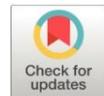


Aprovechamiento de luz natural en la iluminación de viviendas adosadas de la ciudad de Cuenca-Ecuador

Utilization of natural light in the illumination of townhouses in the city of Cuenca, Ecuador

- ¹ Paul Andrés Guzmán Pulla  <https://orcid.org/0009-0000-2078-4808>
Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
paul.guzman.73@est.ucacue.edu.ec
- ² Jefferson Torres Quezada  <https://orcid.org/0000-0002-1832-1369>
Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
jefferson.torres@ucacue.edu.ec
- ³ Pedro Moscoso García  <https://orcid.org/0000-0002-3631-0970>
Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
pericomososo@ucacue.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/12/2023

Revisado: 23/01/2024

Aceptado: 10/02/2024

Publicado: 15/03/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/ap.v6i1.1.461>

Cítese:

Guzmán Pulla, P. A., Torres Quezada, J., & Moscoso García, P. (2024). Aprovechamiento de luz natural en la iluminación de viviendas adosadas de la ciudad de Cuenca-Ecuador. AlfaPublicaciones, 6(1.1), 148–169. <https://doi.org/10.33262/ap.v6i1.1.461>



ALFA PUBLICACIONES, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://alfapublicaciones.com>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras claves:

Arquitectura sostenible, captación solar, luz natural, viviendas adosadas.

Keywords:

Attached houses, natural light, solar capture,

Resumen

Introducción: La luz natural desempeña un papel crucial en la salud y calidad de vida, influenciando el ritmo circadiano, calidad del sueño y salud mental. Su exposición se relaciona con el bienestar general, contribuyendo a un estado de ánimo positivo y niveles de energía más altos. Integrar la luz natural en entornos habitables es esencial para promover una vida saludable y equilibrada en los habitantes de la ciudad de Cuenca. **Objetivo:** esta investigación tiene como fin desarrollar estrategias para el aprovechamiento de luz natural en viviendas adosadas de urbanizaciones de clase media-baja (VIP) de la ciudad de Cuenca-Ecuador. **Metodología:** Se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica sobre la optimización de la luz natural, seguida de la recopilación de datos de viviendas en Cuenca mediante encuestas. Se llevó a cabo un análisis minucioso de estos datos con el fin de desarrollar estrategias específicas. Posteriormente, se procedió a la creación de un prototipo de vivienda representativa basado en los resultados obtenidos. Las estrategias sugeridas fueron implementadas y evaluadas en este prototipo, seguidas de la formulación de conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación. **Resultados:** tras las mediciones realizadas se determinó que el punto con más déficit de iluminación es la parte central de la planta baja de las viviendas adosadas, y con la implementación de ventanas con estantes de luz y lumiductos se maximiza la entrada de luz natural, promoviendo entornos habitables más saludables y energéticamente eficientes en la ciudad de Cuenca. **Conclusión:** se pudo concluir que con las estrategias de aprovechamiento de luz natural propuestas para viviendas adosadas en la ciudad de Cuenca demuestran su efectividad y no solo contribuyen a la eficiencia energética de los hogares, sino que también responden de manera eficaz a los retos específicos planteados. **Área de estudio general:** Arquitectura. **Área de estudio específica:** Arquitectura bioclimática y sostenible.

Abstract

Introduction: Natural light plays a crucial role in health and quality of life, influencing circadian rhythm, sleep quality, and mental well-being. Its exposure is linked to overall well-being, contributing to a positive mood and higher energy levels.

sustainable
architecture.

Integrating natural light into living environments is essential to promote a healthy and balanced life for the residents of the city of Cuenca. **Objective:** This research aims to develop strategies for harnessing natural light in attached housing units within middle-to-lower-class urban developments (VIP) in the city of Cuenca, Ecuador. **Methodology:** A comprehensive literature review on the optimization of natural light was conducted, followed by the collection of housing data in Cuenca through surveys. A detailed analysis of this data was carried out to develop specific strategies. Subsequently, a representative housing prototype was created based on the obtained results. The suggested strategies were implemented and evaluated in this prototype, followed by the formulation of conclusions and recommendations derived from the research. **Results:** After the measurements were taken, it was determined that the point with the greatest lighting deficit is the central part of the ground floor of attached houses. The implementation of windows with light shelves and light tubes maximizes the entry of natural light, promoting healthier and energy-efficient living environments in the city of Cuenca. **Conclusion:** It could be concluded that the proposed strategies for harnessing natural light in attached houses in the city of Cuenca demonstrate their effectiveness. They not only contribute to the energy efficiency of homes but also respond efficiently to the specific challenges presented.

Introducción

A lo largo de la historia, la humanidad ha evolucionado en sintonía con la luz natural, aunque en la actualidad enfrenta desafíos debido al auge de la tecnología y la prevalencia de las luces artificiales. No obstante, los rayos solares siguen siendo vitales para la supervivencia debido a que la luz solar desempeña un papel esencial en la sincronización biológica del cuerpo humano, también conocida como "ritmo circadiano". Este ritmo engloba los cambios físicos, mentales y conductuales que siguen un ciclo de 24 horas basado en la presencia de luz durante el día y oscuridad durante la noche; además de regular el reloj biológico, la luz natural conlleva diversos beneficios, mejorando la salud física, mental y el bienestar general. En épocas anteriores al auge de la tecnología médica en el siglo XX, algunos hospitales y sanatorios llevaban a los pacientes al aire libre, creyendo que la exposición al sol mejoraba su salud. Un estudio publicado en The Journal

of Infectious Diseases respalda la eficacia del antiguo mito que afirmaba que la exposición al sol ayudaba a curar la tuberculosis (Vera Ziccardi, 2022).

La luz desempeña un papel crucial como biomarcador en nuestro cuerpo. Durante el día, generamos serotonina, una hormona que nos mantiene activos, pero al llegar la oscuridad, esta se convierte en melatonina, señalando que es hora de descansar. La carencia de exposición a la luz natural puede perturbar el patrón de sueño, llevando a pensamientos obsesivos, un exceso de miedo, reacciones impulsivas y ansiedad. Este desajuste ha afectado una faceta esencial de nuestro ritmo biológico: el sueño. Por ejemplo, según cálculos del Laboratorio de Cronobiología y Sueño de la Universidad de Murcia, la luz emitida por dispositivos móviles puede reducir hasta en un 50% la producción de melatonina. Aparte de los síntomas evidentes como fatiga, confusión mental y dificultad para pensar con claridad, la alteración del sueño desencadena una desregulación en la homeostasis cerebral, según señala Sánchez. Esto lleva a que el cerebro interprete la falta de descanso como una amenaza continua, disminuyendo la actividad en las áreas responsables del control emocional. Como resultado, surgen pensamientos obsesivos, un miedo excesivo, reacciones impulsivas y ansiedad, con un aumento en la propensión a tomar decisiones arriesgadas e irracionales, como explica la psicóloga María Victoria Sánchez (Villena et al., 2023).

En la actualidad, es común que perdamos las señales ambientales al trabajar en interiores. Los humanos se han vuelto una especie que carece de exposición a la luz natural, lo cual tiene consecuencias amplias para la calidad de sueño y, por ende, para el bienestar. Aunque la cantidad óptima de luz puede variar de una persona a otra, es claro que los cuerpos requieren una exposición a una luz intensa, algo que la mayoría de las fuentes de iluminación en interiores no proporciona (Foster, 2019). La luz natural constituye la energía electromagnética que abarca todo el espectro visible, con su longitud de onda que se extiende desde el color rojo hasta el violeta. Además de ofrecer una reproducción cromática precisa, presenta variaciones en la intensidad, el ángulo de incidencia y las luminancias (Arbona Hidalgo, 2021).

El sol, como fuente de energía inagotable y renovable, ofrece una variedad de beneficios sustanciales en la generación de electricidad y calor, prescindiendo de procesos de combustión. Un aspecto fundamental reside en su capacidad para evitar la emisión de contaminantes a la atmósfera, con la consiguiente reducción de fenómenos dañinos como la lluvia ácida y el temido efecto invernadero. Esta energía solar emerge como una alternativa valiosa para atender las necesidades humanas, tanto en la generación de calor térmico para procesos como en la producción de electricidad. El impacto positivo no se limita a la eficiencia energética; un diseño arquitectónico adecuado, al incorporar tecnologías solares, puede influir positivamente en la creación de ambientes interiores propicios. De este modo, se establece una conexión armoniosa entre la captación de

energía solar y la mejora de las condiciones ambientales en los espacios, destacando el potencial integral y beneficioso de esta fuente de energía renovable.

El sol es una fuente de energía renovable y en términos humanos, inagotable. Una de las ventajas fundamentales de esta energía es que permite la obtención de electricidad y calor sin recurrir a ningún tipo de combustión, y por tanto no se producen emisiones a la atmósfera, se reducen fenómenos nocivos como lluvia ácida y el denominado efecto invernadero (Marín López & Zalamea León, 2018). Aparte de su función en la visibilidad, la excelencia de la iluminación debe contribuir al mantenimiento de la salud, abordando tanto aspectos visuales (como prevenir la fatiga ocular, preservar la salud de la retina y proporcionar confort visual) como no visuales (evitar daños dermatológicos, ser fisiológicamente compatible con los estados de alerta y sueño, preservar las funciones cognitivas, entre otros) (Ratto, 2023).

A lo largo del tiempo, la arquitectura bioclimática ha experimentado cambios, pero siempre ha mantenido su objetivo central de brindar diversidad de comodidades al usuario, tales como térmicas, lumínicas y acústicas, a través de estrategias que respetan y conservan el medio ambiente. En este marco, el diseño arquitectónico bioclimático se enfoca en satisfacer las necesidades del usuario, procurando el confort mediante la integración de la edificación con su entorno, el aprovechamiento de energías alternativas y la reducción del consumo de energía eléctrica. Este enfoque implica una respuesta consciente a las condiciones específicas del entorno, originada en un análisis exhaustivo de los factores climáticos predominantes en la ubicación del proyecto. Elementos como la radiación solar, la humedad relativa, la dirección de los vientos y otros aspectos esenciales se tienen en cuenta en el diseño bioclimático. Desde esta perspectiva, surgen diversas estrategias para aprovechar de manera óptima los recursos disponibles y generar confort. Entre estas estrategias, se destaca la captación solar como medio para generar confort térmico, así como la maximización del uso de la luz natural, con el objetivo de crear espacios con una iluminación excepcional que asegure un confort lumínico óptimo para los usuarios (Navarrete Araujo, 2018).

La calidad de la luz diurna varía dependiendo de las distintas direcciones en el cielo. Por ejemplo, las ventanas orientadas en una sola dirección simplifican la calidad de la luz, mientras que las ubicadas en diferentes paredes introducen una luz solar vibrante desde el exterior, que interactúa con el color y la intensidad del interior. Además, el tono de la luz diurna también experimenta cambios; así, las habitaciones que dan al Sur cuentan con una luz cálida, mientras que aquellas orientadas al Norte presentan una luz fría e incolora. La luz del Este tiene un carácter estimulante, mientras que la luz de la tarde resulta más densa y deslumbrante en verano, llegando a ser incluso adormecedora en invierno (Frigerio et al., 2020).

Dada la ubicación del Ecuador, cruzando la línea ecuatorial, experimenta una escasa variabilidad en la posición del sol a lo largo de todo el año. Esta característica singular abre la puerta a la aplicación eficiente de la energía solar para la generación tanto de electricidad como de calor, beneficiándose de un promedio de 12 horas diarias de exposición solar. La variación en la altura del sol sobre el horizonte, específicamente en el cenit (cuando el sol está directamente sobre la Tierra al mediodía), se sitúa en un rango de +/- 23.5°. En otras palabras, durante el transcurso del año, el Sol se desplaza aproximadamente 46° entre el solsticio de verano, que ocurre el 21 de junio, y el solsticio de invierno, que tiene lugar el 21 de diciembre. Esta regularidad en la posición solar proporciona condiciones ideales para la implementación eficaz de tecnologías solares, aprovechando la consistente exposición solar en la región ecuatorial durante todo el año (NEC 11: Capítulo 14- Energías Renovables, 2011).

La arquitectura, con su responsabilidad de proteger las actividades humanas de las inclemencias climáticas y factores externos, busca también aprovechar condiciones naturales como la radiación solar. La captación pasiva, mediante ventanas y muros envolventes, regula la temperatura, proporciona iluminación y desinfecta ambientes. Es crucial gestionar cuidadosamente consecuencias adversas, como deslumbramiento o pérdida excesiva, ya que los aportes solares varían según estaciones y horas del día. A pesar de los beneficios térmicos y lumínicos, las aberturas pueden generar pérdidas en áreas con escasa incidencia solar (Zalamea-León & Quesada, 2017).

Optimizar el aprovechamiento de la luz natural implica considerar una serie de elementos clave. Algunos de estos están intrínsecamente ligados a la geografía y al clima, mientras que otros están directamente vinculados a las elecciones de diseño arquitectónico que toma el profesional, abarcando aspectos como la geometría del edificio y las características específicas de las aberturas o vanos. Además, resulta esencial abordar factores que inciden directamente en la eficiencia energética en términos de iluminación, entre los que se destacan los dispositivos de control integrados en el sistema de iluminación artificial, permitiendo así la regulación parcial o total de la luz eléctrica según las necesidades específicas.

La luz diurna, más allá de su función básica de proporcionar iluminación interior, desempeña un papel crucial al establecer conexiones visuales con el entorno exterior a través de las aberturas, a la vez que facilita la ventilación pasiva. Ante esta realidad, surge la pregunta de cómo abordar y utilizar eficazmente la luz natural para mejorar no solo el confort de los ocupantes, sino también su bienestar y, en última instancia, su productividad dentro de un espacio determinado. En el contexto de un proyecto de iluminación de calidad, se aconseja aplicar cinco estrategias básicas: captar de manera eficiente la luz natural, transmitirla de manera adecuada, distribuirla equitativamente dentro del espacio, protegerla para evitar posibles deslumbramientos o pérdidas

innecesarias, y, por último, controlarla con sistemas adaptativos que se ajusten a las variaciones de la luz natural a lo largo del día y las estaciones del año. Estas estrategias, cuando se implementan de manera sinérgica, contribuyen a la creación de entornos arquitectónicos que armonizan la funcionalidad con la estética, promoviendo así un ambiente sostenible y saludable (Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética En Edificios Públicos, 2012).

Una forma de disminuir el consumo energético en los edificios consiste en emplear tecnologías de acondicionamiento pasivo e híbrido. Estas tecnologías y estrategias no solo son aplicables a edificaciones residenciales y comerciales, sino que también pueden ser incorporadas en estructuras con fines agroindustriales, contribuyendo así a mejorar las condiciones ambientales, tanto en términos lumínicos como térmicos. Además, estas prácticas posibilitan la reducción del uso de recursos energéticos, minimizan el impacto ambiental y disminuyen la dependencia de sistemas de acondicionamiento artificial (García et al., 2019).

La iluminación natural disponible en el interior de un espacio se origina a partir de tres fuentes principales que contribuyen de manera significativa al ambiente lumínico: La luz natural difusa, proveniente de la bóveda celeste, constituye una fuente que exhibe una intensidad que puede ser prácticamente homogénea en diversas direcciones, sujeta, por supuesto, a las variaciones en la nubosidad. Este tipo de luz aporta una calidad luminosa suave y uniforme, creando un ambiente acogedor y equilibrado en el interior; en contraste, la luz solar directa se distingue por su incidencia puntual en áreas específicas. Este tipo de iluminación se caracteriza por su constante cambio de dirección a lo largo del día, su probabilidad variable de ocurrencia y sus fluctuaciones en intensidad y temperatura de color. Su dinamismo agrega un elemento cambiante y dinámico al ambiente, creando juegos de luces y sombras que pueden realzar la arquitectura y la decoración interior; además, la luz indirecta desempeña un papel esencial al ingresar al espacio por medio de la reflexión, generalmente desde superficies como paredes, pisos y techos. Esta luz se origina tanto en la luz difusa como en la luz solar, y su carácter reflejado contribuye a la distribución uniforme de la iluminación en el interior. Este fenómeno proporciona un equilibrio adicional, mejorando la visibilidad y reduciendo sombras duras, lo que contribuye a un entorno más cómodo y funcional (Chi Pool, 2021).

Para lograr resultados óptimos al aprovechar la iluminación solar, es esencial considerar no solo los aspectos geográficos y morfológico-tecnológicos en el diseño de edificaciones, sino también incorporar de manera integral el factor humano. Este último aspecto implica evaluar el tipo de control que los usuarios tienen sobre estos sistemas de iluminación pasiva, así como comprender cómo utilizan y valoran dichas instalaciones lumínicas. Integrar de manera efectiva estos elementos no solo optimizará el rendimiento energético, sino que también asegurará una experiencia positiva y adaptada a las

necesidades de los usuarios, promoviendo así la eficiencia y la sostenibilidad en el ámbito lumínico de los espacios habitables (Balsari & Boutet, 2021).

La implementación de estrategias destinadas al óptimo aprovechamiento de la luz natural en las viviendas adosadas de la Ciudad de Cuenca no solo tiene como meta primordial mejorar la calidad de vida de sus habitantes, sino que también se orienta hacia la sensibilización y fomento de prácticas de diseño y construcción sostenible. En este enfoque integral, se procura no solo maximizar la eficiencia lumínica para crear entornos habitables más saludables y agradables, sino también cultivar una conciencia colectiva en torno a la importancia de adoptar medidas que contribuyan a la preservación del medio ambiente y promuevan la sostenibilidad a largo plazo. Este doble propósito no solo apunta a optimizar el bienestar de los residentes, sino también a inculcar valores y prácticas que abracen un enfoque holístico hacia la arquitectura y el desarrollo urbano, reconociendo la interconexión entre la calidad de vida de los habitantes y la salud del entorno construido.

Comprender a fondo el impacto positivo que la luz natural puede ejercer en el diseño y bienestar de una vivienda se convierte en un componente esencial en la búsqueda incesante de entornos habitables que no solo promuevan la salud, sino que también sean sostenibles. En este contexto, se realizó una investigación aplicada con un enfoque prospectivo, cuyo propósito primordial es mejorar el confort y la salud de los habitantes de viviendas adosadas en la ciudad de Cuenca. Esta investigación se distingue por su carácter propositivo, ya que desarrolló estrategias para maximizar el aprovechamiento de la luz natural en estos entornos urbanos.

Objetivo

Aprovechar la luz natural en viviendas adosadas de urbanizaciones de clase media-baja (VIP) de la ciudad de Cuenca, desarrollando estrategias que mejoren la calidad de vida de sus habitantes.

Objetivos Específicos

Identificar los efectos específicos y térmicos de la luz natural mediante los datos recopilados en la investigación desarrollando las estrategias de aprovechamiento de luz natural.

Aplicar las estrategias propuestas prototipando una vivienda adosada a escala 1:20 para evaluar la eficacia y funcionalidad de mismas.

Desarrollar recomendaciones y conclusiones mediante el análisis de resultados obtenidos implementando aspectos claves para el aprovechamiento de luz en viviendas adosadas de urbanizaciones de clase media-baja (VIP), eficiencia energética y sostenible para la Ciudad.

Metodología

La presente investigación es de tipo exploratoria, aplicada y prospectiva. El universo de estudio son las viviendas adosadas de urbanizaciones de clase media-baja (VIP) de la ciudad de Cuenca; ya que este tipo de residencias consta con un alto porcentaje dentro de la ciudad, esto se pudo determinar mediante observaciones directas, encuestas y entrevistas realizadas.

Con el objetivo de consolidar y fortalecer los conceptos fundamentales relacionados con la iluminación natural y la arquitectura sostenible, se llevó a cabo una revisión de literatura científica.

Las variables analizadas en esta investigación fueron: Materialidad, Eficiencia Lumínica Natural, Características geométricas de las viviendas adosadas y su entorno.

Se realizó la recolección de datos mediante encuestas y entrevistas para poder identificar cuáles son los puntos críticos de ausencia de iluminación natural y se determinó que el 74% de las viviendas analizadas tienen el mayor déficit de iluminación natural en la planta baja, esto se debe a algunas características como la longitud de paredes que se adosan, el número de plantas de las viviendas colindantes, relación pared-ventana en fachadas frontales; además un 35% de las personas encuestadas calificó con mala, un 13% muy mala y un 11% casi nula iluminación natural, con estos resultados se corroboró el problema latente que se encuentra en la zona inferior de las viviendas

Otro aspecto importante que es fundamental para determinar las estrategias para mejorar el déficit de luz natural en las viviendas es la materialidad, con los datos recopilados se determinó que los materiales más comunes presentes en paredes son bloque y ladrillo, en cielo raso son estuco y gypsum, en pisos son cerámica y piso flotante, en ventanas es el aluminio y vidrio.

Finalmente se determinaron estrategias que puedan satisfacer en su mayoría la demanda. Todos los aspectos mencionados ayudaron a determinar las soluciones para el problema presentado.

Como primera estrategia se encuentra la implementación de ventanas con estantes de luz que ayude como difusor de luz, este consiste en una bandeja de material reflectivo que se encuentra en la parte superior de las ventanas, cuya función es redireccionar la luz directa hacia el cielo raso en el espacio interior, buscando aumentar la profundidad de penetración de luz, disminuyendo el deslumbramiento y molestias en las zonas cercanas a las ventanas.

La segunda estrategia es implementar un lumiducto, que es un captador solar para incrementar el nivel de iluminación difusa en el interior, el mismo consiste en un colector

de luz que recibe los rayos solares y los conduce por reflexiones en su cuerpo hasta el interior.

En la figura 1 se observan renders de las estrategias propuestas.

Figura 1

Render de representación de vivienda sin estrategias, con estantes de luz y lumiducto



Según Pérez González la reflectancia típica de los materiales de edificación es: Pintura blanca nueva 65-75%, ladrillo claro 45-50%, ladrillo oscuro 30-40%, mármol blanco 45-

50%, hormigón 25-30%, mortero 15-20%, granulite 15-10%, vidrio reflectante 20-30%, vidrio transparente 7-8% y vidrio tintado 5-8% (2015).

Con la información recolectada de la geometría de viviendas se determinó que la mayoría de las viviendas adosadas de la ciudad tiene entre 2 y 3 pisos y la longitud de las paredes adosadas esta entre los 6 a 11 metros, siendo la mayor distancia la más perjudicial.

Para proponer las estrategias se prototipó una vivienda a escala 1:20 con orientación Este, con un adosamiento de 11,15 metros, con 6.3 metros de frente y un solo ambiente sala-comedor, en la Figura 2 se puede ver la vista en planta de la planta baja de la vivienda de estudio.

Figura 2

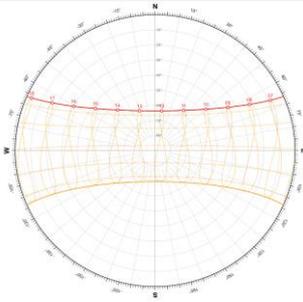
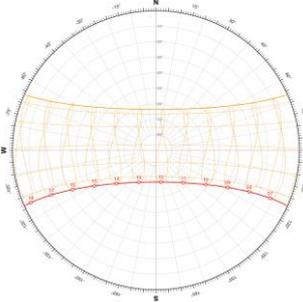
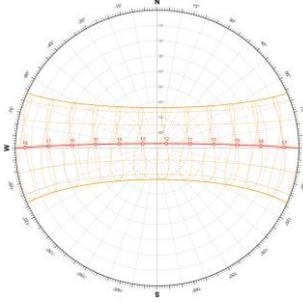
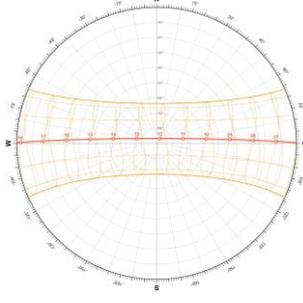
Vista en planta de vivienda representativa



Definida la vivienda de estudio y con ayuda de la gráfica solar, un luxómetro, brújula y una lámpara led de 60x60cm se realizaron mediciones para los solsticios de verano e invierno y los equinoccios de otoño y primavera, en los horarios de 9h00, 12h00 y 16h00, en la tabla 1 se puede observar el azimut y altitud del sol para la ciudad de Cuenca con coordenadas (Latitud -2.898599°; Longitud -78.9682818°).

Tabla 1

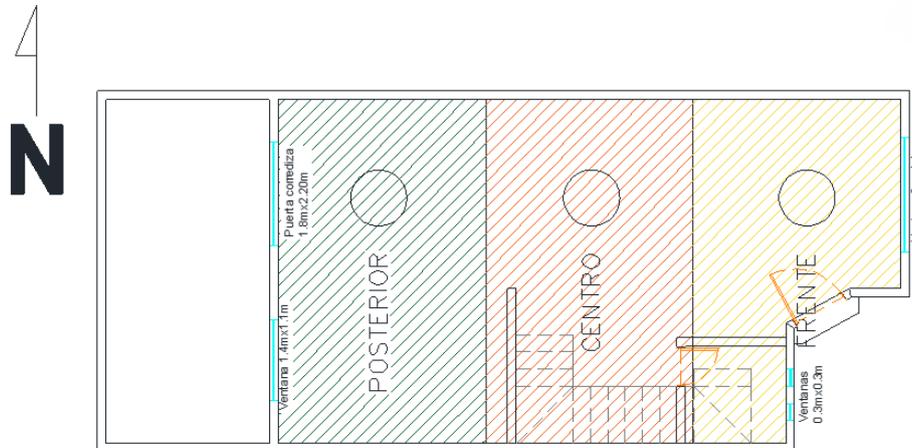
Azimut y altura solar según posición solar y hora para la vivienda de Estudio

Posicion solar	Grafica	Hora	Azimut	Altitud
Solsticio de verano		9h00	118,08°	38,91°
		12h00	171,03°	69,20°
		16h00	244,10°	31,72°
Solsticio de invierno		9h00	58,49°	35,18°
		12h00	9,09°	63,32°
		16h00	299,23°	29,90°
Equinoccio de otoño		9h00	87,74°	39,04°
		12h00	64,60°	83,44°
		16h00	272,01°	35,90°
Equinoccio de primavera		9h00	86,99°	42,86°
		12h00	33,55°	86,25°
		16h00	272,09°	32,04°

Durante la toma mediciones se separó la vivienda en 3 puntos estratégicos para identificar de mejor forma el ingreso de luz Natural, el primero se ubicó cerca de la ventana de la fachada frontal, el segundo en el centro de la vivienda y el tercero cerca de las ventanas de la fachada posterior como se puede observar en la figura 3.

Figura 3

Ubicación de luxómetro para toma de mediciones



Resultados

Los valores obtenidos de las mediciones con el luxómetro dentro de la vivienda modelo se muestran en las figuras 4, 5, 6 y 7, los datos presentados muestran la cantidad de luxes registrados a las 9h00, 12h00 y 16h00 en las zonas posterior, central y frontal.

En la Figura 4, sin estrategias adicionales de iluminación, se evidencia una disparidad en los niveles de luz en diferentes zonas de la vivienda modelo durante el solsticio de verano. En la zona frontal, se registran 71 luxes a las 9h00, 4 luxes a las 12h00 y ausencia total de luz a las 16h00. La zona central no muestra acceso a luz natural durante todo el día, mientras que en la zona posterior, los niveles aumentan a 42 luxes a las 16h00.

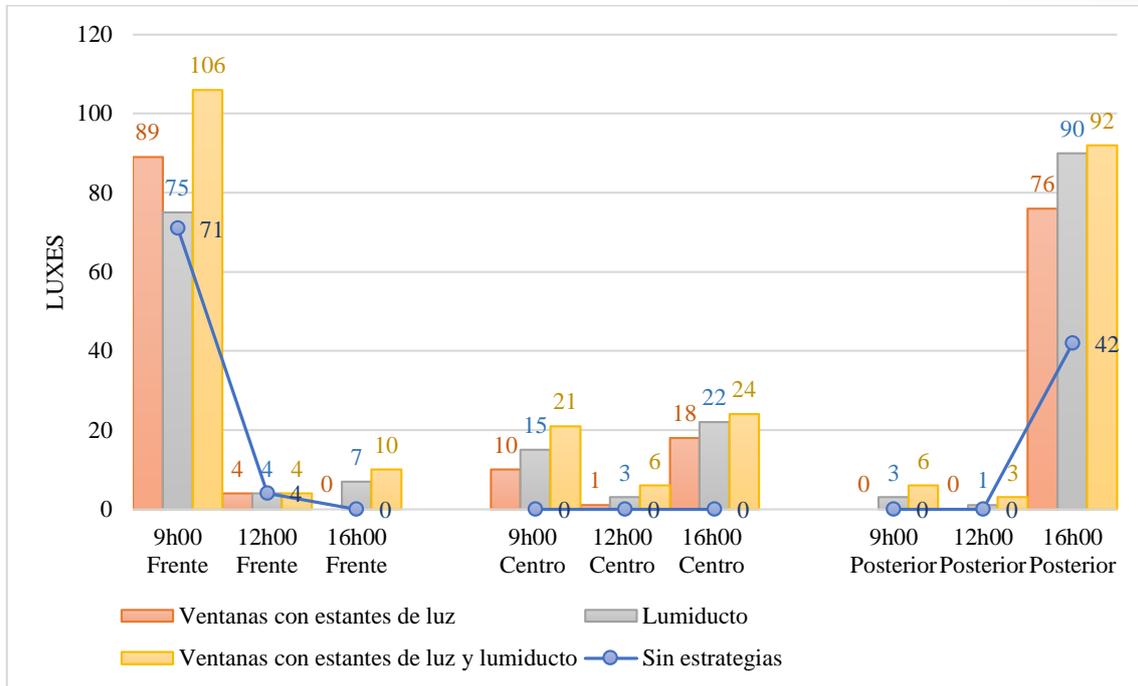
Tras la implementación de ventanas con estantes de luz, se observan mejoras. En la zona frontal, los niveles aumentan a 89 luxes a las 9h00, permaneciendo en 4 luxes a las 12h00 y 0 luxes a las 16h00. En la zona central, se logran 10 luxes a las 9h00, 1 luxes a las 12h00 y 18 luxes a las 16h00. En la zona posterior, se registra un aumento a 76 luxes a las 16h00.

Con el uso de lumiductos, se observan mejoras adicionales. En la zona frontal, se alcanzan 75 luxes a las 9h00, 7 luxes a las 16h00. En la zona central, se logran 15 luxes a las 9h00, 3 luxes a las 12h00 y 22 luxes a las 16h00. En la zona posterior, se llega a 90 luxes a las 16h00.

La combinación de ambas estrategias resulta en mejoras más significativas. En la zona frontal, se alcanzan 106 luxes a las 9h00, 10 luxes a las 16h00. En la zona central, se logran 21 luxes a las 9h00, 6 luxes a las 12h00 y 24 luxes a las 16h00. En la zona posterior, se llega a 92 luxes a las 16h00.

Figura 4

Cantidad de luxes por hora en el solsticio de verano



En la Figura 5, sin aplicar estrategias adicionales de iluminación durante el solsticio de invierno, se destacan los niveles de luminosidad en distintas zonas de la vivienda. En la zona frontal, se registra una presencia notable de luz a las 9h00, con 147 luxes, seguida de una drástica reducción a solo 2 luxes a las 12h00 y ausencia total a las 16h00. En la zona central, no se detecta luz natural en ningún momento del día, manteniéndose en 1 lux a las 9h00, 0 luxes a las 12h00 y 16h00 respectivamente. Mientras que, en la zona posterior, se nota ausencia de luz a las 9h00 y 12h00, pero presencia a las 16h00, alcanzando los 61 luxes.

Tras aplicar la estrategia de ventanas con estantes de luz, se observan mejoras en la iluminación en varias zonas durante el solsticio de invierno. En la zona frontal, aunque los niveles de luz disminuyen ligeramente a 145 luxes a las 9h00 y 6 luxes a las 12h00, persiste la ausencia de luz a las 16h00. En la zona central, se registra un aumento notable, alcanzando 8 luxes a las 9h00, 1 lux a las 12h00 y 9 luxes a las 16h00, indicando una mejor distribución durante el día. En la zona posterior, no hay cambios significativos, permaneciendo en 0 luxes a las 9h00 y 12h00, y alcanzando los 60 luxes a las 16h00.

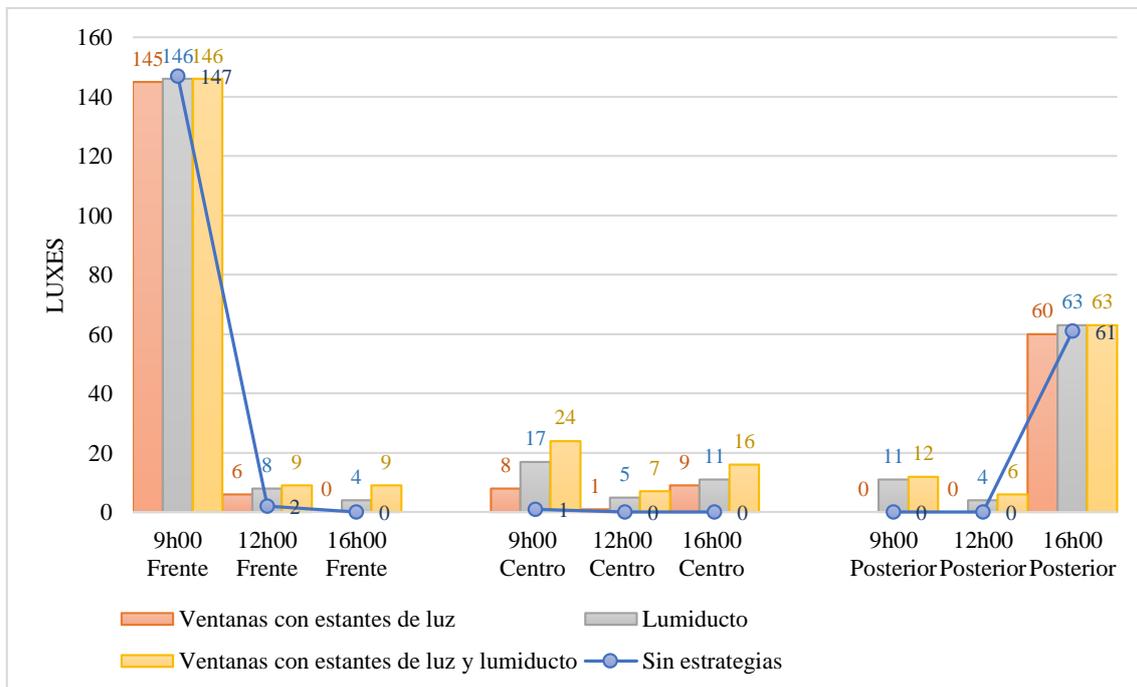
Al implementar lumiductos, se observa un impacto significativo en la iluminación durante el solsticio de invierno. En la zona frontal, se registra una leve mejora, alcanzando 146 luxes a las 9h00, 8 luxes a las 12h00 y 4 luxes a las 16h00. En la zona central, hay mejoras notables, con 17 luxes a las 9h00, 5 luxes a las 12h00 y 11 luxes a las 16h00. En la zona

posterior, se observa un aumento significativo, con 11 luxes a las 9h00, 4 luxes a las 12h00 y 63 luxes a las 16h00.

La combinación de estrategias de ventanas con estantes de luz y lumiducto muestra resultados prometedores. En la zona frontal, se registra una mejora a las 9h00, con 146 luxes, 9 luxes a las 12h00 y 9 luxes a las 16h00. En la zona central, la combinación proporciona mejoras notables, con 24 luxes a las 9h00, 7 luxes a las 12h00 y 16 luxes a las 16h00. En la zona posterior, se observa una mejora constante, con 12 luxes a las 9h00, 6 luxes a las 12h00 y 63 luxes a las 16h00.

Figura 5

Cantidad de luxes por hora en el solsticio de invierno



La Figura 6 presenta los niveles de iluminación durante el equinoccio de otoño, sin intervención estratégica inicial. En la zona frontal, se observa una disminución de 64 luxes a 1 lux entre las 9:00 y las 12:00 horas, alcanzando niveles nulos a las 16:00 horas. En la zona central y posterior, los niveles permanecen en 0 luxes, con una excepción en la posterior a las 16:00 horas, alcanzando 97 luxes.

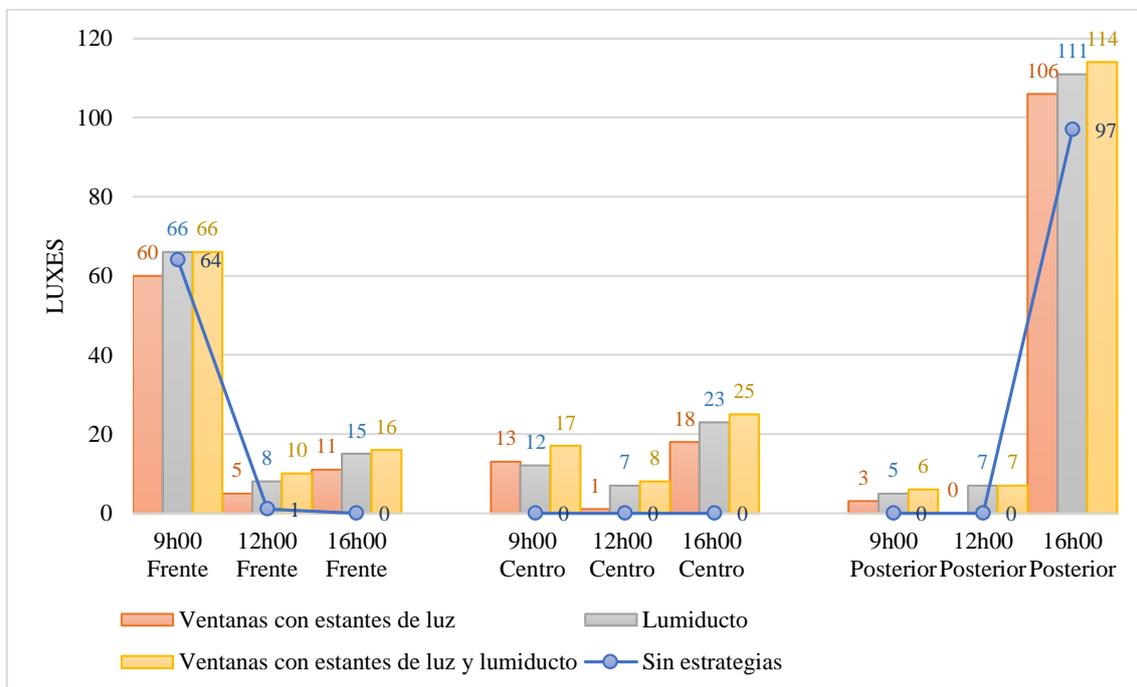
Posteriormente, se implementó la estrategia de ventanas con estantes de luz, mejorando la iluminación. En la zona frontal, se observó un aumento a 60 luxes a las 9:00 horas, 5 luxes a las 12:00 horas y 11 luxes a las 16:00 horas. En la zona central, pasó de 13 a 1 lux a las 9:00 y 12:00 horas, respectivamente, alcanzando 18 luxes a las 16:00 horas. En la zona posterior, se registró un aumento a 106 luxes a las 16:00 horas.

Luego, se aplicó la estrategia de lumiducto, generando mejoras adicionales. En la zona frontal, se incrementó a 66 luxes a las 9:00 horas, 8 luxes a las 12:00 horas y 15 luxes a las 16:00 horas. En la zona central, aumentó a 12 luxes a las 9:00 horas, 7 luxes a las 12:00 horas y 23 luxes a las 16:00 horas. En la zona posterior, alcanzó 111 luxes a las 16:00 horas.

Finalmente, al combinar las estrategias de ventanas con estantes de luz y lumiducto, se lograron mejoras notables en todas las zonas evaluadas. En la zona frontal, se alcanzaron 66 luxes a las 9:00 horas, 10 luxes a las 12:00 horas y 16 luxes a las 16:00 horas. En la zona central, se registraron 17 luxes a las 9:00 horas, 8 luxes a las 12:00 horas y 25 luxes a las 16:00 horas. En la zona posterior, se evidenció un aumento a 114 luxes a las 16:00 horas, mientras que a las 9:00 y 12:00 horas se registraron 6 y 7 luxes, respectivamente.

Figura 6

Cantidad de luxes por hora en el equinoccio de otoño



La Figura 7 muestra los niveles de iluminación durante el equinoccio de primavera sin intervención estratégica. En la zona frontal, se registran 165 luxes a las 9:00 horas, seguidos de una disminución a 3 luxes a las 12:00 horas y niveles nulos a las 16:00 horas. En la zona central, los niveles se mantienen bajos con 1 lux a las 9:00 y 16:00 horas, y niveles nulos a las 12:00 horas. En la zona posterior, se registran niveles nulos a las 9:00 y 12:00 horas, mientras que a las 16:00 horas alcanzan los 115 luxes.

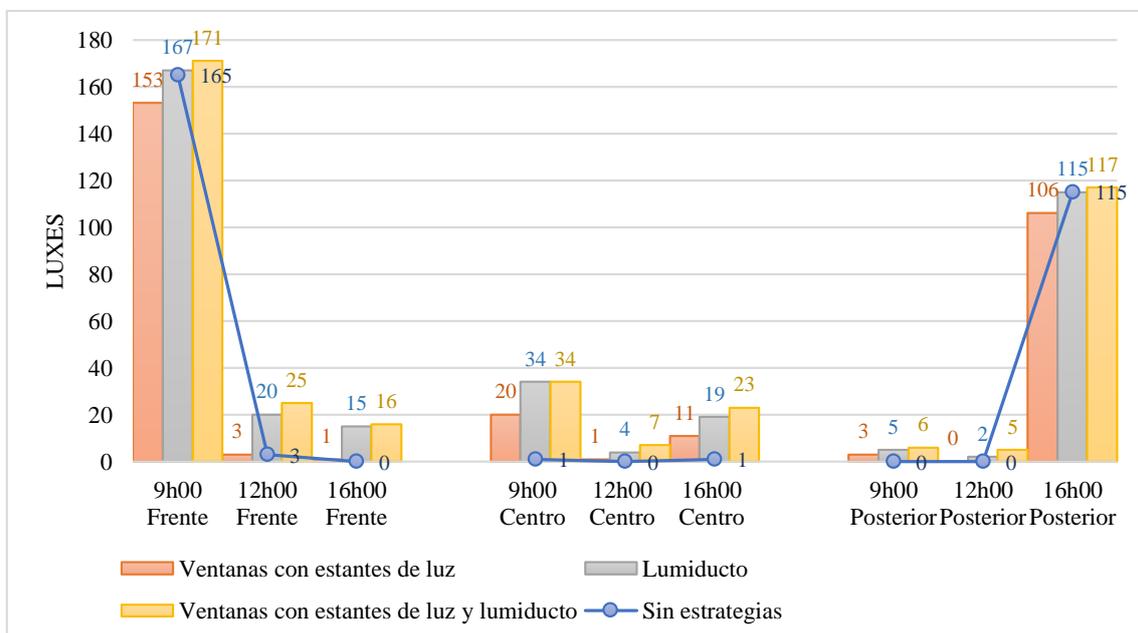
Se implementó la estrategia de ventanas con estantes de luz en un intento por mejorar la iluminación. En la zona frontal, se reducen los niveles a 153 luxes a las 9:00 horas, 3 luxes a las 12:00 horas y 1 lux a las 16:00 horas. En la zona central, hay un aumento a 20 luxes a las 9:00 horas, 1 lux a las 12:00 horas, y 11 luxes a las 16:00 horas. En la zona posterior, los niveles se mantienen en 0 luxes, excepto a las 16:00 horas donde aumentan a 106 luxes.

La estrategia de lumiducto se aplicó para mejorar aún más la iluminación durante el equinoccio de primavera. En la zona frontal, se observa un aumento a 167 luxes a las 9:00 horas, 20 luxes a las 12:00 horas y 15 luxes a las 16:00 horas. En la zona central, hay un aumento significativo a 34 luxes a las 9:00 horas, 4 luxes a las 12:00 horas, y 19 luxes a las 16:00 horas. En la zona posterior, se evidencia un aumento sustancial a las 16:00 horas, alcanzando los 115 luxes, aunque a las 9:00 y 12:00 horas se registran 5 y 2 luxes, respectivamente.

Al combinar las estrategias de ventanas con estantes de luz y lumiducto, se logran mejoras significativas en los niveles de iluminación. En la zona frontal, se alcanzan 171 luxes a las 9:00 horas, 25 luxes a las 12:00 horas y 16 luxes a las 16:00 horas. En la zona central, se registran 34 luxes a las 9:00 horas, 7 luxes a las 12:00 horas y 23 luxes a las 16:00 horas. En la zona posterior, se observa un aumento notable a las 16:00 horas, alcanzando los 117 luxes, mientras que a las 9:00 y 12:00 horas se registran 6 y 5 luxes, respectivamente.

Figura 7

Cantidad de luxes por hora en el equinoccio de primavera



Discusión

Aunque las estrategias propuestas indudablemente mejoran la calidad de la iluminación natural en los espacios interiores, es esencial reconocer que la percepción estética por parte de los usuarios puede variar. En este sentido, la implementación exitosa de estas estrategias no solo debe centrarse en la eficiencia lumínica, sino también en la armonía visual y el confort estético. Por lo tanto, se destaca la importancia de incorporar estas soluciones desde la fase inicial del diseño de la vivienda o considerarlas para otra investigación.

La integración de estas estrategias luminosas desde el proceso de diseño no solo busca optimizar la eficacia de la iluminación natural, sino también garantizar que la estética global de los espacios sea coherente con las preferencias y necesidades estéticas de los usuarios. Al considerar aspectos como la disposición de las ventanas, la orientación de los lumiductos y la distribución de los estantes de luz durante la concepción arquitectónica, se logra no solo una mejora funcional sino una experiencia visual más agradable y satisfactoria para los habitantes.

Es fundamental destacar que la investigación se enfoca específicamente en mejorar la iluminación natural para las plantas bajas de viviendas adosadas en la ciudad de Cuenca. Este enfoque limitado permite un análisis más detallado y específico de las condiciones particulares de este tipo de viviendas, asegurando que las estrategias propuestas sean óptimas y adaptadas a las necesidades específicas de este contexto urbano. Al concentrarse en las plantas bajas, se aborda de manera precisa la problemática lumínica que enfrentan estas viviendas, permitiendo así una implementación más efectiva de las soluciones propuestas.

Conclusiones

- La implementación de ventanas con estantes de luz representa una innovadora solución arquitectónica que potencia de manera significativa la iluminación natural. Al incorporar este diseño, se logra expandir el alcance de la luz difusa hasta 2.5 veces, dependiendo de la posición solar. Este enfoque no solo optimiza la eficiencia energética, sino que también crea ambientes más luminosos y agradables, mejorando la calidad de vida en espacios interiores.
- Los lumiductos emergen como una solución eficaz para canalizar la luz natural en áreas carentes de ventanas o con acceso limitado a la iluminación del exterior. Estos dispositivos permiten la captura y conducción de la luz solar hacia lugares estratégicos, transformando espacios oscuros en entornos iluminados de manera natural. Esta tecnología no solo se traduce en ahorro energético, sino que también proporciona una alternativa sostenible y estéticamente agradable para mejorar la luminosidad en interiores.

- Las estrategias de aprovechamiento de luz natural diseñadas para viviendas adosadas en la ciudad de Cuenca demuestran su efectividad en múltiples niveles. Al adaptarse a las particularidades del entorno urbano, estas estrategias no solo contribuyen a la eficiencia energética de los hogares, sino que también responden de manera eficaz a los retos específicos que plantea la densidad urbana. La integración de estas prácticas no solo se traduce en beneficios individuales para los residentes, sino que también contribuye al desarrollo sostenible y al bienestar general de la comunidad.

Agradecimiento

El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca, por ello agradecemos a todos y cada uno de los instructores pertenecientes a los grupos de investigación; Ciudad, Ambiente, y Tecnología(CAT), y Sistemas embebidos y visión artificial en ciencias, Arquitecturas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

Referencias bibliográficas

- Arbona Hidalgo, L. (2021). *Estudio de la influencia de la iluminación en la percepción de los estudiantes universitarios* [GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA, Universidad Politecnica de Valencia].
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/161277/Arbona%20-%20Estudio%20de%20la%20influencia%20de%20la%20iluminaci%C3%B3n%20en%20la%20percepci%C3%B3n%20de%20los%20estudiantes%20universitari...pdf?sequence=1>
- Balsari, S. M., & Boutet, M. L. (2021). Estrategias para el aprovechamiento y control de la luz solar en espacios arquitectónicos culturales y patrimoniales de la región Nea. *Riunne*, 83–97.
https://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/30201/RIUNNE_FAU_AR_Balsari-Boutet.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chi Pool, D. A. (2021). *Iluminación natural a través de ventanas*. (Fundación Universidad de las Américas, Ed.; Primera edición, Vol. 1). Fundación

- Universidad de las Américas . <https://issuu.com/webudlap/docs/iluminacion-natural-a-traves-de-ventanas-ed-udlap>
- Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos, Pub. L. No. 09CN14-5706, Innova Chile (2012).
- Foster, R. (2019, May 20). *Por qué es importante la luz solar para dormir mejor y cómo puede influir en nuestra calidad de vida*. BBC News Mundo.
- Frigerio, A., Espinoza-de León, V., & Molar Orozco, M. E. (2020). Evaluación de iluminación natural, con base a orientación en espacios interiores. Caso de estudio: vivienda en fraccionamiento de clase media en Saltillo. *CienciAcierta*. <http://www.cienciacierta.uadec.mx/articulos/CC64/evaluacioniluminacionCONGRESO.pdf>
- García, V., Iriarte, A., & Flores Larsen, S. (2019). Acondicionamiento bioclimático y lumínico de un centro de propagación agámica de plantas en INTA – Catamarca. *Asades*, 44. <http://eprints.natura.unsa.edu.ar/id/eprint/797>
- Marín López, D. S., & Zalamea León, E. F. (2018). *Integración arquitectónica de sistemas solares activos y pasivos en edificios industriales. Caso estudio Cuenca-Ecuador* [Tesis de Pregrado]. Universidad de Cuenca.
- NEC 11: Capitulo 14- Energías Renovables, Miduvi (2011).
- Navarrete Araujo, L. E. (2018). *Estrategias de diseño bioclimático en los espacios académicos para generar confort térmico y lumínico en un centro de innovación tecnológico productivo pecuario en el distrito de José Gálvez – Celendín, 2018* [Tesis de pregrado]. Universidad Privada del Norte.
- Pérez González, M. T. (2015). *Determinación y caracterización de los indicadores que intervienen en un sistema integral de iluminación natural y protección solar. Aplicado a la incorporación de bandejas en los huecos de fachadas existentes*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura.
- Ratto, G. E. (2023). Luz Natural, Luz Artificial y Visión ¿Recibimos la que necesitamos para prosperar en salud? *Medicina Naturista*, 17(1). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8787331.pdf>
- Vera Ziccardi, V. (2022, October 27). *Fuente natural: Cómo repercute en tu salud la falta de luz solar*. La Nación.
- Villena, M., Muros, A., Sánchez, M., & Martínez, M. (2023, April 4). *La iluminación en nuestra vida*. El País.

Zalamea-León, E., & Quesada, F. (2017). Criterios de integración de energía solar activa en arquitectura: potencial tecnológico y consideraciones proyectuales. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 19(1), 56–69.
<https://doi.org/10.14718/REVARQ.2017.19.1.1018>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Alfa Publicaciones**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Alfa Publicaciones**.



Indexaciones

