

RESEARCH ARTICLE

Influencia de la temperatura radiante de la ventana en el confort térmico en viviendas unifamiliares de la ciudad de Azogues

Cristian Javier Pinos Saquicela ¹  Jefferson Torres Quezada ²  Jorge-Fernando Toledo-Toledo ³ 

¹ Universidad Católica de Cuenca, Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable, EC 010102, Cuenca, Ecuador.

² Universidad Católica de Cuenca, EC 010102, Cuenca, Ecuador.

³ Universidad Católica de Cuenca, Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable, EC 010102, Cuenca, Ecuador.

✉ Correspondencia: cristianjavier444@outlook.com ☎ + 593 995 410 625

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj82224>

Resumen: Este estudio aborda la influencia de la temperatura radiante de las ventanas en el confort térmico, en el contexto de la importación de los modelos arquitectónicos foráneos que sustituyen la arquitectura vernácula en Azogues, Ecuador. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica junto a una reflexión sobre el impacto que tiene una ventana sobre el confort térmico. Luego, mediante una metodología cuasi-experimental aplicada en una vivienda unifamiliar, se evaluaron las temperaturas internas en relación con las temperaturas radiantes emitidas por la ventana. Aplicando más tarde estrategias pasivas como persianas de pvc y cortinas de seda. Los resultados muestran un incremento de 0.27°C y 0.22°C, en la temperatura interna tras la aplicación de estas estrategias, mejorando así el confort térmico. Finalmente, se destaca la importancia de diseñar ventanas con criterios bioclimáticos para reducir pérdidas de calor y optimizar la habitabilidad mejorando la calidad de vida de las personas.

Palabras claves: Sostenibilidad, Confort Térmico, Temperatura radiante, Ventana

The influence of window radiant temperature on thermal comfort

Abstract: This study investigates the influence of window radiant temperature on thermal comfort, within the context of importing foreign architectural models that are replacing vernacular architecture in Azogues, Ecuador. A literature review and critical reflection on the impact of windows on thermal comfort were conducted. Subsequently, using a quasi-experimental methodology applied to a single-family dwelling, internal temperatures were evaluated relative to the radiant temperatures emitted by the window. Passive strategies—



Check for updates

Cita: Pinos Saquicela, C. J., Torres Quezada, J., & Toledo-Toledo, J.-F. (2025). Influencia de la temperatura radiante de la ventana en el confort térmico en viviendas unifamiliares de la ciudad de Azogues. Green World Journal, 08(02), 224. <https://doi.org/10.53313/gwj82224>

Received: 03/June/2025

Accepted: 10/July/2025

Published: 13/July/2025

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

Editor's note: CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2025 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and

specifically PVC blinds and silk curtains—were then implemented. The results show an internal temperature increase of 0.27°C and 0.22°C following these interventions, thereby improving thermal comfort. Finally, the study underscores the importance of designing windows using bioclimatic principles to reduce heat loss, optimize habitability, and enhance residents' quality of life

Keywords: Sustainability, Thermal Comfort, Radiant Temperature, Window

1. Introducción

Inicialmente, una revisión bibliográfica sobre sostenibilidad y arquitectura bioclimática permitió comprender la temperatura ideal de un espacio habitable y su relación con el confort del usuario. Los procesos de evaluación térmica guían el análisis del desempeño de los espacios. Por ello, se seleccionó a la ciudad de Azogues, al sur del Ecuador, cuya altitud 2,500 m y clima frío-templado lo convierten en un contexto ideal para estudios térmicos.

Actualmente, el diseño y construcción de espacios con criterios sostenibles, como orientación, recorrido solar, ventilación cruzada, estrategias pasivas y materiales aislantes, son fundamentales para mejorar la habitabilidad (Xhexhi & Klodjan, 2023). Estas prácticas generan condiciones físicas y de bienestar que optimizan el rendimiento del usuario, al tiempo que reducen el consumo energético y la dependencia de sistemas de climatización e iluminación artificial (Omer, 2008).

La investigación en edificios en regiones frías, enfocada en mejorar el aislamiento y la envolvente interna, reduce el gasto energético mensual al minimizar pérdidas de calor e infiltraciones de aire frío en las jambas de las ventanas, así como la baja eficiencia en el uso de energía solar (Molina & Yaguana, 2018). Estas medidas son esenciales para optimizar la estanqueidad y el confort térmico.

Los elementos de la fachada son responsables de hasta el 60% de las pérdidas energéticas debido a sus coeficientes de transferencia de calor, principalmente en áreas vidriadas (Tushina, 2023). Estas pérdidas afectan directamente el confort térmico de los ocupantes durante el invierno y el verano, generando ambientes térmicos no uniformes (Cuce & Riffat, 2015) (Song et al., 2021).

Factores ambientales como: la temperatura interna, velocidad del aire, humedad relativa y temperatura radiante, entre otros; influyen significativamente en el confort térmico (Kujundzic et al., 2023). Además, algunas características de las ventanas, como: reflectividad, transmitancia y emisividad, son determinantes en su desempeño térmico.

La temperatura radiante, hace referencia al calor que emanan las superficies circundantes de un espacio, afectando significativamente el confort y la calidad de vida (Malik & Bardhan, 2023). Por lo tanto, el problema radica en la transferencia de calor por radiación en climas fríos, cuando la superficie acristalada de la ventana tiene una temperatura más baja que la interior, actuando como un radiador que genera un intercambio de energía/calor. Este intercambio reduce la temperatura radiante percibida, generando incomodidad y sensación de frío en los ocupantes cercanos (Liu et al., 2022). Además, la diferencia de temperatura entre el vidrio y el ambiente interior crean corrientes de convección que agravan la sensación de incomodidad (Huizenga et al., 2006). Mitigar este problema es un desafío clave en el diseño de espacios habitables (Wang & Wang, 2021).

Otros conceptos como la reflectividad, que determina la cantidad de radiación solar reflejada por el vidrio en función de su opacidad, establece que a mayor opacidad, menos luz atraviesa al interior y más se refleja al exterior. Por otro lado, la transmitancia térmica, mide el flujo de calor que atraviesa un objeto entre ambientes; una ventana con baja transmitancia es más eficiente al reducir el intercambio energético. Por último, la emisividad indica la capacidad de una superficie para emitir radiación: un valor alto implica enfriamiento rápido, mientras que un valor bajo lo retarda (Arévalo, 2021).

El rendimiento térmico de las ventanas es inferior al de otros componentes del edificio, lo que incrementa las pérdidas energéticas cuando su área es grande (Li et al., 2020). Estas aberturas acristaladas afectan el clima interior y la eficiencia energética de los espacios.

Sin embargo, el análisis de los resultados obtenidos en diferentes escenarios respalda la hipótesis de que las ventanas, según sus dimensiones y materiales, influyen significativamente en el confort térmico interior.

2. Materiales y métodos

2.1 Etapas

El estudio se desarrolló en tres etapas:

Primero: Selección de una vivienda en el centro de Azogues, como se muestra en la *figura 1, página siguiente*, ubicada a 2 500 m de altitud con un clima frío-templado, para analizar el comportamiento térmico nocturno, cuando las temperaturas descienden significativamente respecto al periodo diurno.



Figura 1. Ubicación de la zona de estudio: (a) Ciudad de Azogues, Ecuador; (b) Sector Zhirincay – frente al cementerio (c) Orientación de la Vivienda. Fuente: Elaboración propia.

Segundo: Se generó un análisis cuasi-experimental en dos habitaciones orientadas al este, *figura 1*, equipadas con ventanas de aluminio y vidrio simple de 6 mm. Se midieron las temperaturas internas y de las ventanas durante siete días, antes y después de aplicar estrategias pasivas: persianas de policloruro de vinilo (PVC) en la habitación 1 y cortinas de seda en la habitación 2.

Los



datos se recopilaban bajo condiciones climáticas similares para evaluar el rendimiento térmico y el confort (Lami et al., 2023). Los resultados compararon el impacto de las estrategias en la temperatura radiante interior (Zoure & Genovese, 2022).

Figura 2. Habitaciones internas de la vivienda: (a) Medidor de estrés térmico Reed; (b) Habitación 1; (c) Habitación 2; (d) Persianas PVC; (e) Cortina de seda; (f) Toma de datos de persiana; (g) Toma de datos cortina. Fuente: Elaboración propia.

Además, se realizó un análisis visual de las ventanas para verificar el estado de los materiales: jambas, uniones, empalmes y posibles orificios que permitieran infiltraciones de aire exterior. Al mismo tiempo, se aseguraron condiciones uniformes en las habitaciones, con pisos de madera, paredes enlucidas de 1 cm, cielos rasos de panel de yeso y ventanas de aluminio con vidrio transparente de 6 mm, *figura 2*.

Por otra parte, se implementaron estrategias pasivas: persianas verticales de pvc (90 mm x 1800 mm, espesor 1 mm) en la habitación 1, y cortinas de seda (espesor 0.05 mm) en la habitación 2, como se observa en la *Tabla 1*. El objetivo fue evaluar cambios en la temperatura interna, ya que estas barreras podrían reducir las pérdidas de calor, según la hipótesis inicial.

Tabla 1. Cronograma de recopilación de datos con y sin estrategia

ESPACIO/DÍA	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7
HABITACIÓN 1	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	Persiana (PVC)	Persiana (PVC)
HABITACIÓN 2	SIN	SIN	SIN	SIN	SIN	Cortina (seda)	Cortina (seda)

Tercero: Los datos se analizaron estadísticamente para evaluar el impacto de las estrategias en el confort térmico. En base a la información recopilada, se compararon las temperaturas internas de las habitaciones, determinando la influencia de la temperatura radiante de las ventanas.

2.2 Instrumentos

Para la recopilación de datos, se utilizaron 3 dispositivos calibrados que registraron temperaturas cada hora durante 7 días: Medidor de estrés térmico Reed (código Heat Stress Meter, precisión $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$); Data Logger Elitech RC-4 (rango 0–100% HR, precisión $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$); Termómetro infrarrojo Testo 830–T4 (rango -30 a $+400^{\circ}\text{C}$, precisión $\pm 1^{\circ}\text{C}$). Los dispositivos se calibraron antes del experimento y se colocaron a 1.5 m de altura en el centro de las habitaciones para evitar interferencias, como se evidencia en la *figura 3*.



Figura 3. Equipos utilizados: (a) Medidor de Stress Térmico (b) Termómetro Infrarrojo (c) Data Logger. Fuente: Elaboración propia.

2.3 Criterios a evaluar

Para evaluar el confort térmico, se adoptaron dos referencias: una local, basada en el libro “Certificación Edificio Sustentable y Seguro (CESSuc)” (Quesada et al., 2018). Promovido por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca, metodología que propone la división de tres apartados, mismos que poseen un rango de tolerancia para el usuario, los cuales se aprecian en la *figura 4*; y una internacional, según la norma ASHRAE 55 (ANSI, 2023). Avalada por la American National Standards Institute, que define tres parámetros con rangos de tolerancia para el usuario, como se muestra en la *figura 5*, *página siguiente*.

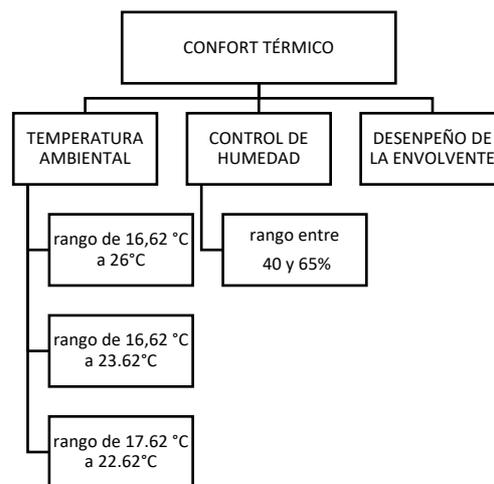


Figura 4. Criterios de evaluación sobre el confort térmico del libro Certificación Edificio Sustentable y Seguro: Elaboración propia.

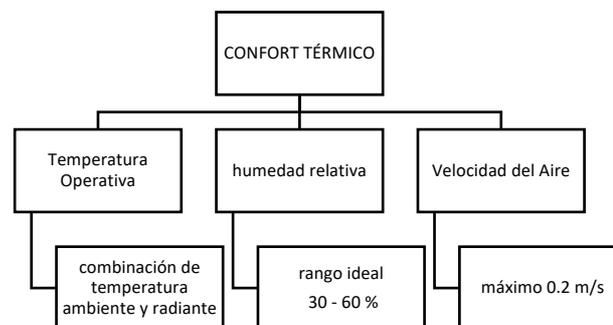


Figura 5. Criterios de confort térmico establecidos en la norma ASHRAE 55: Elaboración propia.

3. Resultados

3.1 Análisis de Temperaturas

Los datos recopilados por dispositivos digitales registraron el comportamiento térmico interno (temperatura ambiente) de las habitaciones, representado en curvas de temperatura (°C) vs. tiempo (24 horas). El análisis abarcó siete días, divididos en dos períodos: cinco días sin intervención y dos días con las estrategias pasivas aplicadas en ambas habitaciones. Los resultados, basados en la *figura 6* y *figura 7*, de la *página siguiente*; y, resumidos en la *tabla 2* y *tabla 3*, *página siguiente*, muestran los cambios en las temperaturas máximas, mínimas y promedio durante el día y la noche.

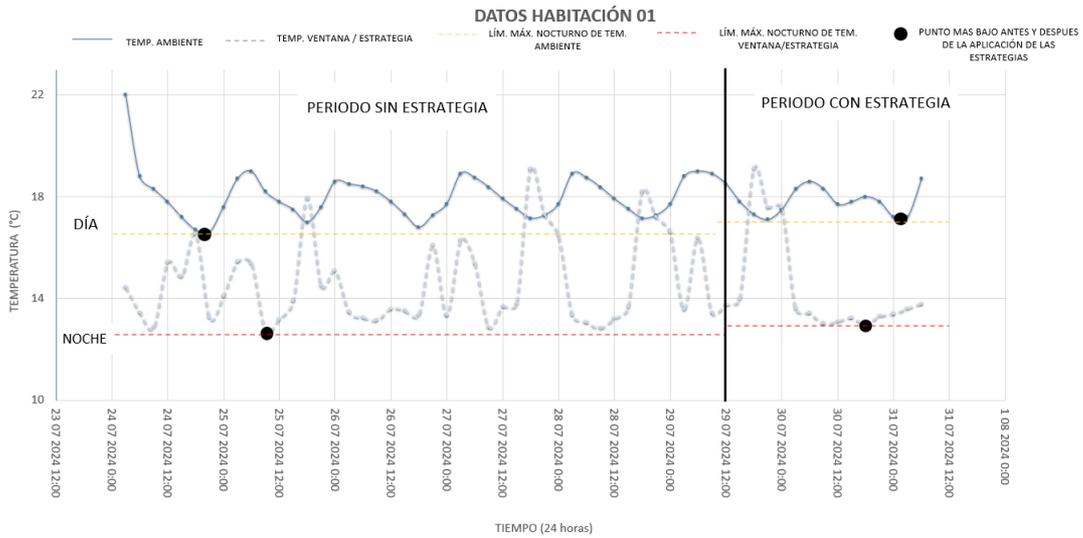


Figura 6. Datos diarios de la temperatura ambiente en la habitación 1. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Datos de la temperatura ambiente en la habitación 1, valores máximos (rojo) y mínimo (azul).

	Tiempo (24 horas)	Temp Ambiente			Temperatura Ventana/Estrategia		
		Temp. Máxima	Temp. Media	Temp. Baja	Temp. Máxima	Temp. Media	Temp. Baja
Periodo sin estrategia (°C)	Día 1	18.3	17.3	16.6	16.6	14.6	12.9
	Día 2	19.0	18.0	17.0	18.0	15.4	12.8
	Día 3	18.6	17.7	16.8	16.1	14.7	13.3
	Día 4	18.9	18.0	17.1	19.1	16.0	12.9
	Día 5	18.8	17.95	17.1	18.2	15.5	12.8
Periodo con estrategia (°C)	Día 6	19.0	18.15	17.3	19.1	16.3	13.5
	Día 7	18.6	18.2	17.8	18.0	15.5	13.0

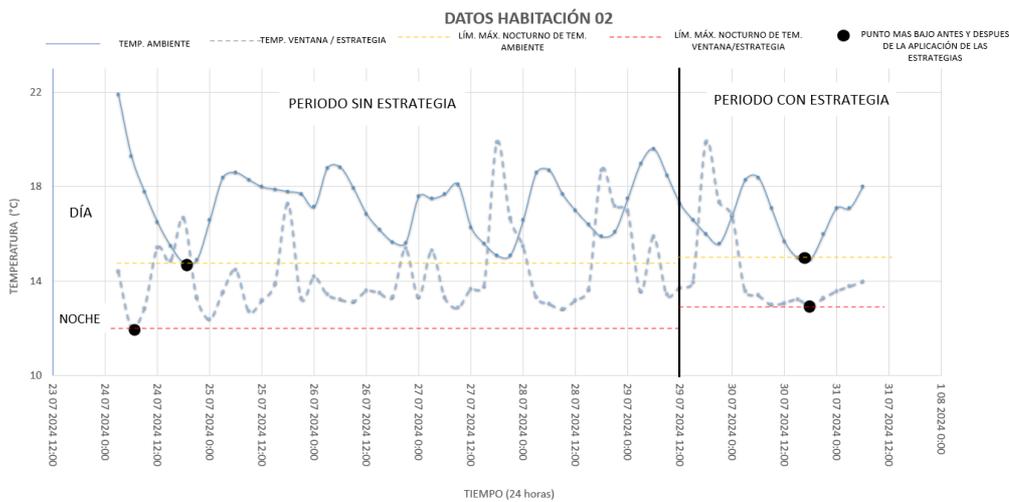


Figura 7. Datos diarios de la temperatura ambiente en la habitación 2. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Datos de la temperatura ambiente en la habitación 2, valores máximos (rojo) y mínimo (azul).

	Tiempo (24 horas)	Temperatura Ambiente			Temperatura Ventana/Estrategia		
		Temp. Máxima	Temp. Media	Temp. Baja	Temp. Máxima	Temp. Media	Temp. Baja
Periodo sin estrategia(°C)	Día 1	19.3	17.5	14.8	16.7	14.4	12.1
	Día 2	18.6	18.15	17.7	17.3	15.05	12.8
	Día 3	18.8	17.25	15.7	15.4	14.07	13.1
	Día 4	18.1	16.6	15.1	19.9	16.4	12.9
	Día 5	18.7	17.3	15.9	18.7	15.75	12.8
Periodo con estrategia(°C)	Día 6	19.6	17.6	15.6	19.6	16.55	13.5
	Día 7	18.4	16.67	14.95	18.4	15.75	13.1

3.2 Resultados Comparativos

Durante el experimento, se observó que las temperaturas oscilaron significativamente entre el día y la noche, con una diferencia máxima de 6 °C (máxima de 19 °C y mínima de 13 °C) según la *Tabla 2 de la página anterior* y *Tabla 3*. Dado que el objetivo era mitigar las pérdidas de calor, se analizaron los datos nocturnos (18:00 h a 6:00 h)

La comparación entre resultados muestra una variación de 1–2°C en las temperaturas ambiente de las habitaciones, y de 3–5°C de la temperatura de la ventana y estrategia.

3.2.1 Habitación 1

Según la *Figura 6 de la página anterior*, la temperatura ambiente promedio en la habitación 1 sin intervención, fue de 17,9 °C, con una temperatura promedio de la ventana de 15,95 °C. Con la persiana de PVC, la temperatura ambiente aumentó a 18,17 °C y la de la ventana con persiana a 16 °C.

En la *Tabla 4*, se pueden observar los valores antes y después de la intervención en la habitación 1.

Tabla 4. Comparación de temperaturas nocturnas promedio antes y después de la intervención en la habitación 1. Valor máximo (rojo) y mínimo (azul).

Temperaturas (°C)	ESPACIOS			
	Ambiente Antes	Ambiente Después	Ventana / Estrategia Antes	Ventana / Estrategia Después
Temp. Máxima	19	18.8	19.1	18.7
Temp. Media	17.9	18.17	15.90	16
Temp. Baja	16.8	17.55	12.8	13.3

3.2.2 Habitación 2

Según la *figura 7 de la página anterior*, la temperatura ambiente promedio en la habitación 2 sin intervención fue de 17,05 °C, con una temperatura promedio de la ventana de 13,75 °C. Con la cortina de seda, la temperatura ambiente subió a 17,27 °C y la de la ventana con cortina a 16,35 °C.

En comparación, en la *tabla 5*, se observa el aumento de los valores después de la aplicación con las cortinas de seda.

Tabla 5. Comparación de temperaturas nocturnas promedio antes y después de la intervención en la habitación 2. Valor máximo (rojo) y mínimo (azul).

Temperaturas (°C)	ESPACIOS			
	Ambiente Antes	Ambiente Después	Ventana / Estrategia Antes	Ventana / Estrategia Después
Temp. Máxima	19.3	19.6	15.4	19.6
Temp. Media	17.05	17.27	13.75	16.35
Temp. Baja	14.8	14.95	12.1	13.1

4. Discusión

Las temperaturas nocturnas en las habitaciones están dentro del rango general de 17 °C a 26 °C establecido por el CESSuc, oscilando entre 17 °C y 18 °C, lo que se alinea con sus directrices. Sin embargo, no alcanzan el rango óptimo de 18 °C a 22 °C definido por la ASHRAE 55 (ASHRAE,2023) para un confort ideal.

4.1 Temperaturas Internas

Según el CESSuc, el rango mínimo de temperatura ambiental para un espacio interior es de 16 °C a 26 °C, con un óptimo de 17 °C a 22 °C. La ASHRAE 55 (ASHRAE,2023) establece un rango de temperatura operativa de 21 °C a 26 °C para garantizar el confort.

La *figura 8*, muestra un incremento de 0,27 °C en la temperatura interna de la habitación 1 tras la intervención, frente a un aumento de 0,2 °C en la habitación 2, evidenciando una ligera mayor efectividad de las persianas de PVC.

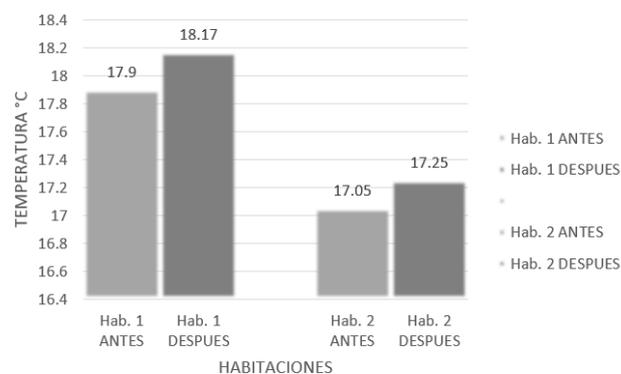


Figura 8. Comparación de temperaturas nocturnas en habitaciones. Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, la incorporación de elementos como persianas o cortinas sobre de las ventanas reduce la transferencia de calor, mitigando las pérdidas térmicas asociadas a la temperatura radiante de las superficies acristaladas.

4.2 Tipos de estrategias

Las persianas de PVC y las cortinas de seda regulan la luz, reduciendo la transmisión de calor exterior y las pérdidas de calor interior. Los datos muestran diferencias térmicas entre ambas estrategias.

Según la *figura 9*, en la habitación 1, la temperatura de la ventana con persianas de PVC difiere en 0,10 °C, una variación insignificante. En la habitación 2, la ventana con cortinas de seda muestra una diferencia de 2,60 °C, indicando mayor efectividad.

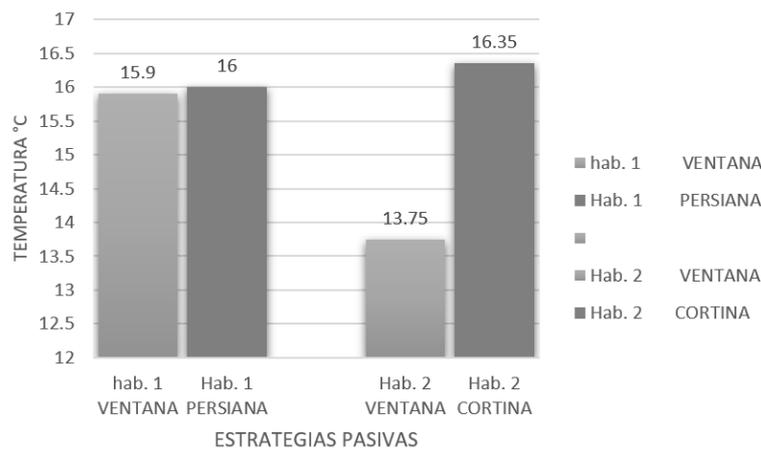


Figura 9. Comparación de temperaturas nocturnas entre estrategias, persiana PVC y cortina de seda. Fuente: Elaboración propia.

Las *figuras 8*, de la *página anterior* y la *figura 9*, muestran un incremento de 0,1°C a 0,27 °C; y, de 0,2 °C a 2,6 °C en las temperaturas internas de las habitaciones 1 y 2 respectivamente, tras aplicar las estrategias en diferencia a los días normales. Al comparar las cortinas de seda y las ventanas de PVC, las primeras resultaron más efectivas en la retención de calor.

La ventana como parte constructiva de una fachada, permite la ventilación e iluminación natural que genera un punto crítico por el cual se pierde calor, afectando el confort. Dado que el confort térmico es una experiencia subjetiva y que puede variar entre individuos, algunos pueden ser más sensibles a las variaciones de la temperatura radiante, mientras que otras pueden tolerar de mejor manera (Taweekun & Tantiwichien, 2013).

También, la ubicación de la persona es importante, ya que su cercanía a la ventana, genera una percepción de frescura en verano y frío en invierno como lo explica (Kim et al., 2022). Que, al estar cerca de un elemento de vidrio, la percepción de temperatura puede oscilar entre +/- 2°C.

Es fundamental destacar que, además de las ventanas, la fachada de una edificación incluye otros elementos como paredes, cubiertas, aleros, voladizos, muros y cielos rasos (Kim et al., 2022). Estos componentes contribuyen a la pérdida de calor por infiltraciones, transmitancia o emisividad de materiales. Sin embargo, su desempeño térmico puede mejorarse mediante la implementación de estrategias complementarias, tales como:

- **Aislamiento en paredes:** Uso de materiales como poliestireno expandido, poliuretano, rollos reflexivos, lanas minerales o naturales.
- **Aislamiento en vidrios:** Aplicación de láminas o películas de resina epóxica de 1–3 mm de espesor, con baja susceptibilidad higrométrica.
- **Aislamiento en ventanas:** Marcos con alta masa térmica, ventanas de doble vidrio o con cámaras de aire.
- **Aislamiento en pisos:** Pisos flotantes con propiedades térmicas, resinas epóxicas o maderas con alta masa térmica.

El desafío radica en lograr un equilibrio entre la optimización del aislamiento térmico de las ventanas, para minimizar la pérdida de calor, y la necesidad de garantizar una adecuada entrada de luz natural y vistas al exterior, sin comprometer el confort térmico por la temperatura radiante. Esto implica considerar aspectos como la transmitancia, la emisividad, el aislamiento y la reflectividad (Leftheriotis & Yianoulis, 2022).

Estudios demuestran que el uso de ventanas de doble capa en la cara exterior de los edificios puede incrementar la eficiencia térmica en un 8% (Khaliq & Mansoor, 2022). Estos datos sirven como referencia para la aplicación de estrategias sostenibles adaptadas a nuestro contexto (Rowe, 2003).

5. Conclusión

En el marco de los objetivos trazados, este estudio determina que la temperatura radiante generada por la ventana, si influye en la temperatura ambiental interna de un recinto, y que su impacto, puede ser mitigado mediante el uso de estrategias como persianas o cortinas, que impiden que la superficie de los materiales de la misma, por medio de sus características (reflectividad, transmitancia o emisividad) generen una pérdida de calor.

Las persianas de PVC destacaron por su mayor efectividad frente a las cortinas de seda, gracias a sus materiales de baja intensidad y emisividad reducida. Por el contrario, las cortinas, aunque eficientes, presentan espacios entre hiladas que permiten filtraciones de frío, favoreciendo pérdidas de calor.

Para mitigar la temperatura radiante, se recomienda usar estrategias pasivas como doble vidrio con cámaras de aire, persianas con mayor capacidad aislante, sellado de jambas y aplicación de láminas epóxicas.

Este estudio demuestra la vulnerabilidad de las ventanas en términos de confort y resalta la importancia de su diseño para la habitabilidad. Sin embargo, el diseño energético de ventanas es clave en la arquitectura sostenible.

Para comprender y predecir el impacto de la temperatura radiante, es necesario desarrollar modelos de simulación confiables, desarrollar mayor experimentación que permita verificar las condiciones reales de uso y ocupación de los ambientes, sumado al planteamiento de estrategias de control ambiental más efectivo, promoviendo un confort térmico óptimo en los edificios.

Finalmente, este estudio puede replicarse e integrarse en investigaciones más avanzadas que analicen de manera conjunta otras estrategias pasivas aplicadas a paredes, pisos, cubiertas y otros elementos constructivos, que permitan conseguir un confort térmico óptimo sin recurrir a sistemas

de consumo energético, como calefactores o aires acondicionados, promoviendo así una arquitectura más sostenible y eficiente.

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), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

Contribución de autores: "conceptualización, J.T.Q., e C.P.; metodología, J.T.Q., e C.P.; software, J.T.Q., e C.P.; investigación, J.T.Q., e C.P.; redacción-revisión y edición, J.T.T., J.T.Q., e C.P.; visualización, C.P.; supervisión, J.T.Q., e C.P.; adquisición de fondos, C.P.",

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

1. Arévalo, J. (2021) *Impacto de la proporción de la ventana en el comportamiento térmico de la vivienda cuencana* [Tesis de grado, Universidad Católica de Cuenca]. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/11332>
2. Cuce & Riffat, S. (2015). A state-of-the-art review on innovative glazing technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 695–714. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.084>
3. Huizenga, C. et al. (2006). Rendimiento de ventanas para el confort térmico humano. [Final report to the national fenestration rating council february 2006, University of California, Berkeley] <https://escholarship.org/uc/item/6rp85170>
4. Khaliq & Mansoor, U. (2022). Performance evaluation for energy efficiency attainment in buildings based on orientation, temperature, and humidity parameters. *Intelligent Buildings International*, 14(5), 606–622. DOI: <https://doi.org/10.1080/17508975.2021.1873096>
5. Kim, S. et al. (2022). Understanding Occupants' Thermal Sensitivity According to Solar Radiation in an Office Building with Glass Curtain Wall Structure. *Buildings*, 12(1). DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings12010058>
6. Kujundzic, K. et al. (2023). Toward Regenerative Sustainability: A Passive Design Comfort Assessment Method of Indoor Environment. *Sustainability*, 15(1), 840. DOI: <https://doi.org/10.3390/SU15010840>
7. Lami, M. et al. (2023). Optimisation of wasted air utilisation in thermal loss reduction in double-glazed windows of commercial buildings in cold regions. *International Journal of*

- Energy and Environmental Engineering*, 14(2), 145–165. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40095-022-00499-0>
8. Leftheriotis & Yianoulis, P. (2022). 3.10 – Glazings and Coatings. *Comprehensive Renewable Energy, Second Edition*, 3(2), 360–401. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819727-1.00022-4>
 9. Li, D. et al. (2020). Optical and thermal performance of glazing units containing PCM in buildings: A review. *Construction and Building Materials*, 233. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117327>
 10. Liu, P. et al. (2022). Climate Adaptation and Indoor Comfort Improvement Strategies for Buildings in High-Cold Regions: Empirical Study from Ganzi Region, China. *Sustainability*, 14(1), 576. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14010576>
 11. Malik & Bardhan, R. (2023). A localized adaptive comfort model for free-running low-income housing in Mumbai, India. *Energy and Buildings*, 281, 112756. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2022.112756>
 12. Molina & Yaguana, D. (2018). Indoor environmental quality of urban residential buildings in Cuenca-Ecuador: Comfort standard. *Buildings*, 8(7), 90. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings8070090>
 13. ANSI. (2023). *Condiciones Ambientales Térmicas para la Ocupación Humana* (Norma núm. 55). <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-55-thermal-environmental-conditions-for-human-occupancy>
 14. Omer, A. (2008). Energy, environment and sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(9), 2265–2300. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2007.05.001>
 15. Rowe, D. (2003). Effect on Thermal Comfort of Radiant Heat Exchange Near Single Glazed Windows. *Architectural Science Review*, 46(1), 29–35. DOI: <https://doi.org/10.1080/00038628.2003.9696961>
 16. Taweekun & Tantiwichien, A. (2013). Thermal Comfort Zone for Thai People. *Engineering*, 5(5), 525–529. DOI: <https://doi.org/10.4236/eng.2013.55062>
 17. Tusnina, V. (2023). Análisis numérico de la eficiencia térmica de muros exteriores con inclusiones conductoras de calor. *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*, 19(1), 155–167. DOI: <https://doi.org/10.22337/2587-9618-2023-19-1-155-167>

18. Quesada, F. et al. (2018). Certificación Edificio Sustentable y Seguro. [Universidad de Cuenca Facultad de Arquitectura y Urbanismo]. ISBN: 978-9978-14-411-4).
19. Wang & Wang, J. (2021). A spectrally-resolved method for evaluating the solar effect on user thermal comfort in the near-window zone. *Building and Environment*, 202. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108044>
20. Xhexhi, K. (2023). In the Traces of Bioclimatic Architecture. In: *Ecovillages and Ecocities. The Urban Book Series*. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-20959-8_5
21. Zoure & Genovese, P. (2022). Development of Bioclimatic Passive Designs for Office Building in Burkina Faso. *Sustainability*, 14(7), 4332. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14074332>



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>