación se centra en explorar el papel de la iluminación en el aula de primera infancia, utilizando el Centro de Desarrollo Infantil (CDI) Cerro de las Luces en Itagüí como caso de estudio. El objetivo es examinar en profundidad la cantidad y calidad de luz que ingresa a las aulas, que elementos arquitectónicos interfieren y cómo esta afecta la experiencia de los niños en el aula, su bienestar emocional y su capacidad de aprendizaje, con la finalidad de contribuir al diseño y la planificación de espacios educativos más adecuados y enriquecedores para los niños en esta etapa crucial de su desarrollo.

MARCO INTRODUCTORIO

1. Antecedentes

Para esta investigación se cuenta con antecedentes propios de un estudio bioclimático que tuvo el diseño del CDI cerro de las luces previamente a su construcción. Uno de los propósitos de esta investigación es continuar y complementar este análisis.

A continuación, se presentan los datos más relevantes de dicho estudio para la investigación:

1.1 Métodos y Herramientas de Cálculo Usadas en la Etapa de Diseño

Algunos de los métodos y herramientas utilizados para el análisis de temas de iluminación en la etapa de diseño fueron:

1.1.1 Análisis de Asoleamiento.

Se realiza por medio de:

- Diagramas que evalúan la extensión de penetración del sol al interior del edificio.
- Elección de dos aulas típicas para mediciones en diferentes horas el día y en diferentes épocas del año.

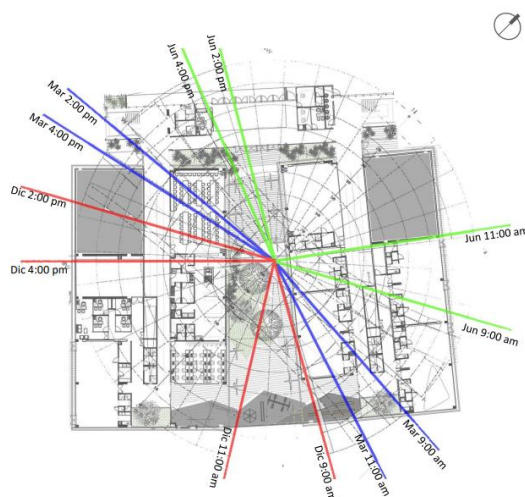


Figura 1

Diagrama de Asoleamiento Sobre el Proyecto, Nivel 1

Nota. Se evalúa la extensión de la penetración del sol dentro del edificio para determinar posibles intervenciones de mejoramiento para confort climático (Henríques Ardila, 2015).

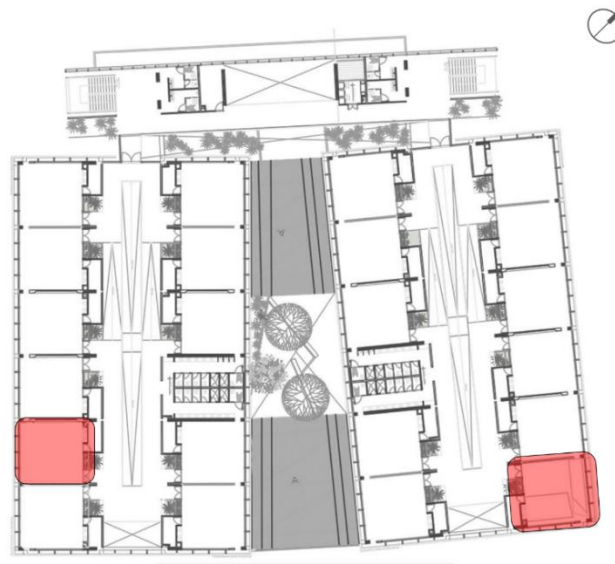


Figura 2

Espacios específicos de análisis de Asoleamiento

Nota. Las aulas del proyecto son espacios con características similares, por lo cual se toma un aula típica para el análisis del asoleamiento en la tarde y la otra para el análisis de asoleamiento en la mañana (Henríques Ardila, 2015).

1.1.2 Evaluación de Iluminación Natural

El análisis de la iluminación natural se realiza en las dos aulas seleccionadas, visibles en la figura 2, con características específicas como acabados interiores de color blanco y vidrios con diferentes niveles de transparencia en lucernarios y ventanas.

Un ejemplo de uno de los resultados fue el siguientes:

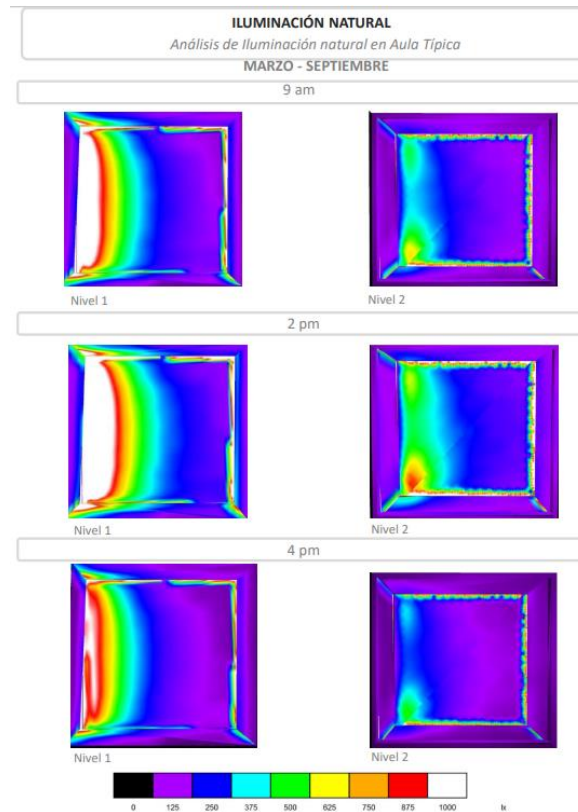


Figura 3

Análisis De Iluminación Natural En Aula Típica

Nota. Análisis de la iluminación natural en las aulas típicas de los dos niveles a diferentes horas del día (Henríques Ardila, 2015).

1.1.3 Estrategias para el Confort Higrotérmico y el Confort Visual

En el diseño del edificio, luego del análisis bioclimático de este, se sugirieron varias estrategias para el control de la radiación solar y el aprovechamiento de la iluminación natural.

Algunas de estas estrategias son:

1. Implementar el diseño de una doble piel con láminas perforadas separadas de la mampostería y ventanearía
2. Uso de techos inclinados orientados al sur-norte con cubiertas aisladas
3. Espacios zonificados de acuerdo con el nivel de iluminación natural

4. Uso de colores claros para acabados interiores
5. Uso de la iluminación cenital por medio de claraboyas, con vidrio de protección solar (Vidrios low-e)
6. Evitar el uso de fachadas de vidrio sobretodo en las orientaciones este- oeste

1.1.4 Caracterización de los Materiales

En la envolvente del edificio se emplean materiales como el Panel con Softwave 50 Hunter Douglas, vidrio Low-E laminado, y Panel Basic Cubierta ACH, entre otros. Dichos materiales son seleccionados teniendo en cuenta el control solar, la durabilidad, la transmisión de luz y calor, entre otras.

Al interior del edificio, se utilizan materiales como baldosas con grano pulido y placas de yeso Gyplac.

Como conclusión de este análisis bioclimático previo a la construcción del CDI Cerro de las luces, se podría decir que finalmente todas las recomendaciones dadas fueron acatadas por el diseñador. Por ejemplo, para la radiación se sugería proteger las paredes exteriores por medio de materiales tipo persianas o perforados, lo cual finalmente se hizo posible y lo vemos hoy en día en las fachadas del edificio con el uso de Software 50 de HunterDouglas.

2. Planteamiento del Problema

Actualmente, numerosas investigaciones han confirmado la relevancia de la iluminación en nuestras vidas, como se discute en el artículo de Lekan-Kehinde y Asojo (2021), gran parte de la funcionalidad humana está intrínsecamente ligada a la luz, ya que esta proporciona las capacidades visuales esenciales para nuestras actividades diarias, además de regular la temperatura corporal y mitigar diversos malestares potenciales. Cuando nos centramos en el impacto de la luz en el proceso de aprendizaje, descubrimos su papel fundamental, especialmente

en el caso de los niños, ya que es durante esta etapa que se produce un desarrollo significativo del aprendizaje.

Sin embargo, muchos diseños de infraestructuras educativas no consideran adecuadamente la interacción de la luz natural en la construcción, y, lo que es aún más crítico, no tienen en cuenta las necesidades específicas de los usuarios en función de las actividades que se llevarán a cabo en dichos espacios. Por lo tanto, resulta imperativo que los arquitectos tomen decisiones fundamentadas en la fase de diseño con el objetivo de crear un entorno que ofrezca las condiciones lumínicas más apropiadas y propicias para el proceso de aprendizaje. Esto cobra una relevancia aún mayor en el contexto actual, con la apertura de nuevos centros de desarrollo infantil en Colombia y la ampliación de cupos, como ocurrió recientemente en el CDI Cerro de las Luces; según el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) y la Alcaldía de Itagüí, se ha incrementado la cobertura para acoger a 120 nuevos niños este año (Alcaldía de Itagüí, 2023).

2.1 *Pregunta Problema*

¿Qué elementos arquitectónicos y/o materiales, influyen en el confort lumínico de los estudiantes en las aulas del CDI centro de las luces?

2.1.1 *Pregunta Complementaria 1.*

¿Los materiales tienen una buena incidencia en el confort lumínico al interior de las aulas? ¿Cómo reflejan la luz?

2.1.2 *Pregunta Complementaria 2.*

¿Cuáles son los comportamientos de los niños en respuesta a las condiciones lumínicas de las aulas? ¿Cuáles son sus preferencias?

3. Justificación

En la actualidad, numerosos estudios han validado la importancia de la iluminación natural en el diseño de edificios, dado que esta desempeña un papel fundamental en la creación de ambientes agradables que, a su vez, estimulan una mayor productividad y reducen los costos energéticos. Además, se ha demostrado que el entorno físico de aprendizaje influye directamente tanto en el bienestar físico como en el estado mental de los estudiantes. A modo de ejemplo, ya está verificado como la presencia de iluminación natural en los espacios, no solo mejora la salud de los usuarios, sino también su estado de ánimo y calidad del sueño (Kharvari & Rostami-Moez, 2021). Por esta razón, comprender en detalle esta interacción entre la luz natural y el espacio, contribuye de manera significativa no solo a mejorar la experiencia de los usuarios, sino también al diseño de edificios más eficientes (Kharvari & Rostami-Moez, 2021).

A pesar de estos avances, la mayoría de las investigaciones se han centrado en analizar edificios residenciales y oficinas, prestando una atención limitada a los edificios de educación, en particular, a los destinados a la primera infancia. Tal como señalaron Natía Giraldo, Fernando Oscar Ruttkay y Ariane Kuhnen en su artículo "Preferencias visuales de los niños en las aulas de educación infantil: un enfoque experimental" (2018), la escasez de investigaciones que examinen las preferencias ambientales de los niños resalta una brecha significativa en el diseño de los edificios destinados a la educación infantil.

Por lo tanto, es esencial destacar que la iluminación juega un papel crucial en el desarrollo de las capacidades cognitivas, visuales y conductuales de los niños, especialmente en el entorno de las aulas. Dado que los niños pasan más de 200 días al año en el jardín de infancia, y más del 50% de su tiempo se desarrolla en espacios interiores, resulta imperativo comprender sus

necesidades y el impacto del entorno del aula en su bienestar. Esto asegurará la creación de un ambiente que fomente su salud, comodidad y éxito en el proceso de aprendizaje.

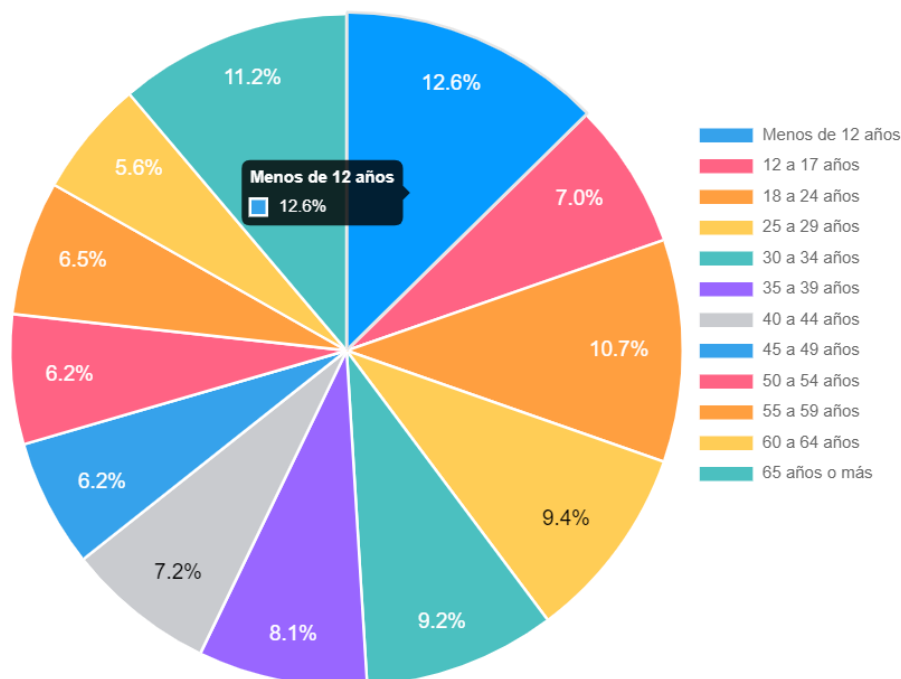


Figura 4

Población de Itagüí por edad para 2023

Nota. Gráfico de la población de Itagüí por edad de 2023, donde se aprecia como la mayoría de las personas son menores de 12 años. Telefónicas, T.-. E. (2023b, septiembre 14). Cuántos habitantes tiene Itagüí, Antioquia en 2023. Telencuestas. <https://telencuestas.com/censos-de-poblacion/colombia/2023/antioquia/itagui>

En la actualidad, en el municipio de Itagüí, según las proyecciones del DANE para el año 2023, el 12.6% de la población corresponde a niños menores de 12 años. Además, de acuerdo con la información proporcionada por el ICBF y la alcaldía de Itagüí, se han habilitado entre 100 y 120 nuevos cupos para niños en el Centro de Desarrollo Infantil (CDI) Cerro de las Luces en el mismo año. El Informe de Rendición de Cuentas de 2023 sobre primera infancia, infancia, adolescencia y juventud de la alcaldía de Itagüí muestra cómo en el año 2020, se amplió la

cobertura de cupos para niños y niñas de primera infancia, pasando de 1,202 a 2,092 cupos en los CDI (Alcaldía de Itagüí, 2023).

Estos datos resaltan el constante crecimiento de los centros de desarrollo infantil y cómo año tras año se abren más cupos para niños. Además, actualmente, el municipio de Itagüí está avanzando hacia la implementación de la jornada única, lo que implica que las guarderías y centros de desarrollo infantil extenderán sus horarios, permitiendo que los niños pasen más tiempo en estas instituciones. Este contexto subraya la importancia de la investigación propuesta, que se enfoca en el diseño arquitectónico y su influencia directa en el proceso de aprendizaje de los niños: influencia que se ejerce a través de la disposición de elementos arquitectónicos y la elección de materiales que recubren estos espacios.

4. Delimitación

La presente investigación se enfoca en el estudio de la iluminación en centros de desarrollo infantil (CDI) ubicados en el municipio de Itagüí, Colombia, con un enfoque específico en el CDI “Cerro de las luces”. Esta delimitación geográfica y específica se justifica por la necesidad de comprender de manera específica las condiciones de iluminación en un contexto cultural y geográfico particular, es decir, en el CDI “Cerro de las luces”, el cual fue seleccionado como caso de estudio ya que se contaba con todos los permisos necesarios para su acceso e investigación.

El análisis se centrará en evaluar tanto la iluminación natural como la artificial en los espacios interiores de este CDI, con una atención especial en 12 aulas de esta institución. Se abordarán factores como la cantidad de luz, la calidad de la luz, la disposición de ventanas, el diseño de la doble piel con la que cuenta el edificio y su impacto en la experiencia de los niños que asisten a este centro, así como en el rendimiento de los profesionales que trabajan en él.

Esta delimitación responde a la importancia crítica que tiene la iluminación en el desarrollo emocional, cognitivo y físico de los niños en esta etapa crucial de sus vidas (Vera Mazuelos, 2019) y permite obtener un conocimiento detallado y específico sobre la iluminación en este centro infantil concreto, proporcionando información relevante que contribuye a mejorar el diseño arquitectónico a futuro de estos centros de desarrollo y el bienestar de los niños en estos entornos.

5. Variables

En la investigación sobre el análisis lumínico del Centro de Desarrollo Infantil (CDI) "Cerro de las Luces", se identifican algunas variables claves que serán examinadas para comprender la calidad de la iluminación y su impacto en el bienestar de los niños, así como en el rendimiento de los profesionales que trabajan allí. Estas variables permiten tener una visión completa de la situación lumínica del CDI e identificar áreas por mejorar tanto en el diseño arquitectónico como en la gestión de la iluminación en este entorno de desarrollo infantil.

A continuación, se presentan las variables seleccionadas:

1. Niveles de Iluminación Natural: esta variable estudia la cantidad de luz natural que ingresa en las aulas del CDI a lo largo del día, considerando la orientación de las ventanas, el entorno circundante y la disposición del espacio.
2. Niveles de Iluminación Artificial: en esta variable se analiza la cantidad de luz artificial proporcionada en las aulas y su distribución.
3. Calidad de la Luz: esta variable se enfoca en la temperatura del color de la iluminación y su uniformidad, evaluando cómo estos aspectos inciden en la percepción visual y emocional de los niños al interior de las aulas de CDI.

4. Disposición de Ventanas: esta variable considera la ubicación y dimensiones de las ventanas, así como su relación con la orientación del edificio y su influencia en la entrada de luz natural.
5. Diseño de Doble Piel: esta variable evalúa el diseño de la doble piel del edificio, y su impacto en la entrada de la luz en las aulas, incluyendo el efecto que pueda tener el color de esta en la percepción visual de los niños.
6. Experiencia de los Niños: por medio de la observación, se examina la percepción y comodidad de los niños en relación con la iluminación del aula.
7. Percepción de Profesionales: esta variable analiza cómo los maestros perciben la iluminación, si es de su agrado o si de alguna u otra forma se están viendo afectadas por ella; en particular, a las maestras a cargo de las aulas.

6. Objetivo General

Evaluar los elementos arquitectónicos que influyen en la iluminación al interior de las aulas de CDI cerro de las luces, con el fin de conocer como estos afectan directamente el desarrollo de las actividades y el aprendizaje de los niños al interior de las aulas.

7. Objetivos Específicos

1. Medir las condiciones lumínicas reales al interior de las aulas.
2. Comparar las condiciones lumínicas reales con las esperadas en la etapa de diseño.
3. Examinar los comportamientos que se generan en respuesta al confort lumínico en las aulas.

MARCO CONTEXTUAL

1. Contexto de los Centros de Desarrollo Infantil (CDI)

Los Centros de Desarrollo Infantil (CDI) representan instituciones clave en la prestación de servicios destinados a garantizar la educación inicial y la nutrición de niños y niñas menores de 5 años en Colombia. Estos centros operan durante 8 horas diarias, cinco días a la semana, y brindan sus servicios de forma gratuita (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2021). Aunque la cobertura de los CDI es a nivel nacional, se observa una priorización en las zonas urbanas.

2. Contexto Específico del CDI "Cerro de las Luces"

2.1 Contexto Geográfico Espacial

La presente investigación se centra en el Centro de Desarrollo Infantil (CDI) "Cerro de las Luces", situado en el municipio de Itagüí, específicamente en el sector del Centro de la Moda en el barrio Santa María (El Guayabo). Esta ubicación estratégica proporciona proximidad a los barrios circundantes, lo que resulta en una mayor ocupación y, consecuentemente, en la reducción de los desplazamientos que previamente se experimentaban hasta 500 metros para los barrios adyacentes (Henríques Ardila, 2015).



Figura 5

Planta Urbana CDI Cerro de Las Luces

Nota. Henríques Árdila, V. H. (2015). Planta Urbana CDI Cerro de Las Luces.

El edificio del CDI "Cerro de las Luces" ha sido diseñado con un programa arquitectónico integral, que incluye 31 salones, áreas recreativas, cocina, comedor, salón de baile, turco, sauna, piscina semiolímpica, enfermería, así como espacios destinados a funciones administrativas, entre otros. La superficie total construida abarca un área de 5,211 metros cuadrados.

2.2 Consideraciones Climáticas

Itagüí cuenta con una temperatura promedio que va desde los 17° C a 22°C y según varias encuestas de puntuación de turismo realizadas por la página Weather Spark, las mejores épocas en cuanto a temperatura van desde julio a diciembre (Weather Spark, s. f.).

En relación con los datos climáticos más relevantes para la investigación extraídos de los archivos climáticos de Medellín, tomados del IDEAM (IDEAM - IDEAM, s. f.), se destacan los siguientes:

- Rango de temperatura: En promedio, a lo largo del año la temporada más baja registrada se encuentra entre los 10° y los 15°, la más alta está entre 30°, siendo 33° la temperatura más alta registrada. Las temperaturas más frecuentes van desde los 14° hasta los 27°, siendo la media anual 19°. Enero destaca como el mes con temperaturas más bajas y junio se posiciona como el mes más caliente, siendo su temperatura más alta 33°.

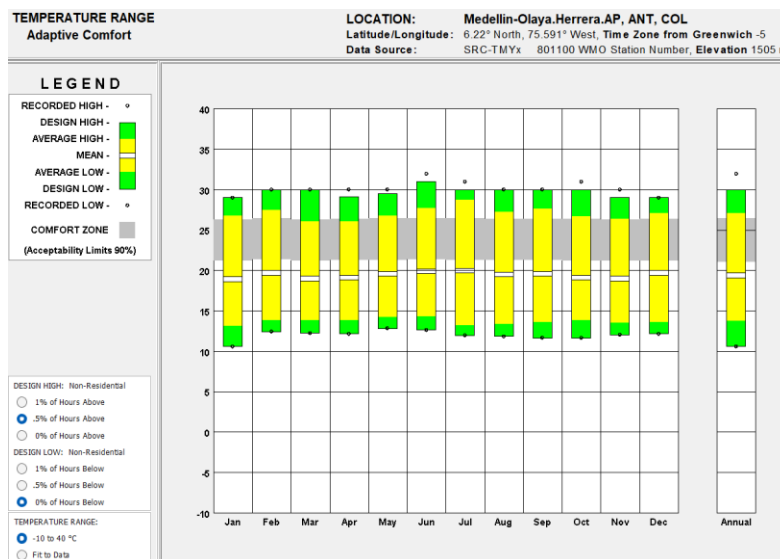


Figura 6

Rango de Temperatura en la ciudad de Medellín

Nota. En la imagen se muestra el promedio de temperatura en la ciudad de Medellín, mostrándose en verde las temperaturas más altas y bajas registradas, y en amarillo las temperaturas más frecuentes. Cabe destacar que la franja gris muestra la zona de confort de temperatura. *Temperature Range.* (2021). IDEAM.

- Rango de Iluminación: En un promedio anual, la iluminación directa más baja es de 10500 luxes y la más alta de 50100 luxes, y la media de 30100 luxes aproximadamente. Con respecto a la iluminación horizontal global anual (en superficie horizontal) tiene en promedio luxes que van desde los 10600 a los 70900, siendo 40700 el promedio de luxes correspondientes a este tipo de iluminación. Por otro lado, la iluminación global horizontal más alta registrada fue en los meses de agosto y septiembre con 190000 luxes y la más baja en el mes de septiembre. La iluminación directa más alta ha sido registrada en el mes de enero y la más baja durante los meses entre abril y junio, agosto y diciembre.

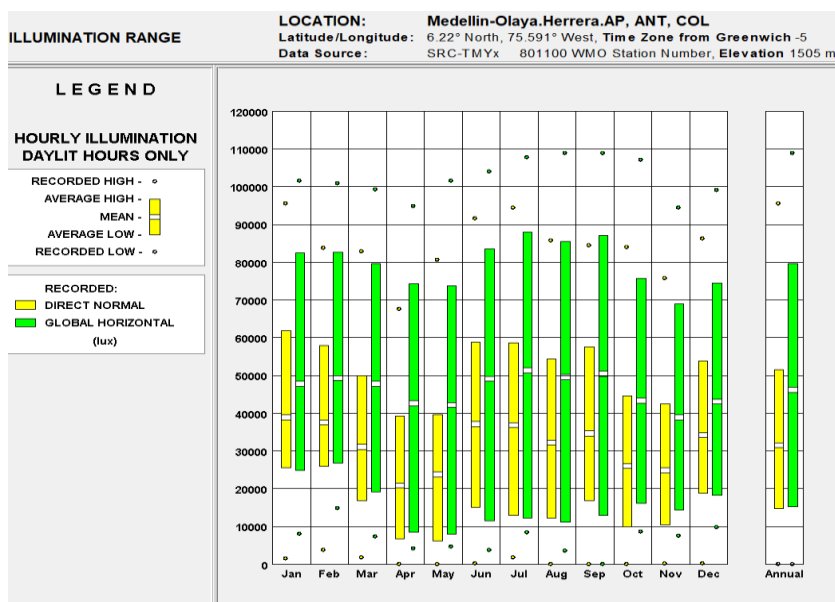


Figura 7

Rango de Iluminación en la ciudad de Medellín.

Nota. En la imagen se muestra el promedio de la iluminación en la ciudad de Medellín, mostrándose en verde la iluminación global horizontal y en amarillo la iluminación directa. Cabe destacar que la franja blanca muestra la media mensual y anual. *Illumination Range.* (2021).

IDEAM.

- Rango de Nubosidad: A lo largo del año la nubosidad muestra una variación mínima en la ciudad de Medellín. En un promedio anual, esta es de 82% y ha llegado hasta el 100% en la mayoría de los meses. Los meses más despejados son enero, julio y octubre y el mes de diciembre se posiciona con el cielo más despejado registrado.

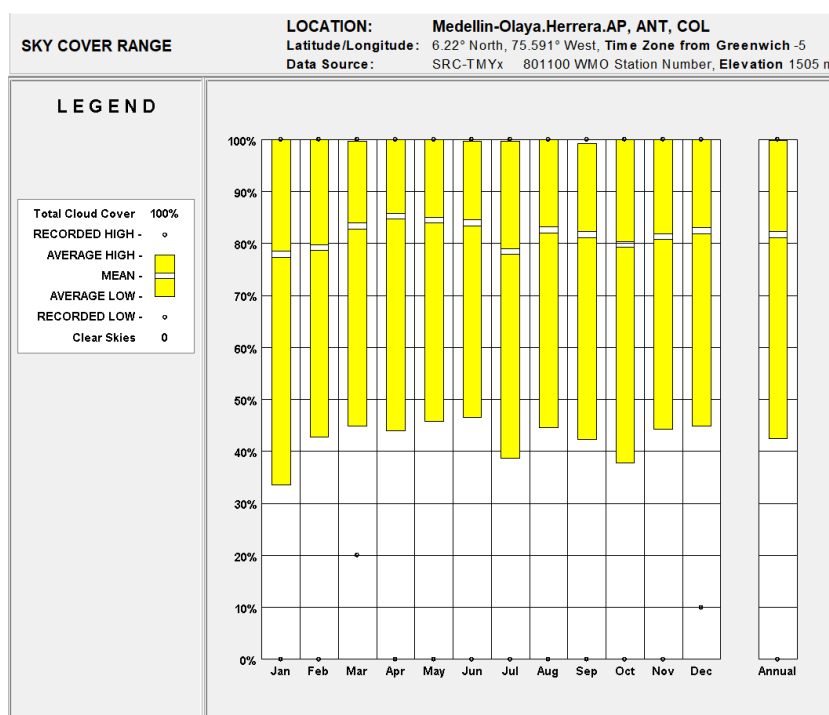


Figura 8

Rango de Nubosidad en la ciudad de Medellín.

Nota. En la imagen se muestra el promedio de nubosidad en la ciudad de Medellín, mostrándose en amarillo las medidas promedio y en círculo los registros más altos y bajos capturados. Cabe

destacar que la franja blanca muestra la media mensual y anual. *Sky Cover Range*. (2021).

IDEAM.

2.3 Contexto Social, Económico y Cultural

La construcción del Centro de Desarrollo Infantil (CDI) Cerro de las Luces se inicia en el año 2015 como respuesta a la necesidad imperante de proporcionar un espacio educativo y de cuidado para la comunidad de diversas comunas del nordeste del municipio de Itagüí. Este incluye las comunas 4 y 5, así como las veredas Los Gómez y El Ajizal. Su objetivo trasciende el servicio directo a esta comunidad, aspirando a convertirse en un referente metropolitano de pedagogía plasmada en su arquitectura (Henríques Ardila, 2015).

El proyecto de construcción cuenta con una inversión inicial de 30 mil millones de pesos y se desarrolla en un terreno de 36 mil metros cuadrados. En la actualidad, el CDI Cerro de las Luces se ha consolidado como el centro de desarrollo infantil más grande de Colombia, brindando atención a aproximadamente 600 niños en edades comprendidas entre los seis meses y los 5 años. Además, en la zona norte del edificio se encuentra el "Hogar de los Recuerdos", dedicado a actividades lúdicas y recreativas para adultos mayores, con una capacidad para albergar a mil personas.

En concordancia con enfoques programáticos como "De Cero a Siempre", el CDI Cerro de las Luces prioriza su atención en niños provenientes de hogares de bajos recursos, especialmente de estratos 1 y 2. Esto se hace con la finalidad de potenciar el aprendizaje durante la etapa de la vida en la cual se registra una mayor retención de información.

2.4 Contexto Normativo

En la actualidad, en Colombia, existen diversas leyes que amparan los derechos de la primera infancia, siendo una de las más destacadas la Ley 1098 de 2006, también conocida como

"Código de la Infancia y la Adolescencia". Esta ley establece principios y derechos fundamentales para los niños, niñas y adolescentes colombianos, orientados hacia su desarrollo integral. Aunque su enfoque no se centra exclusivamente en la educación infantil, contempla normas que respaldan la atención primordial de los niños y reconoce la educación como un derecho fundamental, del cual el Estado está obligado a garantizar el acceso, permanencia y calidad (CONGRESO DE LA REPÚBLICA, 2016).

Adicionalmente, en el año 2011, el Gobierno Nacional implementa la estrategia "De Cero a Siempre", dirigida específicamente a la primera infancia. Esta iniciativa busca transformar la vida de niños y niñas, principalmente en condiciones de pobreza, mediante el fomento de ambientes saludables (Ministerio de Salud y Protección Social, 2011). La estrategia se materializa a través de acciones que aseguran entornos con condiciones humanas, sociales y materiales propicios para el desarrollo infantil.

El artículo 5 de la Ley 1804 de 2016 sobre educación inicial reafirma el derecho de niños y niñas menores de seis años a recibir educación a través de un proceso educativo y pedagógico intencional, permanente y estructurado. Nuevamente, en el artículo 13 de esta misma ley se aclara como el ministerio de educación debe implementar programas para la educación inicial, supliendo el derecho fundamental de los niños colombianos, siguiendo con el marco político para el desarrollo integral de primera infancia "de cero a siempre", mencionado anteriormente. Algo muy importante mencionado en el texto, es como el ministerio de educación nacional está obligado a definir una línea técnica para la educación inicial por medio de referentes pedagógicos y metodológicos. (CONGRESO DE LA REPÚBLICA, 2016).

En el contexto del CDI Cerro de las Luces, el plan pedagógico es elaborado por la corporación de profesionales asesores, Corpoases, fundada el 6 de febrero de 2009. Esta entidad

se destaca por llevar a cabo acciones educativas y reeducativas dirigidas a la población de primera infancia, adolescencia y juventud, focalizándose en la salud física y mental. Las actividades pedagógicas se centran en los intereses de los niños y sus familias, promoviendo un desarrollo integral mediante prácticas que fomentan la atención, el respeto y la participación de niños, niñas y sus familias. Estas experiencias pedagógicas deben orientarse hacia la inclusión y equidad, reconociendo diversos aspectos, desde la diversidad étnica y cultural hasta las características socioeconómicas de los contextos en los que viven los niños y niñas.

En el caso específico del CDI Cerro de las Luces, la propuesta pedagógica sitúa al menor como protagonista de su proceso de desarrollo. A través de acciones como el juego, los niños aprenden a reconocer su contexto y su cultura. El aula se concibe como un laboratorio donde los niños exploran y se relacionan, siendo el docente un facilitador que presenta situaciones desafiantes para que los niños utilicen los recursos disponibles en la resolución de problemas. A medida que avanzan en edad, por ejemplo, de 2 a 3 años son considerados exploradores, y de 4 a 5 años, constructores. Estas fases conllevan cambios en las actividades propuestas por los docentes, promoviendo así el desarrollo cognitivo, emocional y racional de los niños.

En paralelo, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) subraya la importancia de priorizar la luz natural sobre la artificial en los establecimientos educativos, proponiendo sistemas de control de iluminación con horarios, por ejemplo, mediante el uso de sensores. Asimismo, se destaca la necesidad de cumplir con el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado (RETILAP).

| Área | Em (lx) | Uo (%) | UGR | VEEI** | Ev (lx) | Uov (%) |
|---|---------|--------|-----|--------|---------|---------|
| Aula tipo | 500 | 50 | 19 | 4 | | |
| Tablero aula y/o laboratorio | | | | | 500 | 50 |
| Laboratorio | 500 | 50 | 19 | 4 | | |
| Baños | 150 | 50 | 25 | 4,5 | | |
| Circulaciones | 100 | 50 | 28 | 4.5 | | |
| Oficinas | 500 | 50 | 19 | 3,5 | | |
| Talleres* | 500 | 50 | 22 | 4,5 | | |
| Biblioteca | 500 | 50 | 19 | 6 | | |
| Cocina | 300 | 50 | 25 | 5 | | |
| Aula múltiple | 500 | 50 | 19 | 4 | | |
| * Talleres de ensamble, trabajo intermedio. | | | | | | |
| ** W/m ² /100 lx | | | | | | |

Figura 9

Parámetros fotométricos RETILAP

Nota. Planeamiento y diseño de instalaciones y ambientes escolares. (2020). Ministerio de Educación. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-355996_recurso_10.pdf

Adicionalmente, en el texto se resalta que el diseñador debe tener en cuenta que el índice de reproducción de color (IRC) no debe ser inferior al 80%, y este se debe combinar con una temperatura de color adecuada que oscile entre los 4000 K y los 6500 K. Posteriormente, se profundiza en la normativa referente a las aperturas en las aulas especificada en esta normativa.

Existen otras normativas que respaldan la educación infantil en Colombia, como la Ley 1376 de 2012, el Decreto 80 de 2020 y el Decreto 2737 de 1989, las cuales se abordan en el transcurso de la investigación.

MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

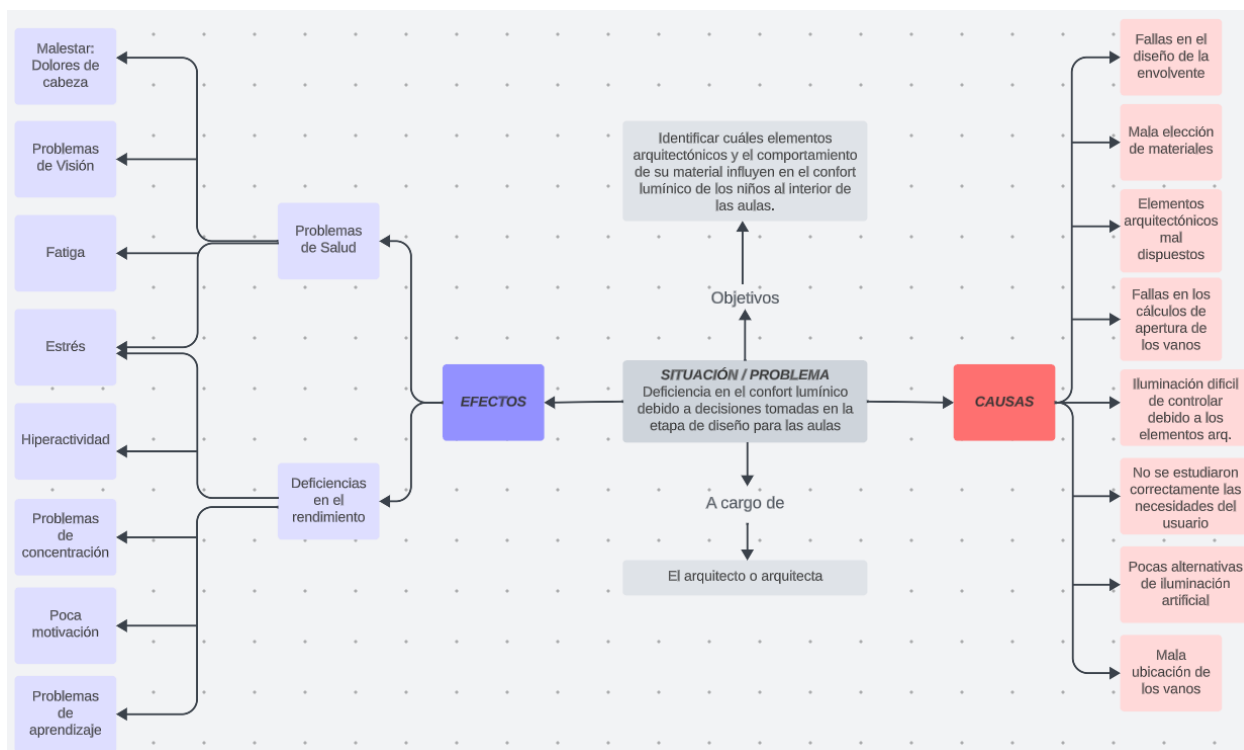


Figura 10

Mapa Conceptual sobre los efectos y las causas de la problemática

Nota. El mapa plantea los conceptos a desarrollar en la investigación, que respaldan la situación problema en torno a deficiencias en el confort lumínico de las aulas, debido a fallas en el diseño arquitectónico.

El confort lumínico en el entorno educativo, en este caso, en el CDI Cerro de las Luces, constituye un elemento esencial para el bienestar y rendimiento de sus usuarios, tanto en el ámbito académico como profesional. La interacción directa de los usuarios con los sistemas de iluminación natural se erige como un factor crucial que no solo incide en la eficiencia energética de los edificios, sino también en el nivel de confort experimentado por los usuarios (Kharvari & Rostami-Moez, 2021). En este contexto, autores como Xue Meng (2023) recomiendan la consideración de las preferencias de los usuarios desde las etapas iniciales del diseño,

reconociendo que una comprensión adecuada del sistema de iluminación natural no solo contribuye a la eficiencia de los edificios, sino también a la creación de ambientes más confortables.

El déficit en el confort lumínico, según investigaciones como la de Joines (2015), puede manifestarse en síntomas fisiológicos adversos, como visión borrosa, ojos secos y dolores de cabeza, afectando negativamente la productividad y bienestar de los usuarios; de esta manera, se resalta la importancia del diseño cuidadoso de la iluminación de un edificio. En el estudio de Kharvari y Rostami-Moez (2021), se pone la iluminación como un elemento crucial para la satisfacción de los usuarios, y afirman que el diseño de iluminación debe ajustarse a las preferencias y necesidades reales de los usuarios para asegurar un mejor rendimiento en sus actividades diarias.

La calidad ambiental en las aulas se presenta como un factor clave en el aprendizaje y bienestar de los estudiantes, especialmente considerando que pasan más del 30% de su tiempo en estos espacios (Fakhari et al., 2021). La mejora del confort visual, según las investigaciones, impacta positivamente en la percepción térmica de los usuarios, sugiriendo que un diseño de iluminación adecuado no solo previene problemas de salud y mejora el rendimiento académico, sino que también contribuye a una mayor comodidad térmica (Fakhari et al., 2021). Sin embargo, el exceso de iluminancia puede resultar en malestar y deslumbramiento, resaltando la importancia de equilibrar adecuadamente la cantidad de luz en un espacio (Kim y Koga, 2005; Osterhaus, 2005).

Hoy en día, existen diversas alternativas de diseño para mejorar el confort interior y la eficiencia energética de los edificios. La doble piel, una de las opciones más conocidas, consiste en fachadas permeables que mejoran el comportamiento climático de los edificios. Ya se ha

comprobado que estos sistemas de persianas pueden generar en gran medida ahorros de energía, además, si se considera la geometría y forma de estos, se puede redirigir la luz solar hacia el fondo del espacio, distribuyéndola y mejorándola (Michael & Heracleous, 2017). Sin embargo, es importante tener en cuenta que factores como el tamaño, la rotación, el color, entre otros, de estos paneles puede afectar la eficacia de estos sistemas. En el caso del CDI cerro de las luces, donde se implementa este sistema, será relevante explorar cómo el color de la fachada microperforada afecta la percepción visual de los niños en el desarrollo de la investigación.

Otro punto importante para abordar en este marco conceptual son las formas de iluminación. Los sistemas de iluminación natural pueden implementarse de dos maneras: por iluminación cenital, distribuyendo la luz natural desde el techo, y por iluminación lateral, distribuyéndola desde las fachadas del espacio. Sin embargo, en el caso del CDI Cerro de las Luces, donde ambas estrategias se emplean en el diseño, surge la pregunta sobre si esta combinación genera deslumbramiento. Estas interrogantes serán objeto de estudio en el desarrollo de la investigación, y, como plantean, Winterbottom y Wilkins (2009) en su artículo, frente a estos temas de confort visual se genera la imperante necesidad de evaluaciones objetivas de los niveles de iluminación, sugiriendo para el caso de educación, que, si los maestros pudieran medir los niveles de lux en lugar de depender solo de la intuición, sería más probable lograr una iluminación más adecuada en las aulas.

Explorando las preferencias de los niños, estudios desde la década de 1950 hasta la actualidad han resaltado la influencia positiva de las ventanas y la luz natural en su atracción hacia los espacios educativos (Collins, 1976; Stewart, 1981). La iluminación requerida en un espacio depende de diversos factores, incluyendo la presencia de usuarios, las actividades realizadas y su duración (Michael & Heracleous, 2017). Y, por ejemplo, en una investigación

más reciente, como la de Kharvari y Rostami-Moez (2021), se revela que los estudiantes cercanos a las ventanas tienden a depender menos de la iluminación artificial, indicando que los niveles de iluminación en sus lugares de trabajo son más eficientes.

En conclusión, con este marco conceptual podemos observar todos los temas en torno a los cuales gira la investigación, como la iluminación natural, la iluminación artificial, la calidad de la luz, el diseño de iluminación, entre otros. Y serán estos los que ayuden a que se dé una comprensión integral de los resultados de la investigación.

MARCO METODOLÓGICO

El diseño de la metodología de esta investigación tiene como objetivo proporcionar una serie de actividades a realizar para obtener un análisis completo de las condiciones lumínicas actuales de Centro de Desarrollo Infantil (CDI) “Cerro de las Luces” y cumplir con los objetivos propuestos anteriormente. Además, se busca comparar dichas condiciones con las esperadas en el estudio bioclimático previo a la construcción de la institución y evaluar todos los factores que pueden influir en el confort lumínico de maestros y niños, como los materiales, el color, disposición de las ventanas, entre otras.

A continuación, se presenta la descripción detallada de las actividades e instrumentos que se emplearán en la investigación.

1. Diseño de la Investigación

Se emplea un enfoque de investigación mixta, que combina métodos cuantitativos y cualitativos para obtener una comprensión global de la iluminación en el CDI "Cerro de las Luces". El diseño de la investigación consta de las siguientes fases:

1. Recopilación de Datos Preliminares: Revisión de los documentos disponibles para entender el diseño bioclimático del edificio y las características de su construcción. Esto por medio de la planimetría y especificaciones arquitectónicas originales del CDI.
2. Medición de las Condiciones Lumínicas Reales: Este paso es fundamental, ya que permite comparar los resultados que se prevén en el diseño bioclimático con las condiciones reales. Esto a través de la instalación de sensores de luz en 12 aulas del CDI, seleccionadas específicamente de acuerdo con las condiciones de orientación y

condiciones circundantes que presente, midiendo tanto sus niveles de iluminación natural, como artificial.

El registro de los datos se da durante un período de tiempo continuo de 2 a 3 semanas para capturar variaciones diurnas y estacionales. Los resultados de los 2 bloques se analizan por separado, ya que teniendo en cuenta que el entorno circundante de estos tiene una gran diferencia, se busca analizar como este influye de igual manera en el ingreso de luz a las aulas.

3. Evaluación de Materiales: se hace un análisis de los materiales utilizados en las áreas de estudio (aulas), centrándose en su capacidad para reflejar y dispersar la luz. Además, se evalúa cómo los colores de los materiales influyen en la percepción de la luz en el interior.
4. Evaluación del Comportamiento de Maestras y Niños: Por medio de una serie de cuestionarios, se hace una evaluación a las maestras sobre su percepción de las condiciones lumínicas y su impacto en el bienestar y desempeño de los niños. Cabe mencionar, que en la investigación se tiene un gran desafío metodológico frente a la difícil comunicación entre el investigador (estudiante universitario) y el niño (menor a los 4 años), ya que obtener opiniones desde su propia experiencia es casi imposible por su corta edad; es por esto por lo que se opta por acudir a las maestras. Sin embargo, asegurar un buen análisis del comportamiento de los niños es esencial. Es por esto por lo que se hace un proceso de observación detallado del comportamiento de los niños en diversas situaciones de iluminación (AM y PM), registrando sus niveles de participación, concentración y comportamiento general. Ver sus acciones, su estado de ánimo, sus

preferencias al interior del aula y analizar si hay deficiencias visuales en alguno de ellos, como el uso de lentes.

5. **Análisis de Datos:** Posterior a retirar los sensores de las aulas, se hace un análisis estadístico de los datos recopilados a través de estos y los cuestionarios. Se comparan estos con los datos del diseño bioclimático del edificio y se hace una interpretación de los hallazgos que, junto al análisis cualitativo de la observación del comportamiento de los niños, permite sacar una serie de conclusiones para la investigación.

Nota: la investigación se da gracias a la obtención del consentimiento informado de la institución, de las maestras y de los padres de los niños involucrados.

2. Instrumentos

Para la investigación se utilizan diversos instrumentos para la recolección de datos y la evaluación de las condiciones lumínicas en el entorno escolar. La combinación de datos objetivos y subjetivos permite una evaluación integral y completa del confort lumínico que viven los niños y los profesionales que trabajan en el CDI; además, proporciona información valiosa para futuras mejoras en el diseño arquitectónico y en la gestión de la iluminación en este entorno de desarrollo infantil.

A continuación, se detallan cada uno de ellos:

1. **Cuestionarios para Maestras:** en base a que el usuario principal en esta investigación son niños menores a 4 años, se dificulta mucho la obtención de opiniones desde su propia experiencia, es por esto por lo que se diseñaron cuestionarios estructurados para las maestras a cargo de cada aula a analizar. Estos cuestionarios recopilan información subjetiva sobre la percepción del confort lumínico en las aulas.

2. Luxómetro: Para la medición in situ es necesario un dispositivo especializado para medir la intensidad de la luz en luxes. Esto permite obtener datos objetivos sobre los niveles de iluminación natural y artificial en las aulas en diferentes momentos del día y en diversas áreas del espacio.
3. Sensores: Al igual que en el anterior, para la medición in situ es necesario un sensor que registre de manera más prolongada la iluminación en las aulas a diferentes horas del día y bajo condiciones climáticas cambiantes.
4. Observación en Sitio: La observación en sitio permite un análisis detallado de cómo se comportan los niños en respuesta a las condiciones lumínicas en diferentes momentos del día y en diversas situaciones de aprendizaje. Para esto, se tienen en cuenta datos sobre su participación, concentración y comportamiento general.
5. Registro Fotográfico y Audiovisual: Se utilizan cámaras para registrar visualmente el ambiente lumínico en las aulas y las reacciones de los niños. Estos registros proporcionan datos visuales que complementan la información recopilada a través de los instrumentos descritos anteriormente.

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Medición de las Condiciones Lumínicas Reales en las Aulas

En respuesta al primer objetivo de esta investigación, se delinean una serie de actividades para su ejecución. A continuación, se detallan cada una de ellas, junto con los instrumentos necesarios para su implementación:

1.1 *Visita a las Instalaciones y Mediciones In Situ*

Durante la primera visita a la institución educativa, se realiza un recorrido exhaustivo para observar todos los elementos que pueden influir en el confort visual, tanto en el entorno exterior como en el interior. A partir de este recorrido inicial, se seleccionan estratégicamente 12 aulas con diversas condiciones que pueden afectar la iluminación interna, además de un espacio exterior para medir las condiciones climáticas reales del lugar. Los criterios para la elección de las aulas incluyen:

- Disposición en el edificio (primer o segundo nivel)
- Orientación del aula (fachada hacia el este o hacia el oeste)
- Contexto exterior (preexistencias colindantes)
- Si cuenta con una o dos fachadas
- Fachada hacia el interior o hacia el exterior del edificio

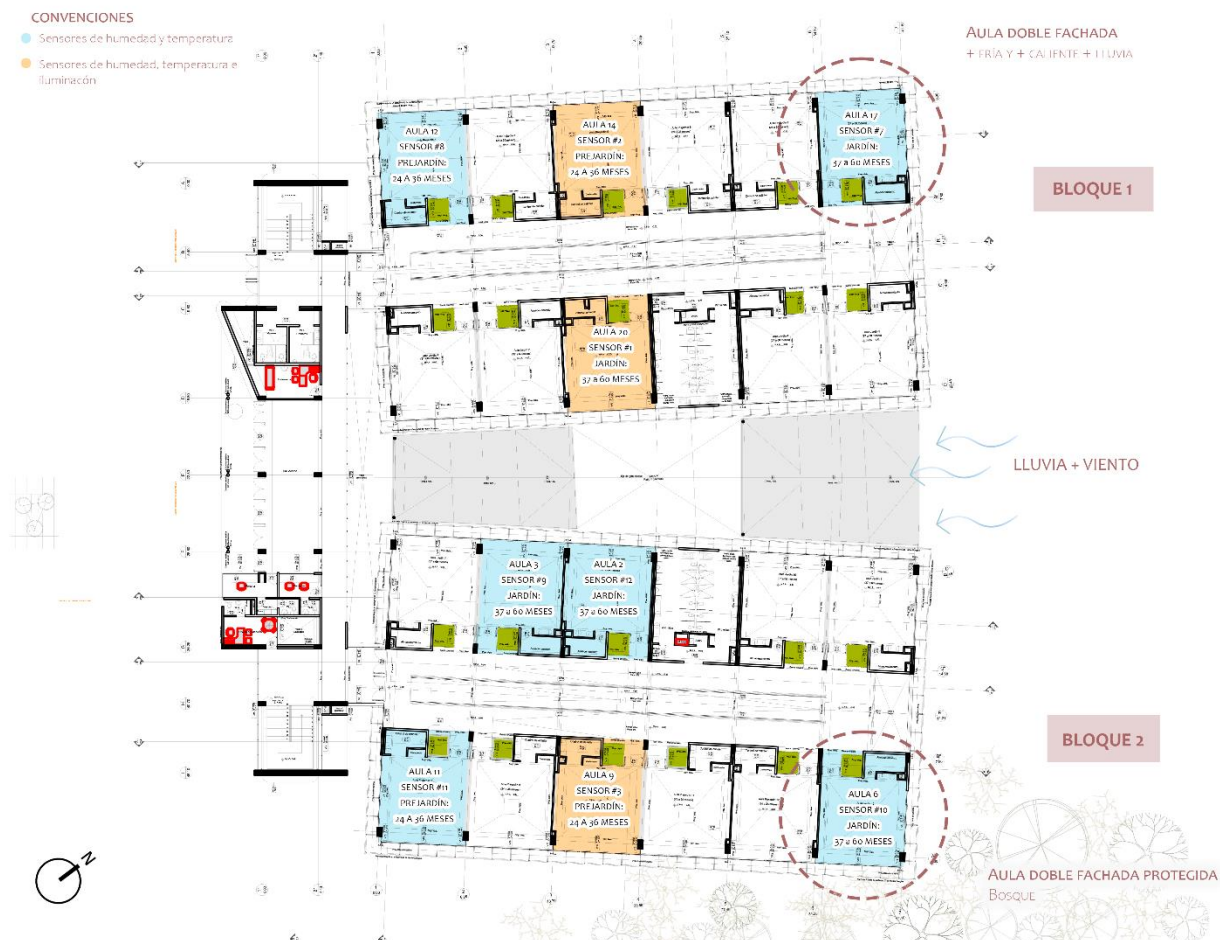


Figura 11

Planta arquitectónica del nivel 2 con las aulas seleccionadas y sus condiciones

Nota. En esta imagen se observan las aulas elegidas del nivel dos del CDI, con sus diversas condicionantes, como lo es el bosque, las dobles fachadas, entre otras. Se muestran las aulas seleccionadas y de color amarillo los sensores que miden iluminación.

Es importante destacar que durante el recorrido no se identificaron modificaciones en los elementos arquitectónicos según la planimetría.

Luego de seleccionar las aulas, se colocan sensores que registran la humedad y temperatura, y en cuatro casos, la iluminación en estas aulas. Estos dispositivos registran datos

cada 10 minutos durante un período de 3 semanas. Al final del período, se calculan promedios de estos factores en las diferentes aulas.

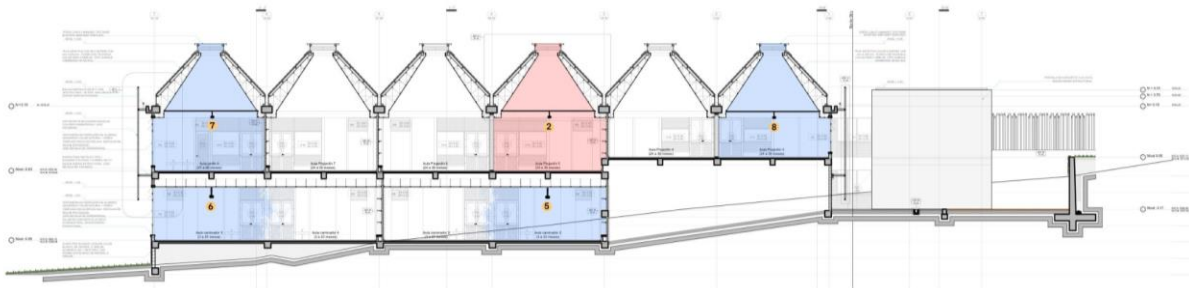


Figura 12

Sección F-F' del CDI Cerro de Las Luces

Nota. En la imagen se observan 5 de las aulas seleccionadas con los sensores dispuestos en ellas.

La elaboración de esta imagen se realizó en un trabajo de campo en conjunto.

Para la instalación de los sensores, se garantiza que estén ubicados en un punto medio del aula, ya que este proporciona resultados más precisos sobre las condiciones lumínicas. Colocar los sensores cerca de una pared podría verse afectado por el comportamiento del material, y ubicarlos en un punto expuesto a luz directa podría distorsionar significativamente los resultados.

A continuación, se adjuntan las fotografías de la instalación de sensores en algunas de las aulas seleccionadas:



Figura 13

Sala 23. Gateadores

Nota. En la imagen se observa la instalación del sensor número 4 en la sala de gateadores (Niños de 12 a 18 meses). El sensor se fija en la mitad del aula con nylon y ganchos, a una altura de 2.2 m. Este sensor mide temperatura, humedad e iluminación.



Figura 14

Sala 14. Niños de 4 años

Nota. En la imagen se observa la instalación del sensor número 2 en la sala número 14, de niños de 4 años. El sensor se fija en la mitad del aula con nylon y ganchos, a una altura de 2.35 m. Este sensor mide temperatura, humedad e iluminación.

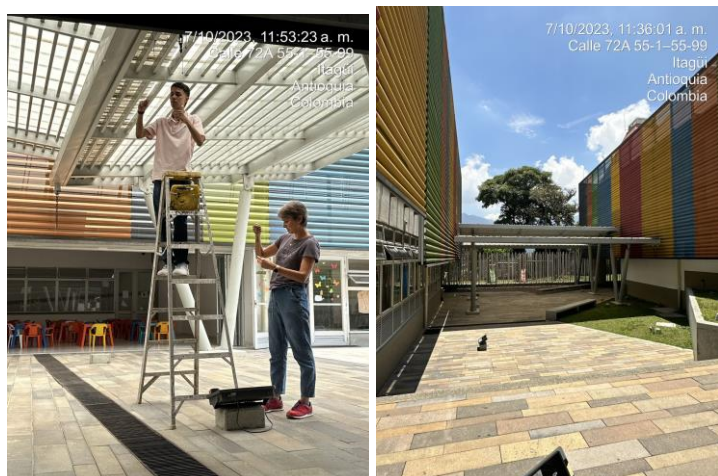


Figura 15

Sensor Exterior

Nota. En la imagen se observa la instalación del sensor número 13 en el exterior. El sensor se fija en la mitad del patio central, bajo la pérgola con nylon y ganchos, a una altura de 2.2 m. Este sensor mide temperatura y humedad.

1.2 Resultados Obtenidos en la Medición In Situ

1.2.1 Resultados de Luxómetro.

Las mediciones con luxómetro se realizan durante la jornada escolar del día 19 de octubre de 2023, tanto en espacios interiores como aulas, como en espacios exteriores para juego, descanso o simplemente circulaciones. Como se observa en las imágenes, en horas de la tarde la cantidad de luz puede ser muy alta o baja dependiendo de la zona, en el área central, bajo la cubierta plástica que une ambos bloques, la iluminación corresponde a 1.884 luxes, mientras que en la zona cercana a los pasillos la iluminación desciende hasta los 163 luxes. Sin embargo, se puede notar una gran diferencia al interior del proyecto, ya que en las circulaciones de los pasillos la iluminación es mínima; siendo 45 luxes en el corredor del ala a, y tan solo 6 luxes en el corredor del ala b.

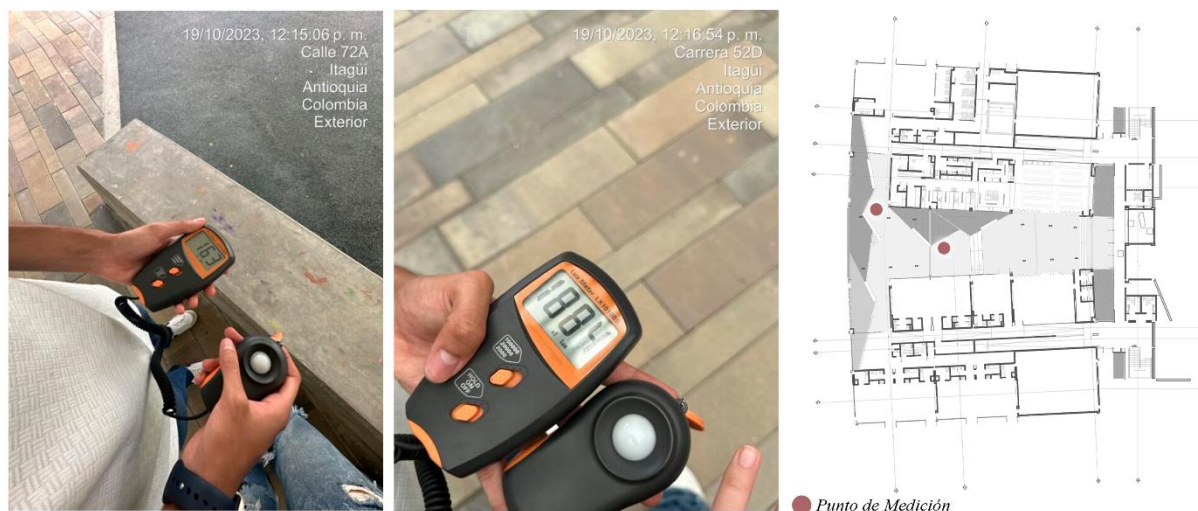


Figura 16

Mediciones Exteriores con Luxómetro

Nota. En la imagen se observa la cantidad de luz medida en luxes en horas de la tarde en áreas exteriores del proyecto. En este caso en el vacío central y cerca a los pasillos.



Figura 17

Resultados de Luxómetro en Corredores

Nota. En la imagen se observa la cantidad de luz medida en luxes en horas de la tarde en áreas de circulación del proyecto. En este caso en el corredor del ala a y b.

Para el caso de las aulas, la medición se realiza tanto en la mañana como en la tarde, notándose en los resultados como la iluminación aumenta en el centro de las aulas que cuentan con lucernario, incluso más que al lado de las ventanas como se observa en la figura 18, en horas de la mañana.



Figura 18

Resultados de Luxómetro en Sala 11

Nota. En la imagen se observa la cantidad de luz medida en luxes en horas de la mañana y tarde en el aula 11.

Las aulas ubicadas hacia el centro del proyecto, en especial las que se encuentran en el primer nivel reciben muy poca luz a lo largo del día.



Figura 19

Resultados de Luxómetro en Sala 23

Nota. En la imagen se observa la cantidad de luz medida en luxes en horas de la mañana y tarde en el aula 23.

| RESULTADOS MEDICIONES IN SITU CON LUXOMETRO- 19 de octubre | | | | | | | |
|--|---------|--------------------|-------------|--------------|-------------|------------------|-----------------|
| BLOQUE | NIVEL | TIPO DE FACHADA | NOMBRE AULA | MAÑANA (Lux) | TARDE (Lux) | LUCES ENCENDIDAS | |
| | | | | | | MAÑANA | TARDE |
| BLOQUE 1 | NIVEL 1 | Fachada a Interior | Sala 23 | 122.43 | 105.67 | No | No |
| | | Doble Fachada | Sala 26 | 443.13 | 923.89 | No | No |
| | | | Sala 27 | 532.40 | 293.25 | No | No |
| | NIVEL 2 | Fachada a Exterior | Sala 14 | 200.80 | 206.33 | No | No |
| | | Fachada a Interior | Sala 20 | 281.17 | 320.00 | No | No |
| | | Doble Fachada | Sala 12 | 447.00 | 253.50 | SI | No |
| Sala 17 | 425.67 | | 379.00 | No | No | | |
| BLOQUE 2 | NIVEL 2 | Fachada a Exterior | Sala 9 | 326.33 | 350.67 | No | No |
| | | Fachada a Interior | Sala 2 | 134.20 | 415.00 | No | SI |
| | | | Sala 3 | 642.33 | Sin medir | SI | Sin Informacion |
| | | Doble Fachada | Sala 11 | 256.13 | 394.50 | No | No |
| | | | Sala 6 | 298.29 | 336.25 | No | No |

Figura 20

Tabla de Resultados Mediciones Luxómetro

Nota. En la tabla se observa la cantidad de luz medida en luxes en horas de la mañana y tarde en diferentes aulas del proyecto, el día 19 de octubre del 2023. Identificando a su vez cuales hacen

uso de la luz artificial en el día. Los valores son un promedio de todas las mediciones tomadas en dicho día. Elaboración propia.

| RESULTADOS EN AULAS CON LUCERNARIOS (Luxómetro)- 19 de octubre | | | | | | |
|--|---------|-------------|--------------|-------------|------------------|-----------------|
| BLOQUE | NIVEL | NOMBRE AULA | MAÑANA (Lux) | TARDE (Lux) | LUCES ENCENDIDAS | |
| | | | | | MAÑANA | TARDE |
| BLOQUE 1 | NIVEL 2 | Sala 14 | 200.80 | 206.33 | No | No |
| | | Sala 20 | 281.17 | 320.00 | No | No |
| | | Sala 12 | 447.00 | 253.50 | SI | No |
| | | Sala 17 | 425.67 | 379.00 | No | No |
| BLOQUE 2 | NIVEL 2 | Sala 9 | 326.33 | 350.67 | No | No |
| | | Sala 2 | 134.20 | 415.00 | No | SI |
| | | Sala 3 | 642.33 | Sin medir | SI | Sin Informacion |
| | | Sala 11 | 256.13 | 394.50 | No | No |
| | | Sala 6 | 298.29 | 336.25 | No | No |

Figura 21

Tabla de Resultados Mediciones Luxómetro en Aulas con Lucernarios

Nota. En la tabla se observa la cantidad de luz medida en luxes en horas de la mañana y tarde del día 19 de octubre del 2023, en las aulas que cuentan con lucernario; identificando a su vez cuales hacen uso de la luz artificial en el día. Los valores son un promedio de todas las mediciones tomadas en dicho día. Elaboración propia.

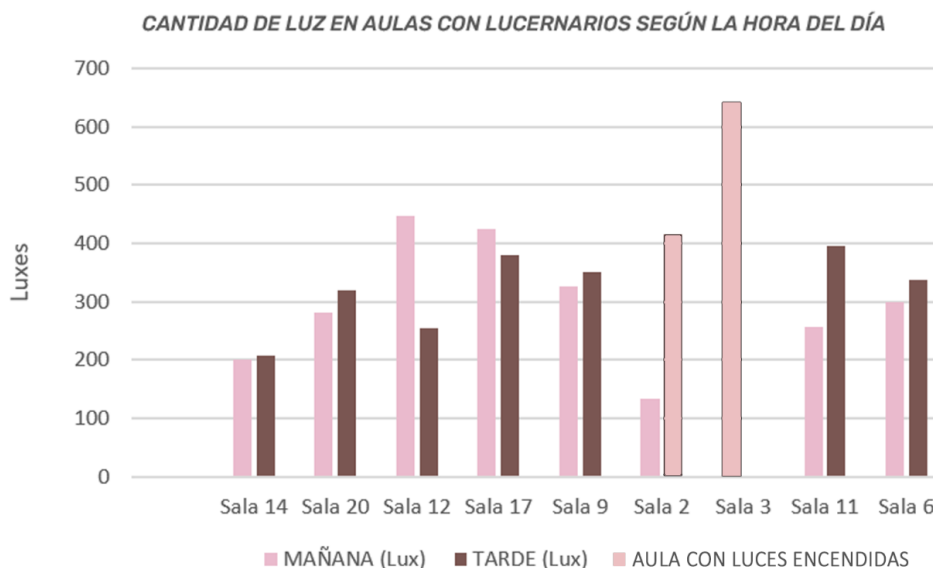


Figura 22

Gráfico de Barras de Resultados Mediciones Luxómetro en Aulas con Lucernarios

Nota. En el gráfico se observa la variación de la intensidad lumínica, medida en luxes, durante la mañana y tarde del día 19 de octubre del 2023, en las aulas que cuentan con lucernario.

Destacando las variaciones según el período del día (mañana o tarde). Los valores son un promedio de todas las mediciones tomadas en dicho día. Elaboración propia.

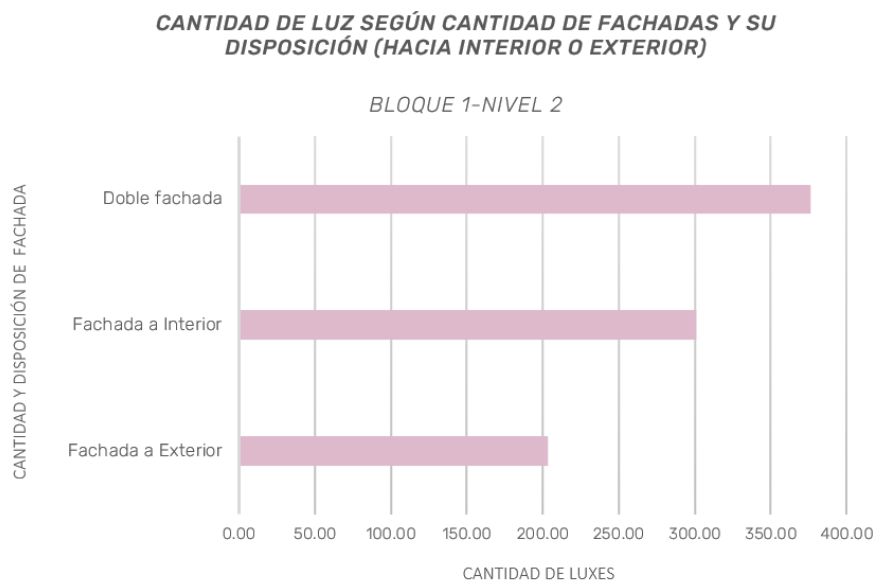


Figura 23

Gráfico de Barras del Comportamiento de la Luz Según la Cantidad de Fachadas y su Disposición (Hacia Interior o Exterior), en Bloque 1

Nota. En la presente figura, se evidencia la variación de la intensidad lumínica, medida en luxes, correspondiente al 19 de octubre de 2023. Dicha variabilidad se analiza en función de la cantidad de fachadas presentes en las aulas y su disposición (orientadas hacia el interior o el exterior). Los datos representados son el resultado del promedio de todas las mediciones realizadas durante ese día en las salas 12, 14, 17 y 20 del bloque 1, ubicadas en el nivel 2. Elaboración propia.

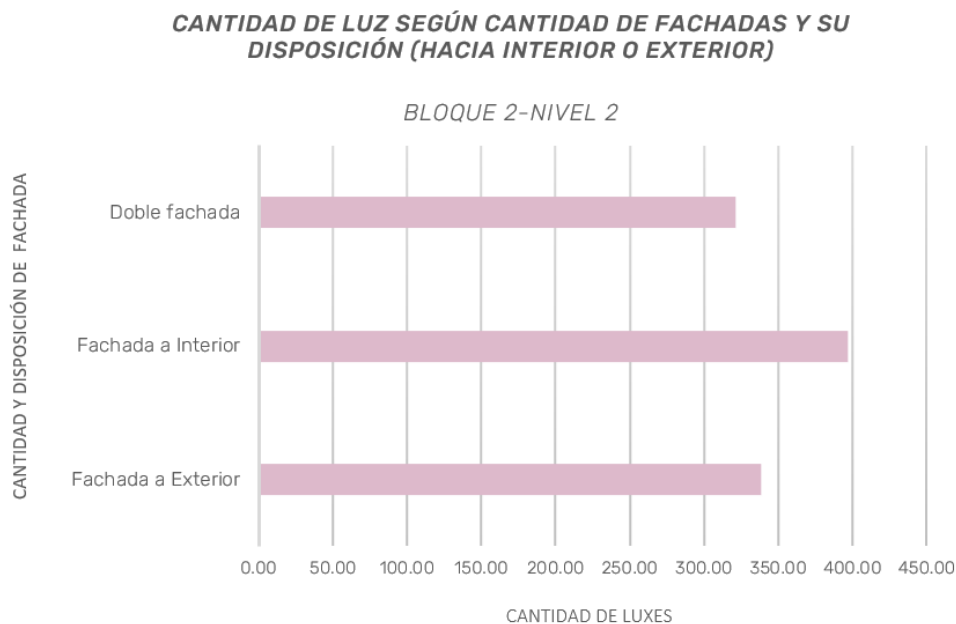


Figura 24

Gráfico de Barras del Comportamiento de la Luz Según la Cantidad de Fachadas y su Disposición (Hacia Interior o Exterior), en Bloque 2

Nota. En la presente figura, se evidencia la variación de la intensidad lumínica, medida en luxes, correspondiente al 19 de octubre de 2023. Dicha variabilidad se analiza en función de la cantidad de fachadas presentes en las aulas y su disposición (orientadas hacia el interior o el exterior). Los datos representados son el resultado del promedio de todas las mediciones realizadas durante ese día en las salas 2, 3, 6, 9 y 11 del bloque 2, ubicadas en el nivel 2. Elaboración propia.

1.2.2 Resultados de Sensores

Las mediciones realizadas por los sensores se llevan a cabo a intervalos de 10 minutos a lo largo de un período de 18 días, abarcando desde el 7 hasta el 24 de octubre de 2023. Estas mediciones se focalizan en los salones visualizados en las figuras 11 y 12. Sin embargo,

siguiendo los objetivos de la investigación, se centra exclusivamente en los resultados de cuatro sensores específicos (sensores 1, 2, 3 y 4), dado que son los únicos responsables de medir la iluminación.

Para el análisis de los resultados obtenidos, se consideran todas las mediciones diarias, y se procede al cálculo de los promedios correspondientes a cada sala; proporcionando una visión de la variación lumínica en el entorno de estudio más precisa y significativa, como vemos a continuación:

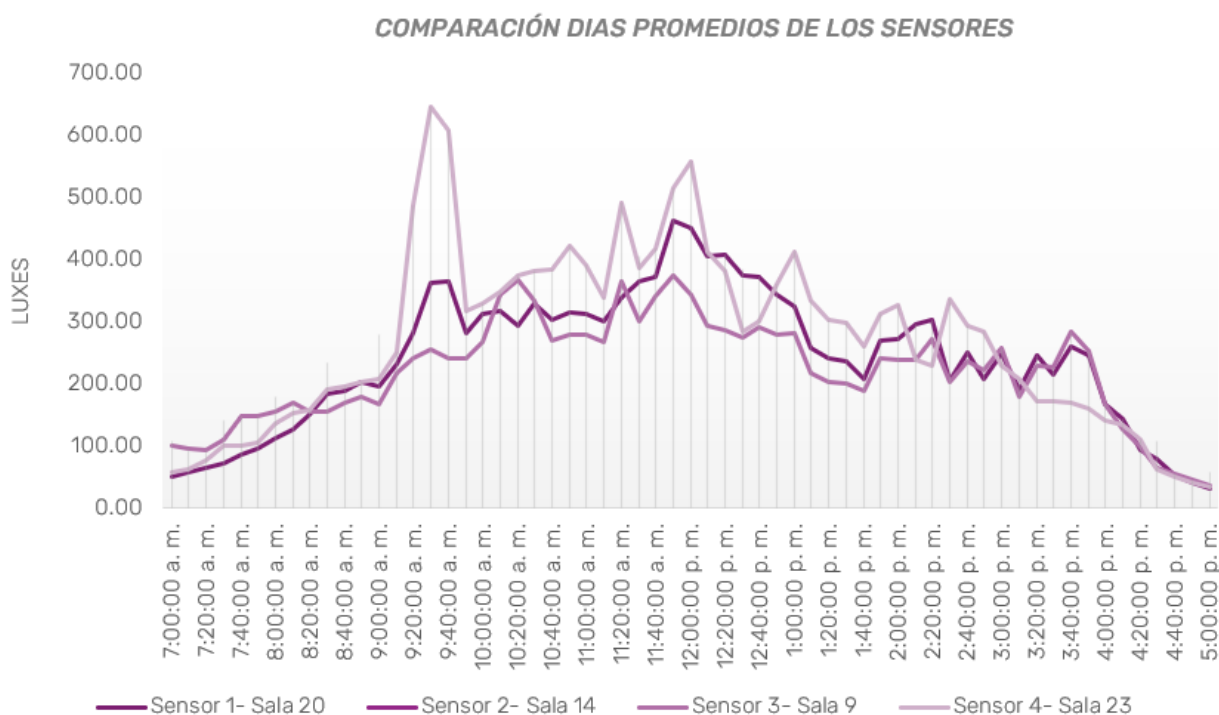


Figura 25

Gráfico de Líneas de Comparación Días Promedios Sensores

Nota. En el presente gráfico, se destaca la variación de la intensidad lumínica, medida en luxes, correspondiente al promedio diario calculado a partir de las mediciones realizadas en las aulas 9, 14, 20 y 23, con intervalos de 10 minutos. Esta variabilidad se examina en relación con el horario

de atención de la institución, comprendido desde las 7 a. m. hasta las 5 p. m. La elaboración de este gráfico es propia.

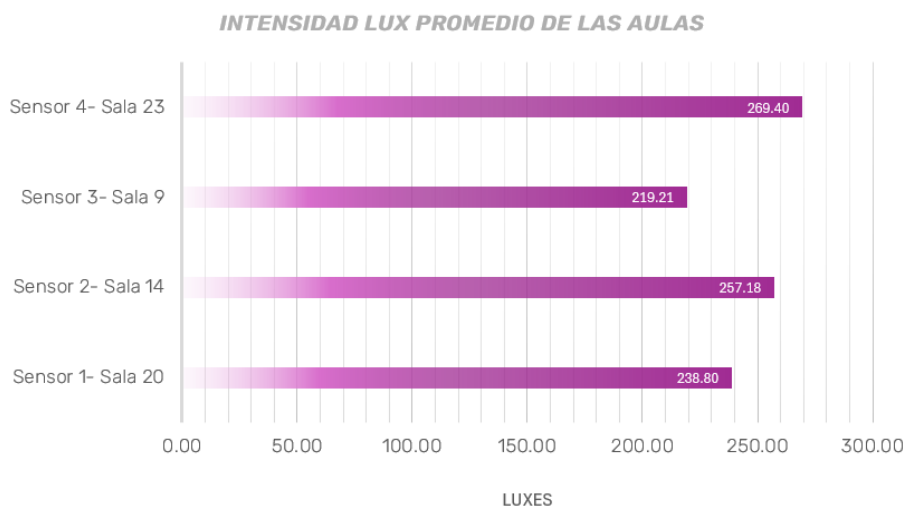


Figura 26

Intensidad Lumínica Promedio de las Aulas

Nota. En el presente gráfico, se muestra el promedio de la iluminación del día en las aulas 9, 14, 20 y 23, calculado según las mediciones diarias realizadas. La elaboración de este gráfico es propia.

Para realizar una comparación efectiva entre la percepción de las maestras y las condiciones lumínicas reales, resulta necesario contrastar la iluminación promedio de un día en el aula con la iluminación presente en el momento de la encuesta. Esto es esencial, dado que la última puede influir en la sensación real, y por ende en la respuesta registrada en la encuesta. Por lo tanto, se procede a comparar los siguientes días con el fin de evaluar cualquier variación en las condiciones lumínicas:

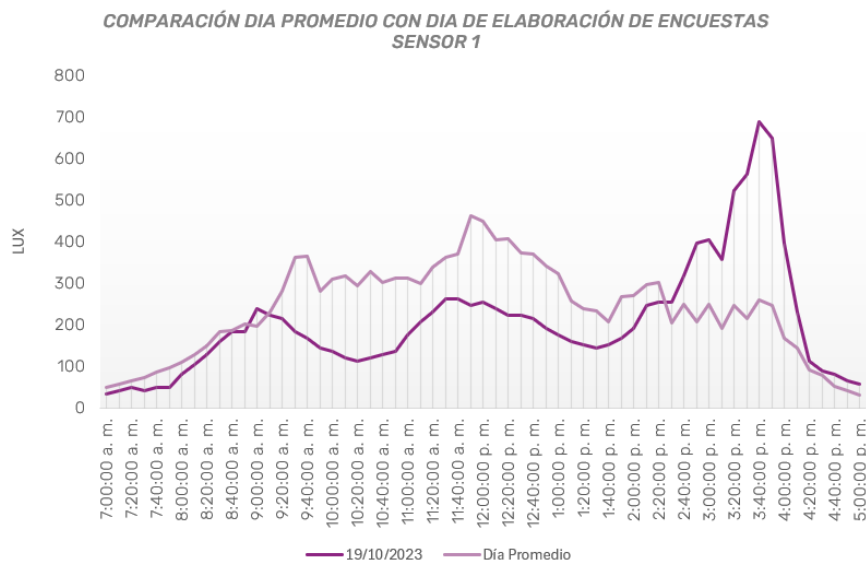


Figura 27

Comparación Dia Promedio con Dia de Elaboración de Encuestas Sensor 1

Nota. En el presente gráfico, se muestra el contraste del promedio de iluminación del aula 20, con las mediciones obtenidas el día 19 de octubre del 2023, registradas cada 10 minutos. La elaboración de este gráfico es propia.

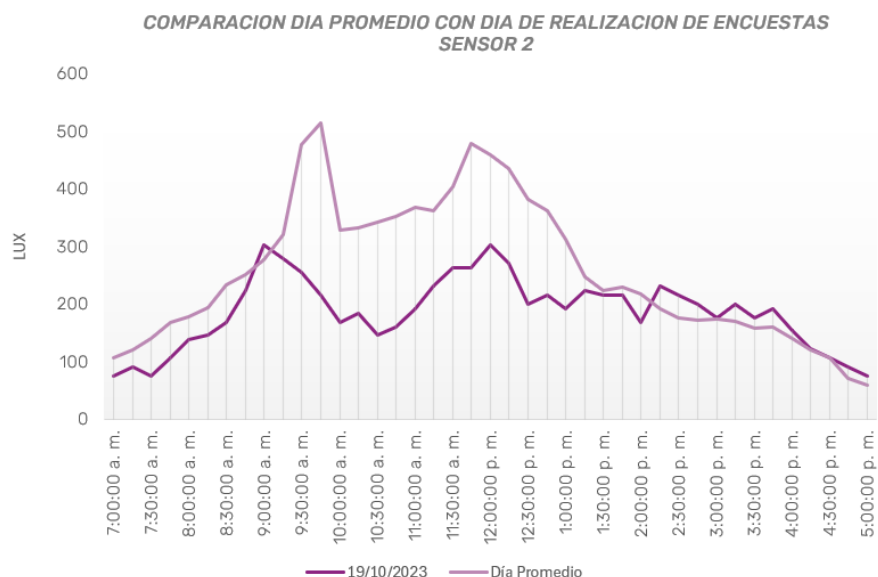


Figura 28

Comparación Dia Promedio con Dia de Elaboración de Encuestas Sensor 2

Nota. En el presente gráfico, se muestra el contraste del promedio de iluminación del aula 14, con las mediciones obtenidas el día 19 de octubre del 2023, registradas cada 15 minutos. La elaboración de este gráfico es propia.

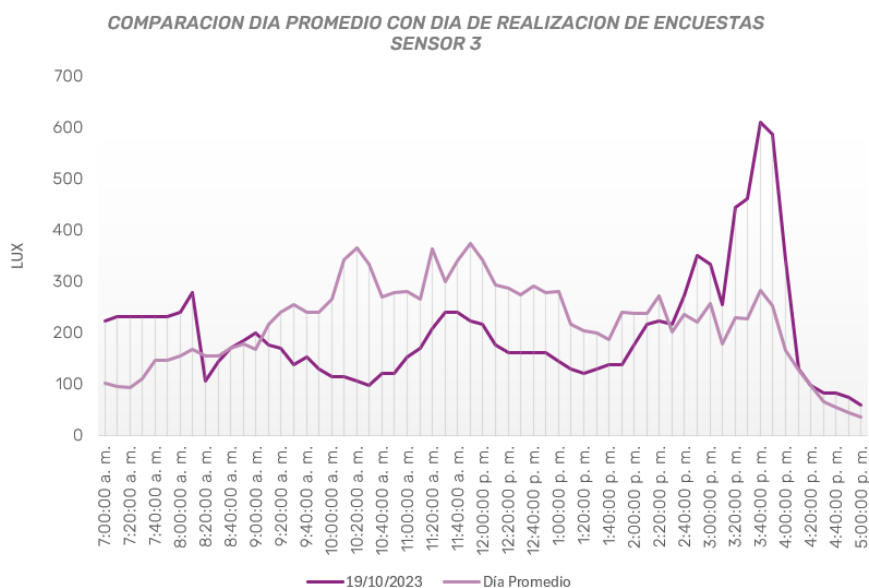


Figura 29

Comparación Dia Promedio con Dia de Elaboración de Encuestas Sensor 3

Nota. En el presente gráfico, se muestra el contraste del promedio de iluminación del aula 9, con las mediciones obtenidas el día 19 de octubre del 2023, registradas cada 10 minutos. La elaboración de este gráfico es propia.

El sensor número 4 no fue comparado ya que este fue retirado días antes de la realización de las encuestas y solo se obtuvieron resultados hasta el día 14 de octubre.

1.2.3 Resultados de las Encuestas

Las encuestas son realizadas durante la jornada escolar del día 19 de octubre de 2023, en horas de la mañana y de la tarde. Estas son diligenciadas por maestras de la institución a cargo de las aulas, las cuales tienen como horario laboral la entrada a las 7:00 a.m. y la salida a las 4:30

p.m. durante 5 o más días a la semana. A continuación, se presentan los resultados de dichas encuestas:

| RESULTADOS ENCUESTAS- 19 de octubre | | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------------|------------------------|----------------|------------------------|--|------------------------|--|-------------------|
| BLOQUE | NIVEL | NOMBRE AULA | HORA | | En este momento, el ambiente lumínico (cantidad de luz) usted lo encuentra: <i>Muy oscuro, oscuro, ni oscuro ni iluminado, iluminado y muy iluminado</i> | | Según lo anterior ¿Le agrada o le desagrada esa sensación? (<i>Me agrada mucho, me agrada, me es indiferente, me desagrada o me desagrada mucho</i>) | |
| | | | MAÑANA (AM) | TARDE (PM) | MAÑANA | TARDE | MAÑANA | TARDE |
| BLOQUE 1 | NIVEL 1 | Sala 23 (1 a 1.5 años) | 8:50:00 a. m. | 12:56:00 p. m. | Iluminado | Iluminado | Me agrada | Me agrada |
| | | Sala 26 (2 a 3 años) | 8:21:00 a. m. | 12:46:00 p. m. | Iluminado | Muy iluminado | Me agrada | Me agrada |
| | Sala 27 (1 a 2 años) | 9:10:00 a. m. | 1:07:00 p. m. | Iluminado | Iluminado | Me agrada | Me agrada | |
| | NIVEL 2 | Sala 14 (3 a 4 años) | 10:26:00 a. m. | 1:55:00 p. m. | Ni oscuro ni iluminado | Ni oscuro ni iluminado | Me agrada | Me es indiferente |
| | | Sala 20 (3 a 4 años) | 9:46:00 a. m. | 1:30:00 p. m. | Iluminado | Iluminado | Me agrada mucho | Me agrada |
| Sala 12 (2 a 3 años) | | 9:26:00 a. m. | 1:20:00 p. m. | Muy iluminado | Muy iluminado | Me agrada mucho | Me agrada mucho | |
| BLOQUE 2 | NIVEL 2 | Sala 17 (3-4 años) | 10:01:00 a. m. | 1:45:00 p. m. | Iluminado | Iluminado | Me agrada mucho | Me agrada mucho |
| | | Sala 9 (2 a 4 años) | 11:14:00 a. m. | 2:55:00 p. m. | Muy iluminado | Muy iluminado | Me agrada mucho | Me agrada mucho |
| | | Sala 2 (4-5 años) | 10:45:00 a. m. | 2:10:00 p. m. | Iluminado | Ni oscuro ni iluminado | Me agrada mucho | Me agrada |
| | | Sala 3 (4 a 5 años) | 7:00:00 a. m. | 4:30:00 p. m. | Iluminado | Iluminado | Me agrada mucho | Me agrada mucho |
| | | Sala 11 (2 a 3 años) | 11:25:00 a. m. | 2:45:00 p. m. | Iluminado | Muy iluminado | Me agrada | Me agrada mucho |
| Sala 6 (4 a 5 años) | 11:00:00 a. m. | 3:13:00 p. m. | Muy iluminado | Ni oscuro ni iluminado | Me agrada | Me agrada | | |

Figura 30

Tabla de Respuestas Encuestas

Nota. En la tabla se observan las respuestas de las maestras que diligenciaron las encuestas realizadas en horas de la mañana y tarde del día 19 de octubre del 2023, en la cual podemos observar cómo ninguna considera que las aulas son oscuras y a ninguna le desagrada la intensidad lumínica presente en su respectiva aula. Elaboración propia.

1.3 Análisis de los Resultados Obtenidos de la Medición In Situ

1.3.1 Análisis Resultados de Luxómetro.

El análisis de los resultados obtenidos por medio del luxómetro tiene como objetivo abordar la primera pregunta de investigación y examinar los posibles elementos arquitectónicos que influyen en la iluminación de las aulas. Como punto de partida, se considera el elemento más evidente: la presencia de una doble fachada, la cual afecta únicamente al segundo nivel de los bloques. Se opta por separar los análisis de resultados según los bloques, dado que estos presentan variables distintivas, como la orientación de las aulas (orientadas hacia el este o hacia

el oeste) y su entorno exterior, ya que, por ejemplo, en el caso del bloque 2, este está rodeado por un bosque.

Además, los análisis se centran en las aulas con doble fachada, situadas en las esquinas norte de cada bloque, con fachada hacia el exterior. A continuación, se presenta la comparación de la cantidad de luz que ingresa a las aulas, según la doble fachada del edificio:

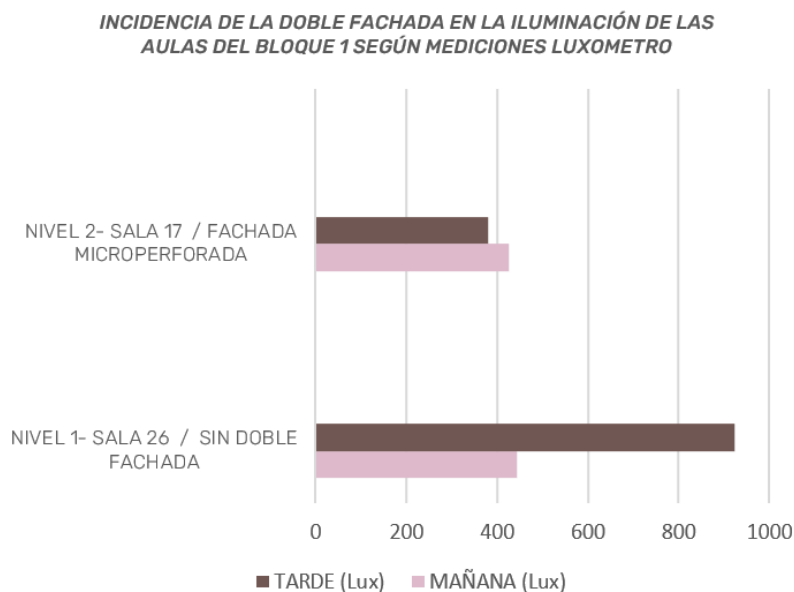


Figura 31

Gráfico de Análisis de la Incidencia de la Doble Piel en la Iluminación de las Aulas

Nota. En el gráfico se observan los resultados de las mediciones del luxómetro, realizadas en horas de la mañana y tarde del día 19 de octubre del 2023, en las aulas 26 y 17 del bloque 1, las cuales se diferencian ya que solo el aula 17 se ve beneficiada por la doble piel de la fachada.

Elaboración propia.

Como podemos ver en la gráfica, aunque durante las horas de la mañana la influencia de la doble piel en la entrada de luz al aula es mínima, en horas de la tarde esta diferencia se vuelve notable. Esto se atribuye a la orientación del aula, que durante las horas de la tarde queda

expuesta al poniente, generando como consecuencia, que la ausencia de la fachada microperforada exponga excesivamente el aula a la luz, llevándola fuera del rango óptimo de confort lumínico.

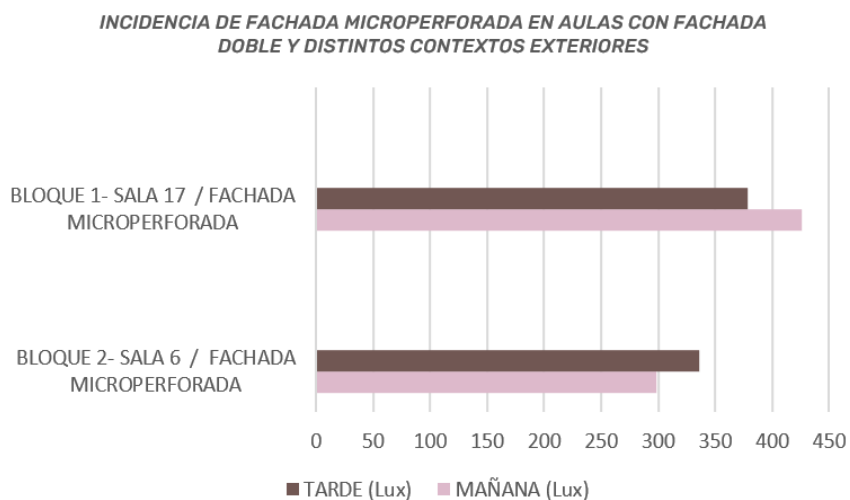


Figura 32

Gráfico de Análisis de Luxómetro sobre la Incidencia de la Doble Piel en la Iluminación de las Aulas Teniendo en Cuenta el Contexto Exterior

Nota. En el gráfico se observan los resultados de las mediciones del luxómetro, realizadas en horas de la mañana y tarde del día 19 de octubre del 2023, en las aulas 17 del bloque 1 y 6 del bloque 2. Ambas están ubicadas en el segundo nivel de la edificación, tienen doble fachada y cuentan con sistema de doble piel microperforada; el factor que las diferencia es el contexto exterior y la orientación de la fachada hacia el este u oeste. Elaboración propia.

En el gráfico comparativo, se evidencia que a pesar de que ambas aulas cuentan con fachadas microperforadas y se encuentran ubicadas en el segundo nivel, hay una notable disminución en la entrada de luz en el aula 6 del bloque 2. Incluso durante las horas de la mañana, cuando esta aula está orientada hacia el este y recibe el naciente, presenta un menor

ingreso de luz en comparación con el aula 17. Esta diferencia puede atribuirse no solo a la presencia de la fachada microperforada, sino también al entorno exterior de cada aula; ya que en el caso particular del aula 6, esta se encuentra rodeada de árboles.

Considerando lo anterior y teniendo claro que el rango de confort lumínico para aulas oscila entre los 300 y 500 luxes, se podría decir que esta aula experimenta una iluminación insuficiente en ciertas horas del día, ya que no alcanza los niveles óptimos para un entorno de aprendizaje adecuado.

Por otra parte, otro factor arquitectónico que influye en la iluminación y que merece análisis es la configuración de la doble fachada, no solo en términos de una doble piel, sino en relación con el número de frentes abiertos que tiene el aula, es decir, con la cantidad de fachadas ¿Que tanto se diferencian las aulas que cuentan con una sola fachada, a aquellas aulas ubicadas en los extremos que cuentan con dos fachadas? Si bien anteriormente, se analizó esta variable, dicho análisis se hizo con todas las aulas que contaban con dichas condiciones. Ahora, esta comparación se delimita a dos aulas, como se muestra a continuación:

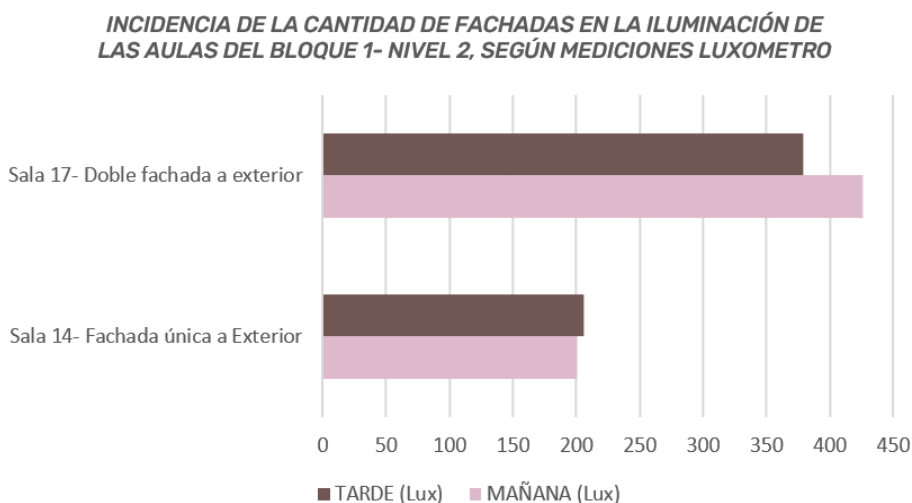


Figura 33

Gráfico de Análisis de Luxómetro sobre la Incidencia de la Cantidad de Fachadas en la Iluminación de las Aulas

Nota. En el gráfico se presentan los resultados de las mediciones realizadas por el luxómetro, llevadas a cabo durante las horas de la mañana y la tarde del 19 de octubre de 2023, en las aulas 14 y 17 del bloque 1. Ambas aulas están ubicadas en el segundo nivel del edificio, comparten el mismo entorno exterior y cuentan con un sistema de doble piel microperforada. La diferencia entre ellas se encuentra en la cantidad de fachadas, ya que el aula 17 cuenta con dos fachadas. Elaboración propia.

Como se puede observar en el gráfico, más que la presencia de una doble piel o la inclusión de un lucernario en el diseño, el factor arquitectónico que más influye en la iluminación de las aulas es la cantidad de fachadas. Es notable cómo el aula 14, con una sola fachada, experimenta una iluminación considerablemente inferior en comparación con el aula 17, que dispone de dos fachadas. Esto es muy importante dado que ambas aulas comparten la misma orientación y entorno exterior.

1.3.2 Análisis Resultados de Sensor

El propósito del análisis de los resultados obtenidos a través de mediciones de sensores es, al igual que con el análisis de los resultados con el luxómetro, abordar la primera pregunta de investigación y examinar los posibles elementos arquitectónicos que influyen en la iluminación de las aulas. De igual forma, se considera especialmente la presencia de una doble fachada, que afecta únicamente al segundo nivel de los bloques. Se opta por separar los análisis de resultados según los bloques, dado que estos presentan variables distintivas, como la orientación de las

aulas (orientadas hacia el este o hacia el oeste) y su entorno exterior, ya que, por ejemplo, en el caso del bloque 2, este está rodeado por un bosque.

Para este caso, los análisis se centran en las aulas que cuentan con sensores que midan la iluminación, como las sala 9, 14, 20 y 23, situadas tres de ellas en el segundo nivel y únicamente el sensor 4 de la sala 23, en el primer nivel. A continuación, se presenta la comparación de la cantidad de luz que ingresa a las aulas con fachada hacia el exterior, ubicadas en el segundo nivel:

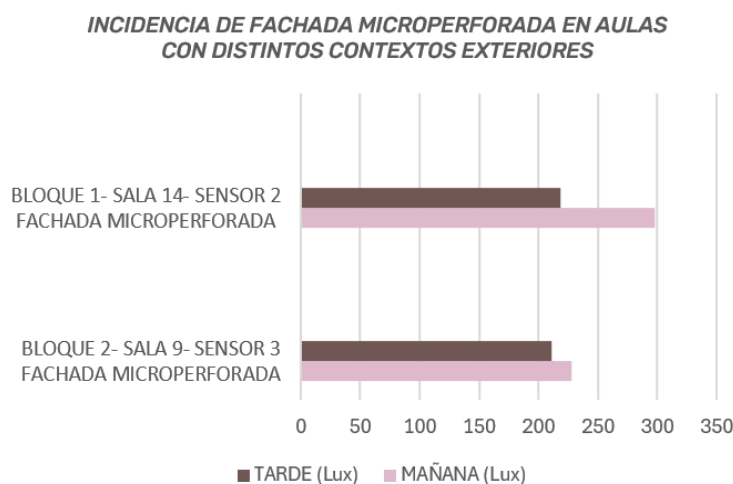


Figura 34

Gráfico de Análisis de Sensores sobre la Incidencia de la Doble Piel en la Iluminación de las Aulas Teniendo en Cuenta el Contexto Exterior

Nota. En el gráfico se observan los resultados de las mediciones de los sensores 2 y 3, según el día promedio calculado para cada sensor, en las aulas 14 del bloque 1 y 9 del bloque 2. Ambas están ubicadas en el segundo nivel de la edificación y cuentan con fachada microperforada; el factor que las diferencia es el contexto exterior y la orientación de la fachada hacia el este u oeste. Elaboración propia.

En el análisis gráfico, se puede observar que ambas aulas presentan una intensidad lumínica muy similar; sin embargo, el aula 9, ubicada en el bloque 2, siempre registra niveles menores en comparación con las aulas del bloque 1. Incluso durante las horas de la mañana, cuando esta aula orientada hacia el este recibe el nacimiento, presenta un menor ingreso de luz en comparación con el aula 14. Y al igual que en los resultados de los análisis del luxómetro, esta diferencia puede atribuirse no solo a la presencia de la fachada microperforada, sino también al entorno exterior de cada aula, dado que la sala 9 está rodeada por árboles.

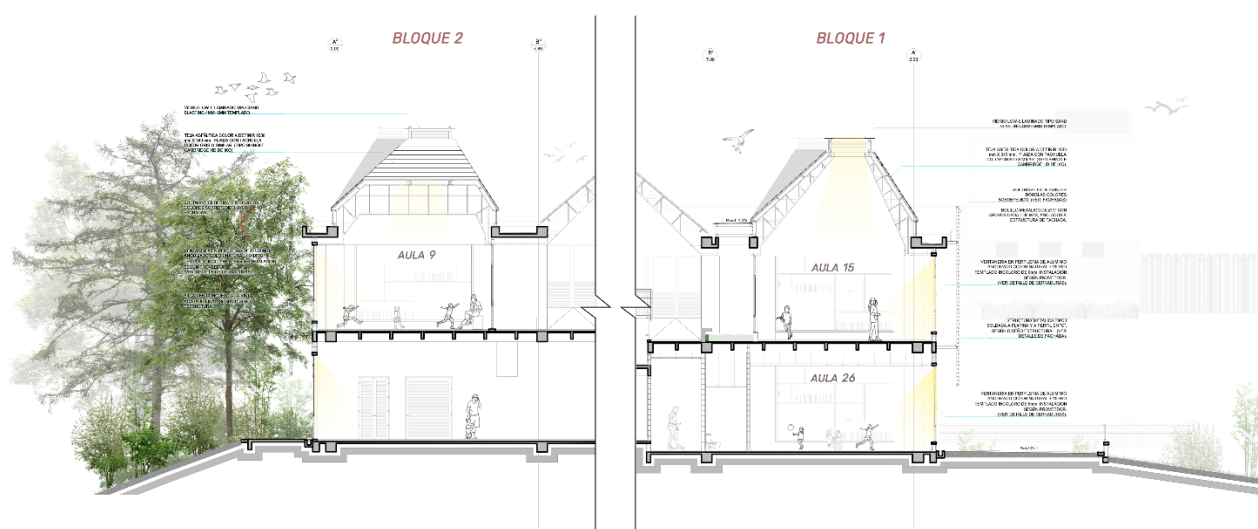


Figura 35

Diferencia Entre el Entorno del Bloque 1 y el Bloque 2

Nota. En esta sección se presentan los distintos entornos que rodean los bloques del proyecto. En el caso del bloque 1, el entorno está compuesto por una manga con algo de vegetación arbustiva. Mientras que para el caso del bloque 2, este está rodeado de grandes árboles. Elaboración propia.

Por otro lado, al comparar dos aulas con el mismo entorno exterior pero diferenciadas por la presencia o ausencia de fachada microperforada, se puede apreciar de manera más evidente el impacto que esta tiene en la entrada de luz al aula, como se muestra a continuación:

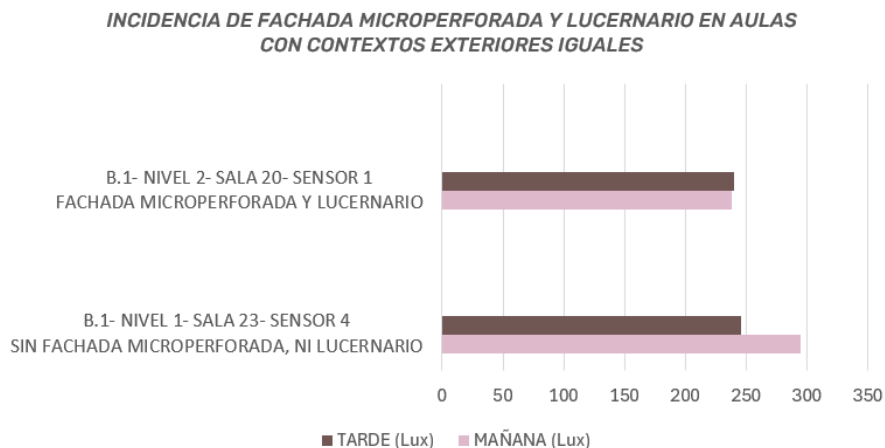


Figura 36

Gráfico de Análisis 2 de Sensores sobre la Incidencia de la Doble Piel en la Iluminación de las Aulas Teniendo en Cuenta el Contexto Exterior

Nota. El gráfico presenta los resultados de las mediciones de los sensores 1 y 4, con base en el promedio diario calculado para cada sensor, en las aulas 20 y 23 del bloque 1. Ambas aulas tienen fachadas hacia el interior, es decir, hacia el patio central; la diferencia entre ambas se encuentra en el uso de la fachada microperforada, presente únicamente en el aula 20, ubicada en el segundo nivel. Elaboración propia.

Como se evidencia en el gráfico, a pesar de que ambas aulas presentan un ingreso de luz muy similar, durante las horas de la mañana, cuando la fachada orientada hacia el este recibe la luz del naciente, se observa que el aula 23, situada en el primer nivel, experimenta un mayor ingreso de luz en comparación con el aula 20, incluso considerando el lucernario presente en esta última. Pudiéndose atribuir esto, a la ausencia de la fachada microperforada en dicha aula.

En respuesta a la pregunta problema número 1: "¿Qué elementos arquitectónicos y/o materiales influyen en el confort lumínico de los estudiantes en las aulas del CDI Centro de las Luces?", se puede concluir que tanto la fachada microperforada como los lucernarios son

elementos que ejercen una influencia significativa en el ingreso de luz. Sin embargo, según los análisis realizados previamente, se observa que la fachada microperforada tiene un impacto mayor en la iluminación de las aulas en comparación con los lucernarios.

Ahora bien, resulta interesante también analizar las condiciones lumínicas del espacio en el momento de la realización de las encuestas y cómo estas se relacionan con la percepción de las maestras. Esto puede lograrse al examinar la cantidad de luxes registrados por los sensores que miden la iluminación en un momento cercano a la realización de las encuestas. A continuación, se presenta dicho análisis:

| BLOQUE | NIVEL | NOMBRE AULA Y # DE SENSOR | HORA | | En este momento, el ambiente lumínico (cantidad de luz) usted lo encuentra: Muy oscuro, oscuro, ni oscuro ni iluminado, iluminado y muy iluminado | | Según lo anterior ¿Le agrada o le desagrada esa sensación? (Me agrada mucho, me agrada, me es indiferente, me desagrada o me desagrada mucho) | | CAPTACION DE LUXES SEGÚN SENSOR | |
|----------|---------|--------------------------------|----------------|---------------|---|----------------|---|------------------------|---------------------------------|---------------|
| | | | MAÑANA (AM) | TARDE (PM) | MAÑANA | TARDE | MAÑANA | TARDE | MAÑANA (Luxes) | TARDE (Luxes) |
| | | | Bloque 1 | Nivel 2 | Sala 14 (3 a 4 años)- Sensor 2 | 10:26:00 a. m. | 1:55:00 p. m. | Ni oscuro ni iluminado | Ni oscuro ni iluminado | Me agrada |
| | | Sala 20 (3 a 4 años)- Sensor 1 | 9:46:00 a. m. | 1:30:00 p. m. | Iluminado | Iluminado | Me agrada mucho | Me agrada | 170 | 146 |
| Bloque 2 | Nivel 2 | Sala 9 (2 a 4 años)- Sensor 3 | 11:14:00 a. m. | 2:55:00 p. m. | Muy iluminado | Muy iluminado | Me agrada mucho | Me agrada mucho | 209 | 351 |

Figura 37

Tabla de Análisis Comparativa Entre la Percepción de Iluminación de las Maestras y las Condiciones Lumínicas Reales de las Aulas, Captadas por el Luxómetro

Nota. En la tabla se presentan los resultados de las encuestas y de las mediciones de los sensores 1, 2 y 3, llevadas a cabo durante las horas de la mañana y la tarde del 19 de octubre de 2023, en las aulas 9, 14 y 20. Todas las aulas están ubicadas en el segundo nivel del edificio, cuentan con un sistema de doble piel microperforada y solo tienen una sola fachada. La diferencia entre ellas se encuentra en la orientación de fachadas. Elaboración propia.

Como se aprecia en la tabla, la percepción de las maestras sobre la iluminación del espacio es muy positiva, ya que nunca lo encuentran oscuro y encuentran agradable la sensación de luminosidad. Sin embargo, resulta curioso comparar esta percepción con la realidad registrada

por el sensor, ya que, si tenemos en cuenta que el confort luminoso para aulas se sitúa entre 300 y 500 luxes (Munive Álvarez, 2020), se observa una notable diferencia en las mediciones, especialmente en la mañana del aula 14 y en la tarde del aula 20. Resultando también sorprendente el hecho de que, a pesar de estas condiciones, las luces de las aulas se encontraban apagadas y las maestras no consideraban necesario encenderlas.

Este contraste genera la duda sobre si es suficiente depender únicamente de la percepción subjetiva de las maestras. Como se mencionaba en el marco teórico y conceptual de esta investigación, Winterbottom y Wilkins (2009) en su artículo, resaltan la necesidad de evaluaciones objetivas de los niveles de iluminación, sugiriendo para casos como este de educación, que sería más apropiado que los maestros pudieran medir los niveles de lux en lugar de basarse únicamente en la intuición, lo que podría lograr una iluminación más adecuada en las aulas.

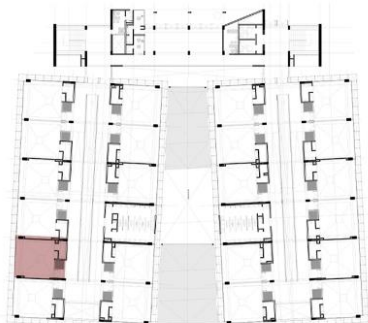
2. Comparación de Condiciones Lumínicas Reales con las Esperadas en la Etapa de Diseño

Para el análisis comparativo entre las condiciones lumínicas reales y las esperadas durante la etapa de diseño, se utiliza la asesoría bioclimática proporcionada por la arquitecta Verónica Henríques Ardila. En dicha asesoría, se realiza el cálculo de la iluminación natural en un aula típica del proyecto, la cual cuenta con las siguientes especificaciones arquitectónicas:

- Color blanco en los acabados interiores de cubierta, pisos, paredes y cielos.
- Vidrios de 60% de transparencia en Lucernarios.
- Vidrios de 60% de transparencia en ventana de Nivel 1
- Vidrios de 90% de transparencia en ventana de Nivel 2

Estas recomendaciones fueron implementadas durante la construcción del proyecto; por lo cual, el aula número 9, que se utiliza como punto de comparación entre el análisis previo a la construcción con las mediciones reales, presenta las mismas características que el aula típica mencionada anteriormente. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

ANÁLISIS PREVIO DE ILUMINACIÓN NATURAL EN AULA TÍPICA



AULA TÍPICA (SALA 7) EN PLANTA

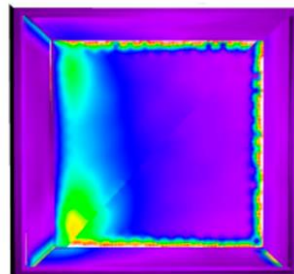
AM
 INTENSIDAD LUMÍNICA ENTRE LOS
 125 LUXES Y LOS 625 LUXES

PM
 INTENSIDAD LUMÍNICA ENTRE LOS
 125 LUXES Y LOS 875 LUXES

PM
 INTENSIDAD LUMÍNICA ENTRE LOS
 125 LUXES Y LOS 500 LUXES

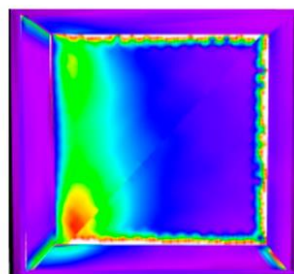
MARZO - SEPTIEMBRE

9 am



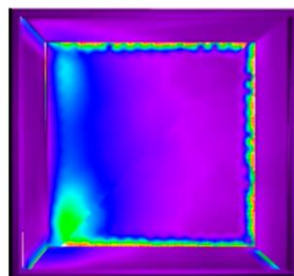
Nivel 2

2 pm

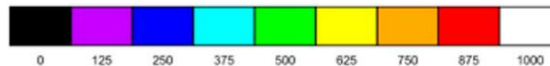


Nivel 2

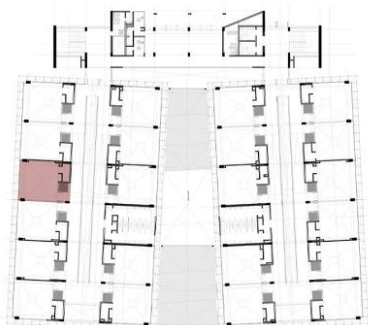
4 pm



Nivel 2



ANÁLISIS POR MEDIO DE SENSOR DE ILUMINACIÓN NATURAL EN AULA 9



SALA 9 EN PLANTA

ILUMINACIÓN NATURAL DÍA PROMEDIO DE LA SALA 9 EN EL MES DE OCTUBRE

| BLOQUE | NIVEL | HORA | LUXES |
|--------|-------|-------------|-------|
| 2 | 2 | 9 am a 2 pm | 274 |
| | | 2 pm a 4 pm | 231 |
| | | 4 pm a 5 pm | 85 |

Figura 38

Análisis Comparativo Entre las Mediciones en la Etapa de Diseño y las Mediciones Reales

Nota. En la imagen se muestran los resultados de las mediciones realizadas mediante una simulación previa a la construcción del proyecto, así como los resultados de las mediciones actuales, calculadas a partir de un día promedio del mes de octubre, según el sensor 3 instalado en el aula 9. Ambas aulas se encuentran en el segundo nivel del edificio, pertenecen al bloque 2 y cuentan con una sola fachada. La diferencia entre ellas se encuentra en el entorno exterior presente en la realidad y en el uso de una doble fachada microperforada. Elaboración propia.

Al observar los resultados, es evidente que la cantidad de luz que ingresa en las aulas es considerablemente menor en comparación con las mediciones realizadas en la etapa de diseño, a pesar de tener condiciones arquitectónicas similares y ubicarse prácticamente en la misma posición dentro del proyecto. Esta diferencia puede atribuirse no solo al entorno exterior de bosque que rodea el aula, sino también a la implementación de una doble piel microperforada. Esta característica arquitectónica fue una recomendación bioclimática de la arquitecta Verónica Henríques, basada en los resultados de la simulación. Dicha recomendación consistió en proteger el aula de la radiación solar mediante el uso de Softwave 50 HunterDouglas con una apertura del 20%.

Sin embargo, cabe mencionar que esta diferencia también puede deberse al software con el cual se hicieron las simulaciones en el 2015; y si bien los bioclimáticos recurren mucho a los softwares, estos no coinciden con la realidad al 100%. Es por esto por lo que cada día, estas herramientas de diseño siguen perfeccionándose.

3. Análisis de Materiales

El análisis de los materiales es un aspecto esencial en esta investigación ya que nos permite saber si los materiales empleados contribuyen positivamente al confort lumínico al interior de las aulas. Para dicho análisis se acude a la planimetría brindada por la arquitecta Verónica Henríques Ardila, al igual que a al documento de recomendaciones bioclimáticas realizadas antes de la construcción del proyecto. A continuación, se presentan los materiales seleccionados y su análisis:

ANÁLISIS DE MATERIALES

FICHA TÉCNICA

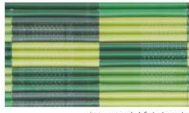








| NOMBRE DEL MATERIAL Y SU DESCRIPCIÓN | FOTO DEL MATERIAL Y MATERIAL APLICADO | COEFICIENTE DE REFLEXIÓN DE LUZ | ÍNDICE DE REFRACCIÓN | FACTOR DE REFLECTANCIA SOLAR | OPACIDAD/ TRANSPARENCIA | EFFECTO SOBRE EL CONFORT VISUAL | FUENTE |
|---|---|--|--|--|---|---|---|
| <p>PANEL FACHADA</p> <p>SOFTWAVE 50 DE HUNTER DOUGLAS CON APERTURA DEL 20%</p> <p>SOFTWAVE 50 es una panel fabricada por Hunter Douglas, diseñado para controlar la luz solar y mejorar el confort visual en interiores. Este permite cierta permeabilidad a la luz, ofreciendo una combinación de privacidad y visibilidad al mismo tiempo.</p> |  <p>Imagen del fabricante</p>  <p>Imagen propia</p> | No se especifica por el fabricante, sin embargo, los paneles con apertura del 20% suelen tener un coeficiente de reflexión moderado. | No aplica | Sin información | Apertura del 20% | Este panel, con apertura del 20%, ayuda a reducir el deslumbramiento y proporciona una iluminación suave y difusa en el interior del aula, creando un ambiente más cómodo para el aprendizaje. | Revestimiento softwave - Hunter Douglas Architectural. (s. f.). Hunter Douglas Architectural. https://architectural.hunterdouglas.com.co/productos/revestimiento-softwave/ |
| <p>LUCERNARIO</p> <p>VIDRIO LOW-E LAMINADO TIPO SAND BLASTING 4MM+6MM TEMPLADO.</p> <p>Es un tipo de vidrio que cuenta con un tratamiento de baja emisividad (Low-E) para mejorar su eficiencia energética y controlar la transmisión de calor. La técnica de "sand blasting" proporciona un efecto de esmerilado.</p> |  <p>Imagen del fabricante</p>  <p>Imagen propia</p> | Moderado a bajo | 1.5 a 1.6 | Suele ser alto, lo que reduce la transferencia de calor. Entre 6% y 12% | Es translúcido, lo que significa que permite el paso de la luz pero difumina la visión de objetos detrás de él | Ayudar a mejorar el confort visual al interiores controlando la cantidad de luz natural que ingresa al aula. Los vidrios Low-E reducen la transferencia de calor, lo que contribuye a mantener una temperatura más estable en el aula | Vidrios de Baja Emisividad [low-e] Vitro Vidrio Arquitectónico. (s. f.). https://www.vitroglaizings.com/es/productos/vidrio-de-baja-emisividad-low-e/ |
| <p>VENTANERIA</p> <p>VENTANERIA EN PERFLERIA DE ALUMINIO ANODIZADO COLOR NATURAL + VIDRIO TEMPLADO INCOLORO DE 6MM</p> |  <p>Imagen del fabricante</p> <p>Imagen propia</p> | El coeficiente de reflexión de la luz para la perflería en aluminio anodizado es bajo, al igual que el vidrio templado incoloro, permitiendo que la mayor parte de la luz pase a través de él sin ser reflejada. | Para el vidrio templado incoloro de 6mm, su índice de refracción es similar al del vidrio común y varía entre 1.5 y 1.6. | Sin información | El vidrio templado incoloro de 6mm es altamente transparente, lo que permite una óptima transmisión de la luz natural al interior del aula. | Este tipo de ventanería contribuye al confort visual en las aulas al permitir la entrada de luz natural, lo que ayuda a reducir la dependencia de la iluminación artificial y crea un ambiente más luminoso y agradable para el aprendizaje. | Sin información |
| <p>CIELO FALSO</p> <p>C1 CIELO EN JUNTA PERDIDA, EN PLACAS DE YESO TIPO GYPLAC O SIMILAR, DE 8MM DE ESPESOR + ESTRUCTURA DE SOPORTE, ACABADO EN PINTURA TIPO VINILO</p> |  <p>Imagen del fabricante</p>  <p>Imagen propia</p> | La pintura tipo vinilo blanca tiene un coeficiente de reflexión alto, lo que refleja la mayor parte de la luz incidente, contribuyendo así a aumentar la luminosidad en el interior del aula. | No aplica | El factor de reflectancia solar para la pintura tipo vinilo blanca suele ser alto, lo que ayuda a reducir la absorción de calor y mantener una temperatura más fresca en el interior del aula. | No aplica | Las características de este cielo falso, mejoran el confort visual al proporcionar una superficie uniforme que refleja la luz natural, creando un ambiente luminoso y agradable en el aula. El color blanco también ayuda a ampliar visualmente el espacio y proporciona una sensación de amplitud. | Placas de Yeso Gyplac. (s. f.). https://www.gyplac.com/es-ca/productos/gyplac-por-tallo/placas-de-yeso/ |
| <p>PISOS</p> <p>P1 BALDOSA EN GRANO PULIDO, COLOR BLANCO, 30 X 30, GRANO CLARO #1, REF 132116 DE ROCA O SIMILAR</p> |  <p>Imagen del fabricante</p>  <p>Imagen propia</p> | Las baldosas en grano pulido tienden a tener un coeficiente de reflexión alto, lo que significa que reflejan una cantidad significativa de luz, contribuyendo a aumentar la luminosidad del espacio. | No aplica | Sin información | Las baldosas en grano pulido, al tener un acabado brillante y una superficie lisa, son generalmente opacas | Este tipo de baldosas pueden contribuir al confort visual al reflejar la luz, lo que ayuda a aumentar la luminosidad y la sensación de amplitud en el espacio del aula. El color blanco y el acabado pulido también pueden ayudar a crear un ambiente más luminoso | Carlovaldeiosa. (2023, 13 diciembre). Baldosas Para Interiores grano # 1 y 2 - Almacenes e Industrias Roca. Almacenes e Industrias Roca. https://roca.com.co/baldosas-para-interiores/ |

Figura 39

Tabla de Análisis de Materiales

Nota. En la tabla se muestra el análisis de los materiales aplicados en cada una de las aulas del proyecto. Dicho análisis está orientado al comportamiento que tienen dichos materiales en relación con el ingreso de luz a las aulas. Los materiales fueron extraídos de las especificaciones detalladas en los planos arquitectónicos. Elaboración propia.

Basándonos en los datos anteriores, podemos afirmar que los materiales utilizados, tienen una excelente incidencia en el confort lumínico al interior de las aulas; ya que estos materiales reflejan la luz de manera eficiente debido a sus propiedades reflectivas. Por ejemplo en el caso de la ventanería, el acabado incoloro del vidrio contribuye a una reflexión uniforme de la luz ambiental, aumentando así la luminosidad en el aula, las baldosas en grano pulido proporcionan una superficie brillante que refleja la luz natural, contribuyendo a una iluminación más uniforme y agradable en el aula; y los acabados de muros y cielo falso en pintura tipo vinilo blanco, refleja la luz de manera eficaz, lo que aumenta la luminosidad y mejora el confort visual en el interior del aula.

En resumen, estos materiales no solo tienen una buena incidencia en el confort lumínico al interior de las aulas, sino que también reflejan la luz de manera efectiva, contribuyendo así a crear un ambiente de aprendizaje más luminoso, cómodo y agradable para los estudiantes y maestros.

4. Evaluación de Comportamientos de Niños y Maestras en Respuesta al Confort Lumínico en las Aulas.

Para este análisis es fundamental el registro fotográfico, ya que podemos apreciar los lugares donde se agrupan los niños o donde las maestras los disponen. Por ejemplo, en la figura 40 vemos como los niños se encuentran a un lado del salón, justo en la fachada por donde se da el

ingreso de luz. O en la figura 41, donde se aprecia como tanto en horas de la mañana como en la tarde, el aula 23 ubicado en el centro de proyecto, no tiene tanto ingreso de luz y es por esto por lo que las maestras adaptan la zona cerca de las ventanas para que los niños puedan recibir el sol y se calienten con este.



Figura 40

Respuesta de los Niños a la Luz

Nota. En la imagen se observa como los niños en hora de la tarde se agrupan cerca de las ventanas, justo en la superficie donde se proyecta la entrada de luz.



Figura 41

Ingreso de Luz en Aula 23

Nota. En la imagen se observa como en horas de la mañana y tarde las maestras adaptan la zona cercana a las ventanas para que los niños duerman.

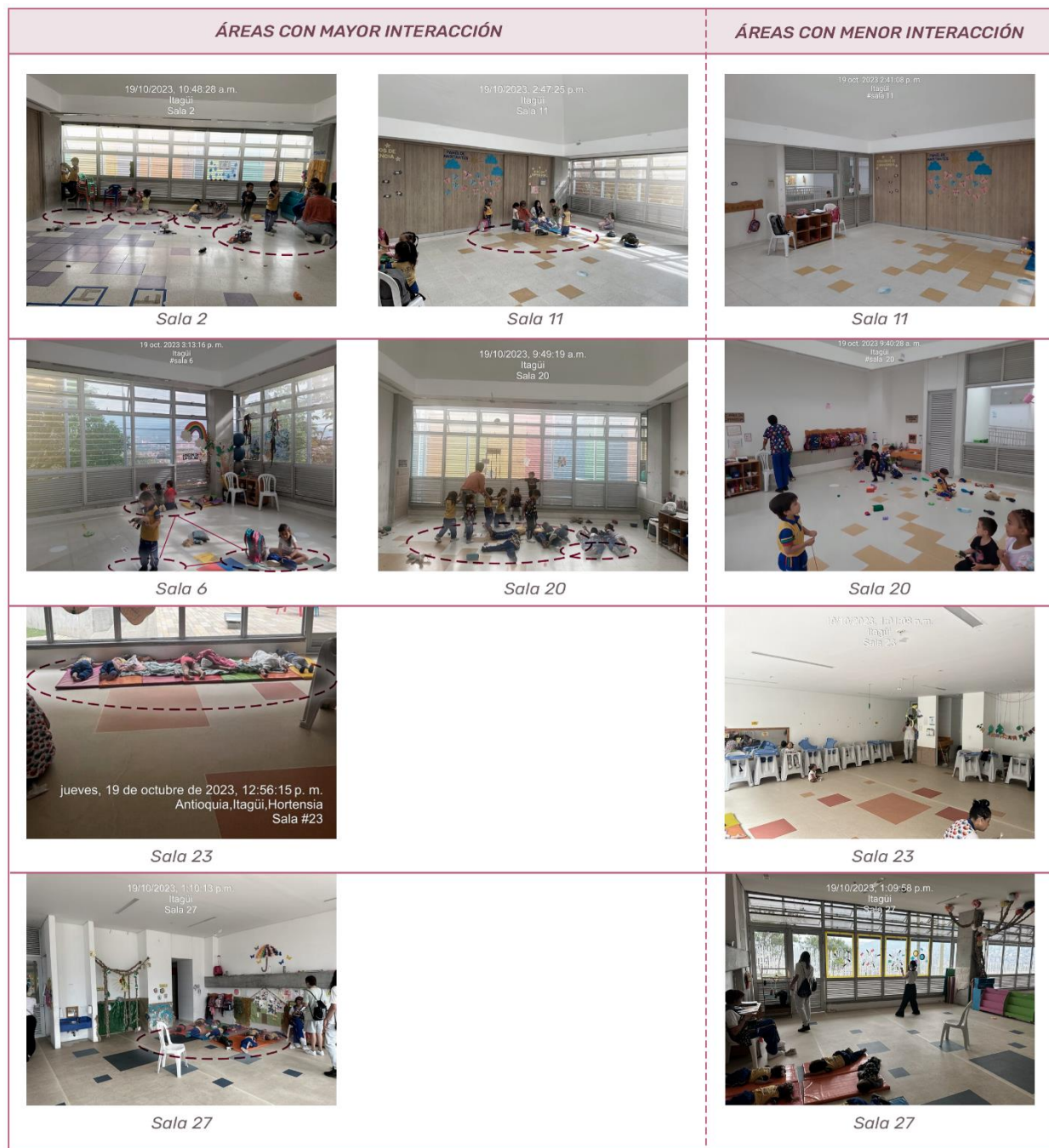


Figura 42

Dinámicas en las Aulas

Nota. En la imagen se observa las fotografías de varias aulas, donde se aprecian los lugares donde suelen agruparse los niños y las maestras.

Las fotografías revelan la clara presencia de una tendencia en los niños al agruparse alrededor de las ventanas en busca de luz natural, además, durante la visita realizada, tanto en la mañana como en la tarde, se observa cómo las maestras adaptan las actividades para ubicarse cerca de las ventanas.

La disposición del mobiliario y los juguetes también siguen un patrón, donde el mobiliario se dispone próximo a las paredes y la puerta, y los juguetes cerca de las ventanas, lo que sugiere la influencia significativa de la luz en el comportamiento y la organización del espacio. Sin embargo, se observa una variación en esta dinámica en el primer nivel, específicamente en las aulas 26 y 27, donde no se dispone de fachada microperforada y se cuentan con dos fachadas abiertas. Para este caso, se observa que tanto los niños como las maestras tienden a agruparse en áreas más centrales del aula, en lugar de hacerlo junto a las ventanas.

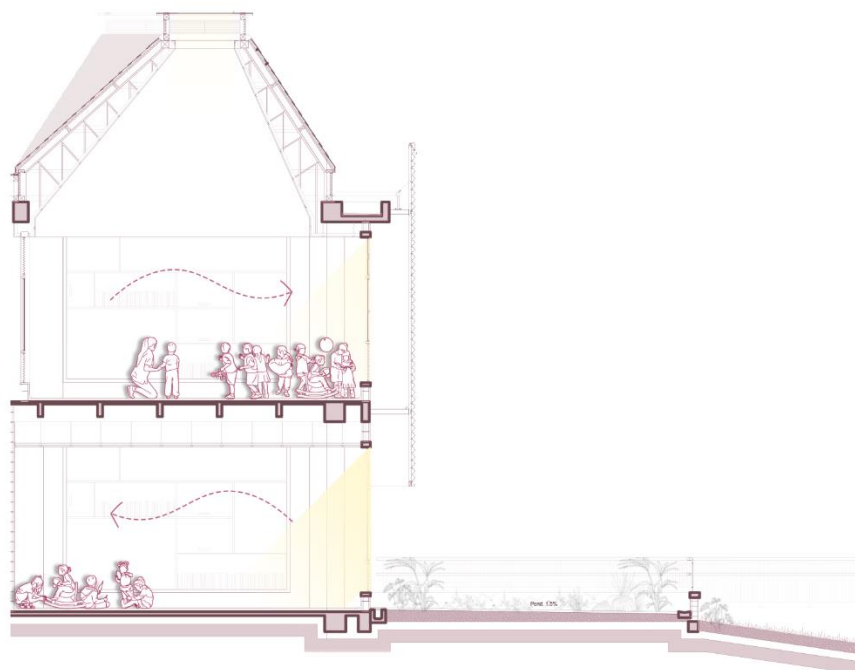


Figura 43

Sección de Dinámicas en las Aulas

Nota. En la sección se observa el comportamiento de los niños en dos de las aulas del proyecto, donde se aprecia los lugares donde suelen agruparse los niños y las maestras.

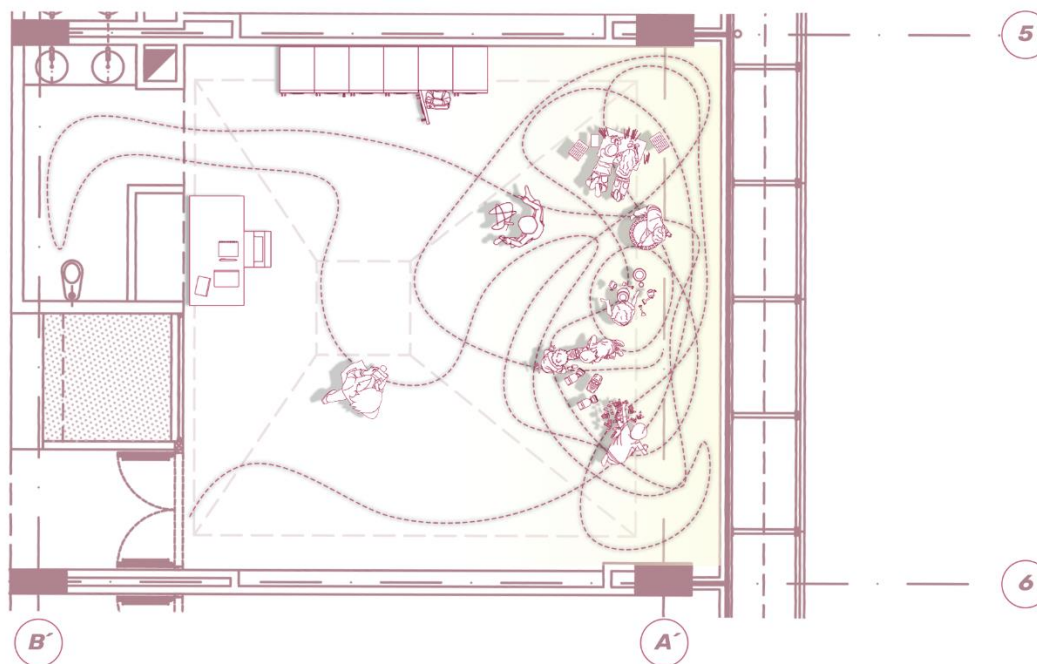


Figura 44

Planta de Dinámicas en el Aula

Nota. En la planta se observa el comportamiento de los niños en una de las aulas del proyecto, donde se cuenta con una fachada junto con su doble piel microperforada. En esta se ve la tendencia de los niños de agruparse en los lugares más cercanos a las ventanas.

Esta tendencia de agrupación de niños y maestras alrededor de las ventanas en busca de luz natural, así como la adaptación de las actividades hacia estas áreas luminosas, resalta la importancia de la iluminación en el entorno educativo. Estos comportamientos reflejan una clara preferencia por la luz natural, que parece influir significativamente en los hábitos y la organización del espacio en las aulas. Sin embargo, la variación observada en las aulas sin fachada microperforada y con doble fachada abierta, indica la influencia del diseño arquitectónico en las dinámicas que ocurren en el aula, lo que deja en evidencia la necesidad de

hacer un diseño de los espacios educativos que maximicen el aprovechamiento de la luz natural para promover el bienestar y el rendimiento de los niños.

CONCLUSIONES

El objetivo de estudio principal de esta investigación consistía en evaluar los elementos arquitectónicos que influyen en la iluminación al interior de las aulas de CDI “Cerro de las luces” y ver como estos afectan en el desarrollo de actividades y en el comportamiento de niños y maestras; abordando factores como la cantidad de luz, la calidad de la luz, la disposición de ventanas y el diseño de la doble piel. Esto partiendo del hecho de que gran parte de la funcionalidad humana está intrínsecamente ligada a la luz, y resulta necesario que los arquitectos tomen decisiones en la fase de diseño que generen un entorno con las condiciones lumínicas más apropiadas para el proceso de aprendizaje. Más aún, teniendo en cuenta la apertura de los nuevos centros de desarrollo infantil en Colombia y la ampliación de cupos en los centros actuales (Alcaldía de Itagüí, 2023).

Para el caso de CDI “Cerro de las luces”, quedan en evidencia los siguientes hallazgos:

- La influencia positiva de la doble piel en la regulación de la luz. Ya que como se vio en el análisis de resultados, si bien para muchos casos la influencia de la doble piel en la entrada de luz al aula es mínima, para otros, la ausencia de esta deja expuesta excesivamente el aula a la luz, llevándola incluso fuera del rango óptimo de confort lumínico. Incluso, las aulas sin doble piel ubicadas en el primer nivel experimentan un mayor ingreso de luz en comparación con las aulas que cuentan con lucernario; dejando en evidencia que la fachada microperforada tiene un impacto mayor en la iluminación de las aulas en comparación con los lucernarios.
- La eficacia de las recomendaciones bioclimáticas en el estudio previo a la construcción, dado que las comparaciones de las mediciones realizadas en la etapa de diseño, con las

mediciones realizadas in situ, a pesar de que las aulas tengan condiciones arquitectónicas similares y se ubiquen prácticamente en la misma posición dentro del proyecto, hay una gran diferencia que se le atribuye a la implementación de la doble piel microperforada.

Con lo que se concluye que las recomendaciones bioclimáticas, basadas en los resultados de la simulación, fueron exitosa en la vida real.

- El impacto del entorno exterior en la iluminación, debido a que como se mostró en los análisis, las aulas del bloque 2 que se encuentran rodeadas por un contexto exterior conformado por árboles, siempre mostraban niveles de iluminación más bajos, en comparación con el bloque 1.
- La relevancia de la cantidad de fachadas en la entrada de luz, puesto que más que la presencia de una doble piel o la inclusión de un lucernario en el diseño, el factor arquitectónico que más influye en la iluminación de las aulas es la cantidad de fachadas, considerando que aquellas aulas que tienen doble apertura de frentes de fachada, siempre obtienen niveles de ingresos de luz mayores a las que solo cuentan con una apertura al exterior; incluso para los casos de aulas con misma orientación y mismo entorno exterior.
- Los lucernarios aportan un gran manejo de la luz al interior de las aulas, ya que, en los resultados de las mediciones con luxómetro, se deja en evidencia como la iluminación aumenta en el centro de las aulas que cuentan con lucernario, incluso más que al lado de las ventanas.
- Con respecto a los materiales, se logra identificar que tienen una excelente incidencia en el confort lumínico al interior de las aulas; debido a que estos materiales reflejan la luz de manera eficiente debido a sus propiedades reflectivas.

- De las encuestas, comparando la percepción de las maestras con la realidad captada por los sensores, se pudo observar que a pesar de que en varios casos la iluminación era deficiente, las maestras opinaban que el espacio se encontraba muy iluminado. Lo que deja claro que no es suficiente depender únicamente de la percepción subjetiva de las maestras y que sería más apropiado que los maestros pudieran medir los niveles de luxes en lugar de basarse únicamente en la intuición.
- Hay una clara tendencia de agrupación en los niños y maestras alrededor de las ventanas en busca de luz natural, así como la adaptación de las actividades hacia estas áreas luminosas, lo que resalta la importancia y la influencia de la iluminación en el entorno educativo y las actividades que se realizan allí.

Está verificado como la presencia de iluminación natural en los espacios no solo mejora la salud de los usuarios, sino también su estado de ánimo, y como el entorno físico de aprendizaje influye directamente tanto en el bienestar físico como en el estado mental de los estudiantes (Kharvari & Rostami-Moez, 2021). Es por esto por lo que, investigaciones como la presente terminan siendo altamente significativas en el diseño de los edificios destinados a la educación infantil y contribuyen al avance en la comprensión de los factores que influyen en la calidad de los centros de desarrollo infantil en Colombia, con la esperanza de inspirar prácticas de diseño y planificación más efectivas que beneficien el desarrollo integral de los niños en sus primeros años de vida. El diseño de iluminación en estos centros debe ajustarse a las preferencias y necesidades reales de los usuarios para asegurar un mejor rendimiento en sus actividades diarias.

BIBLIOGRAFÍA

1. Fichas Bibliográficas

- Alcaldía de Itagüí. (2023). *Informe de rendición de cuentas 2023 de primera infancia, infancia, adolescencia y juventud de la alcaldía de Itagüí*.
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA. (2016). *LEY 1804 DE 2016*. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar ICBF. https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/ley_1804_2016.htm
- Fakhari, M., Vahabi, V., & Fayaz, R. (2021). A study on the factors simultaneously affecting visual comfort in classrooms: A structural equation modeling approach. *Energy and Buildings*, 249. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111232>
- Henriques Árdila, V. (2015). *CDI Cerro de Las Luces*. Documento extraído de Microsoft Teams.
- Kharvari, F., & Rostami-Moez, M. (2021). Assessment of occupant adaptive behavior and visual comfort in educational facilities: A cross-sectional field survey. *Energy for Sustainable Development*, 61, 153–167. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2021.02.001>
- Michael, A., & Heracleous, C. (2017). Assessment of natural lighting performance and visual comfort of educational architecture in Southern Europe: The case of typical educational school premises in Cyprus. *Energy and Buildings*, 140, 443–457. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.12.087>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2011). “*De cero a siempre*” es la nueva estrategia del Gobierno Nacional para la atención de la primera infancia. GOV.CO. <https://www.minsalud.gov.co/comunicadosPrensa/Paginas/%E2%80%9CDeceroasiempre%E2%80%9CDeslanuevaestrategiadeltgobiernonacionalparalaatenci%C3%B3ndelaprimerainfancia.aspx>

Munive Álvarez, J. M. (2020). Calidad de la iluminación en las aulas de clase en una Institución de Educación Superior. *Investigación e Innovación En Ingenierías*, 8(1), 192–201.

<https://doi.org/10.17081/invinno.8.1.3409>

Vera Mazuelos, G. A. (2019). Análisis de la iluminación, como elemento de estimulación, en espacios de educación infantil en la primera infancia. *TRABAJO DE FIN DE MÁSTER*.