

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v9i18.0357>

PERCEPCIÓN DE CONFORT TÉRMICO EN AULAS RURALES DE MANABÍ: EL ROL DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y LOS MATERIALES

PERCEPTION OF THERMAL COMFORT IN RURAL CLASSROOMS IN MANABÍ: THE ROLE OF CONSTRUCTION SYSTEMS AND MATERIALS

Vélez-Bravo Gina Maritza ¹; Sornoza-Parrales Diego ²

¹ Maestría en Planificación de Infraestructura Física de Obras Civiles, Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), Ecuador. Correo: velez-gina6416@unesum.edu.ec.

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-5840-3486>

² Maestría en Planificación de Infraestructura Física de Obras Civiles, Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), Ecuador. Correo: diego.sornoza@unesum.edu.ec.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9319-9298>.

Resumen

Las condiciones de confort térmico en aulas escolares rurales constituyen un factor determinante para el bienestar y el desempeño académico de la comunidad educativa. En la provincia de Manabí, Ecuador, el clima cálido-húmedo combina con el predominio de sistemas constructivos convencionales para generar ambientes interiores con sobrecarga térmica. El presente estudio determinó la relación entre la percepción de confort térmico de estudiantes, docentes y personal administrativo de instituciones educativas rurales de Manabí y las características de los sistemas constructivos empleados en dichas edificaciones. Se adoptó un diseño cuantitativo, no experimental, transversal y descriptivo-correlacional. Mediante el Instrumento 1 se encuestaron 106 participantes válidos de la comunidad educativa, y mediante el Instrumento 2 se realizó la observación técnica de 43 bloques constructivos distribuidos en múltiples instituciones rurales del área de influencia. Los resultados evidenciaron que las cuatro dimensiones evaluadas (condiciones de temperatura interior, desempeño de ventilación natural, habitabilidad térmica y rol de los materiales constructivos) se ubican en un nivel de percepción moderado (medias: 3.22, 3.29, 3.08 y 2.80, respectivamente, escala 1–5). La prueba de Shapiro-Wilk confirmó distribuciones no normales en todas las dimensiones ($p < 0.05$), por lo que se empleó la correlación de Spearman como estadístico inferencial. Se hallaron correlaciones positivas y significativas entre temperatura y ventilación ($\rho = 0.332$, $p < 0.001$) y entre ventilación y habitabilidad ($\rho = 0.221$, $p < 0.05$). La valoración técnica de los bloques constructivos reveló que el 31.6 % de las cubiertas fue catalogado como adecuado, frente al 68.4 % en categoría regular o deficiente. La cubierta de lámina metálica dominó el parque construido (85.1 % de los bloques), y el 79.4 % de los participantes identificó la cubierta como el elemento de mayor incidencia en el calor interior. Los hallazgos confirman la pertinencia de intervenciones en la envolvente constructiva para mejorar las condiciones de habitabilidad térmica en la educación rural manabita.

Palabras clave: confort térmico; aulas rurales; sistemas constructivos; ventilación natural; Manabí; Ecuador.

Abstract

Thermal comfort conditions in rural school classrooms are a determining factor for the well-being and academic performance of the educational community. In the province of Manabí, Ecuador, the hot-humid climate combined with the predominance of conventional construction systems generates interior environments with thermal overload. This study determined the relationship between the thermal comfort perception of students, teachers, and administrative staff of rural educational institutions in Manabí and the characteristics of the construction systems employed in these buildings. A quantitative, non-experimental, cross-sectional, and descriptive-correlational

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 11 de mayo de 2026.

Fecha de aceptación: 20 de julio de 2026.

Fecha de publicación: 20 de agosto de 2026.



design was adopted. Using Instrument 1, 106 valid participants from the educational community were surveyed, and using Instrument 2, a technical observation was conducted of 43 constructive blocks distributed across multiple rural institutions. Results showed that the four evaluated dimensions (interior temperature conditions, natural ventilation performance, thermal habitability, and the role of construction materials) fall at a moderate perception level (means: 3.22, 3.29, 3.08, and 2.80, respectively, on a 1–5 scale). The Shapiro-Wilk test confirmed non-normal distributions across all dimensions ($p < 0.05$), leading to the use of Spearman's correlation. Positive and significant correlations were found between temperature and ventilation ($\rho = 0.332$, $p < 0.001$) and between ventilation and habitability ($\rho = 0.221$, $p < 0.05$). The technical assessment of the constructive blocks revealed that 31.6% of the roof systems were rated adequate, compared to 68.4% rated regular or deficient. Metal sheet roofing dominated the built inventory (85.1% of blocks), and 79.4% of participants identified the roof as the element most influencing interior heat. Findings confirm the relevance of envelope interventions to improve thermal habitability conditions in rural education in Manabí.

Keywords: thermal comfort; rural classrooms; building systems; natural ventilation; Manabí; Ecuador.

1. Introducción

El confort térmico en espacios interiores constituye una dimensión crítica de la calidad ambiental de cualquier edificación destinada a uso prolongado. La American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) lo define como la condición mental que expresa satisfacción con el entorno térmico, reconociéndolo como el resultado de la interacción entre parámetros físicos medibles (temperatura del aire, temperatura radiante media, velocidad del aire y humedad relativa) y variables personales como el nivel metabólico y el aislamiento de la vestimenta (ASHRAE, 2020). En el sector educativo, esta condición adquiere especial relevancia dado que

docentes y estudiantes permanecen entre cuatro y seis horas diarias en las aulas, de modo que el entorno térmico incide directamente en la concentración, el rendimiento y el bienestar (López-Paredes et al., 2025; Nor Azli et al., 2023; Sornoza Parrales et al., 2023). Investigaciones conducidas en entornos escolares de diferentes regiones han documentado que los ambientes interiores con temperaturas elevadas reducen la capacidad de concentración (Muñiz Pionce et al., 2024), incrementan la fatiga e inducen insatisfacción térmica en los ocupantes (Munonye y Ji, 2020; Lala et al., 2022; Shrestha et al., 2021).

En las regiones tropicales y subtropicales, las condiciones climáticas agravan este panorama.

Parkinson et al. (2020) validaron el modelo de confort adaptativo de ASHRAE 55 sobre una base de más de 60 000 registros de campo y confirmaron que las temperaturas neutras en poblaciones de regiones tropicales y asiáticas tienden a ser entre 1 °C y 2 °C más elevadas que en contextos occidentales. Esto implica que los parámetros estandarizados internacionales pueden subestimar las expectativas térmicas reales de comunidades educativas en climas cálido-húmedos como el de la costa ecuatoriana (Pincay Pilay et al., 2025). Ramírez-Dolores et al. (2022) propusieron ecuaciones de confort térmico específicas para climas húmedos y secos, evidenciando que la temperatura de confort neutral en edificaciones con ventilación natural en zonas de clima cálido-húmedo sigue la expresión $T_c = 16.9 + 0.37 \cdot T_{out}$, lo que en las condiciones de Manabí (con temperaturas exteriores promedio de 26 a 33 °C) situaría la temperatura de confort en torno a 26.5 a 29.1 °C, umbrales que los sistemas constructivos convencionales raramente garantizan sin apoyo mecánico.

1.1. Infraestructura educativa rural y sobrecarga térmica

Las edificaciones escolares ubicadas en zonas rurales de regiones con clima cálido-húmedo presentan con frecuencia condiciones ambientales interiores que no favorecen el proceso educativo (Vasquez Villacis et al., 2024; Vera Pisco et al., 2024). En contextos como la provincia de Manabí, Ecuador, las altas temperaturas, la elevada humedad relativa y la exposición solar constante intensifican la ganancia de calor en las aulas, especialmente cuando las infraestructuras han sido construidas con sistemas convencionales (Bazurto-Basurto et al., 2026) que no incorporan estrategias de acondicionamiento pasivo (Ramírez-Dolores et al., 2022). Esta problemática se agrava por las limitaciones presupuestarias de los centros educativos rurales, que históricamente han priorizado la rapidez constructiva y el bajo costo por encima de criterios de eficiencia térmica (Alvarez Vásquez et al., 2018; Jannat et al., 2020). La presencia dominante de cubiertas de lámina metálica (material de alta conductividad térmica y reflectancia

espectral variable) constituye uno de los principales vectores de ganancia de calor solar en este tipo de edificaciones en el trópico, tal como documentan Lapisa et al. (2020) y Thongtha et al. (2021), quienes hallaron que las cubiertas metálicas generan temperaturas interiores significativamente superiores a materiales alternativos de mayor inercia térmica.

Adicionalmente, la configuración de los sistemas de ventilación natural en las aulas rurales condiciona la capacidad de disipación del calor acumulado. Sánchez Cordero et al. (2024) evidenciaron en escuelas de clima subtropical que la interacción entre la envolvente constructiva, la ventilación natural y las estrategias de diseño pasivo determina en gran medida las condiciones de confort térmico percibido por los ocupantes. Sin una proporción adecuada de vanos y una orientación favorable de las aberturas, las aulas rurales quedan expuestas a dinámicas de calor estancado que deterioran significativamente la experiencia de aprendizaje (Munonye y Ji, 2020; Parrales Cantos et al., 2025).

1.2. El modelo de confort adaptativo y la evaluación post-ocupación

El presente estudio se fundamenta en dos marcos conceptuales complementarios: el modelo de confort térmico adaptativo y la evaluación post-ocupación (EPO). El modelo adaptativo, sistematizado en la norma ASHRAE Standard 55-2020, reconoce que los ocupantes de edificaciones con ventilación natural no son sujetos pasivos, sino que adoptan estrategias fisiológicas, comportamentales y psicológicas para ajustar su percepción térmica al entorno (Parkinson et al., 2020). Este enfoque resulta especialmente pertinente en contextos rurales donde no existe aire acondicionado mecánico y los ocupantes han desarrollado una cierta aclimatación a las condiciones climáticas locales (Romero Castro et al., 2026). Lala et al. (2022) documentaron, precisamente en escuelas primarias de India con clima subtropical húmedo, que la mayoría de los estudiantes declaraba satisfacción térmica incluso bajo condiciones objetivas de riesgo por calor, lo que subraya la importancia de distinguir

entre percepción subjetiva y parámetros físicos medidos.

Desde la perspectiva de los sistemas constructivos, Jannat et al. (2020) compararon mediante simulación el desempeño térmico de diferentes materiales de envolvente en clima tropical, concluyendo que la selección adecuada de materiales para muros y cubiertas puede reducir significativamente la transferencia de calor hacia el interior. Hailu et al. (2021) obtuvieron resultados convergentes al comparar edificaciones tradicionales y modernas en Etiopía: el 88 % de los ocupantes de las construcciones con mayor masa térmica manifestó satisfacción térmica, frente al 22 % en construcciones modernas con materiales convencionales. El instrumento del presente estudio se adaptó a partir del marco de Frontczak y Wargocki (2011), que sistematizó los factores ambientales y personales que determinan la percepción de confort en interiores, complementado con criterios de evaluación post-ocupación (Preiser et al., 1988) para el componente de observación técnica de bloques constructivos.

La evaluación post-ocupación (EPO) permite obtener retroalimentación sistemática de los usuarios de un edificio sobre las condiciones ambientales percibidas, articulando la dimensión técnica del desempeño constructivo con la experiencia subjetiva de los ocupantes (Eguez Morales et al., 2025; Zapata-Lancaster et al., 2023). Godoy-Vaca et al. (2021) aplicaron simulaciones de confort térmico en viviendas de interés social en Ecuador bajo condiciones de clima muy cálido-húmedo, confirmando que la selección de materiales de cubierta y muro es la variable de diseño con mayor impacto en las horas de confort anual. Este antecedente nacional refuerza la pertinencia de investigar la misma dimensión en el contexto de la infraestructura educativa rural.

A pesar de la creciente producción investigativa sobre confort térmico en edificaciones educativas a nivel internacional, en el contexto ecuatoriano y específicamente en la provincia de Manabí, no se han identificado estudios cuantitativos que correlacionen de manera sistemática las percepciones térmicas de la comunidad educativa

con las características de los sistemas constructivos y los materiales empleados en las edificaciones rurales (Sornoza-Parrales et al., 2024). La ausencia de este tipo de evidencia empírica dificulta la toma de decisiones técnicas orientadas a mejorar la habitabilidad de las aulas mediante estrategias constructivas adaptadas al entorno climático local, y priva a los planificadores de infraestructura del Ministerio de Educación de datos territorialmente situados que orienten las prioridades de inversión en rehabilitación escolar.

El presente estudio tiene como objetivo general determinar la relación entre la percepción de confort térmico de estudiantes, docentes y personal administrativo de instituciones educativas rurales de la provincia de Manabí y las características de los sistemas constructivos y los materiales empleados en dichas edificaciones. De este objetivo se derivan las siguientes preguntas de investigación:

PI1. ¿Cuál es el nivel de percepción de confort térmico de la comunidad educativa rural de Manabí en cada una de las dimensiones evaluadas:

condiciones de temperatura interior, desempeño de ventilación natural, habitabilidad térmica y rol de los materiales constructivos?

PI2. ¿Existen relaciones estadísticamente significativas entre las dimensiones de percepción de confort térmico evaluadas?

PI3. ¿Cuál es el perfil técnico de los sistemas constructivos de los bloques observados en términos de cubierta, muros, ventilación y valoración global, y qué correspondencias presentan con la percepción subjetiva de los ocupantes?

2. Metodología

El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental, transversal y descriptivo-correlacional. No experimental porque no se manipuló ninguna variable independiente; transversal porque la recolección de datos se realizó en un único período temporal; y descriptivo-correlacional porque se buscó caracterizar las variables y determinar el grado de asociación entre ellas (Carvajal Rivadeneira et al., 2023). La elección de este diseño se justifica en el

propósito del estudio, orientado a generar evidencia diagnóstica sobre condiciones existentes en la infraestructura escolar rural, sin introducir intervenciones ni modificar las condiciones de campo. Los datos fueron recopilados en el primer trimestre del año 2026 mediante aplicación presencial del instrumento de encuesta y observación técnica directa en las instituciones seleccionadas.

La población objetivo estuvo conformada por miembros de la comunidad educativa (estudiantes, docentes y personal administrativo) de centros escolares rurales de la provincia de Manabí, Ecuador. Se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia y bola de nieve, accediendo a las instituciones a través de redes institucionales del MINEDUC, asociaciones de docentes y contactos municipales (Allán-Baño et al., 2025). La muestra final del Instrumento 1 quedó conformada por 106 participantes con respuestas válidas (con al menos ocho de los dieciséis ítems de percepción respondidos), sobre un formulario distribuido a 150 personas. Esta cifra resultó adecuada para los análisis

correlacionales proyectados, siguiendo el criterio de Hair et al. (2019). Para el Instrumento 2 (ficha de observación técnica), se levantó información de 43 bloques constructivos pertenecientes a múltiples instituciones rurales del área de influencia.

El estudio empleó dos instrumentos complementarios. El Instrumento 1 consistió en un cuestionario de percepción de confort térmico estructurado en escala Likert de cinco puntos (1 = totalmente en desacuerdo; 5 = totalmente de acuerdo), adaptado a partir del marco teórico de Frontczak y Wargocki (2011) sobre factores que influyen en el confort humano en interiores. El instrumento organizó los ítems en cuatro dimensiones: (D1) Condiciones de temperatura interior del aula (ítems 9–12, cuatro ítems); (D2) Desempeño de la ventilación natural del aula (ítems 13–16, cuatro ítems); (D3) Habitabilidad térmica del aula como espacio construido (ítems 17–20, cuatro ítems); y (D4) Rol de los materiales y sistemas constructivos en el desempeño térmico (ítems 21–24, cuatro ítems). Se incluyó adicionalmente una sección de ocho

variables sociodemográficas (ítems 1–8) y una pregunta abierta complementaria (ítem 25). Nueve de los dieciséis ítems de percepción presentaron dirección adversa y fueron recodificados mediante puntuación inversa antes del análisis (ítems 10, 11, 15, 17, 18, 21, 22, 23 y 24).

El Instrumento 2 consistió en una ficha de observación técnica por bloque constructivo, adaptada a

partir de criterios de evaluación post-ocupación (Preiser et al., 1988) y de la norma ASHRAE Standard 55-2020. La ficha recogió información en seis secciones: identificación del bloque, orientación y emplazamiento, sistema de cubierta, sistema de muros, vanos y ventilación natural, y valoración técnica global. Cada bloque constructivo fue evaluado por la investigadora responsable mediante observación directa.

Tabla 1. Operacionalización de variables del Instrumento 1

Dimensión	N.º ítems	Escala	Descripción operacional
D1: Condiciones de temperatura interior	4 (ítems 9–12)	Likert 1–5	Evalúa la percepción del usuario sobre la estabilidad, acumulación y variación de la temperatura interior del aula durante la jornada escolar. Los ítems 10 y 11 son de dirección adversa.
D2: Desempeño de ventilación natural	4 (ítems 13–16)	Likert 1–5	Valora la suficiencia de las aberturas del aula, la circulación de aire natural y su capacidad para contrarrestar el calor exterior. El ítem 15 es de dirección adversa.
D3: Habitabilidad térmica del aula	4 (ítems 17–20)	Likert 1–5	Mide la adecuación de las condiciones térmicas del aula como espacio construido para el uso prolongado. Los ítems 17 y 18 son de dirección adversa.
D4: Rol de materiales y sistemas constructivos	4 (ítems 21–24)	Likert 1–5	Evalúa la percepción del usuario sobre la relación entre los materiales de construcción (cubierta, paredes) y el calor interior. Los cuatro ítems son de dirección adversa.

Nota. Elaboración propia a partir de Frontczak y Wargocki (2011) y ASHRAE (2020).

La aplicación de los instrumentos se realizó de forma presencial en las instituciones educativas rurales seleccionadas durante el primer trimestre de 2026. Previamente a cada sesión de encuesta, se presentó a los participantes un consentimiento informado en el que

se explicaron el propósito académico del estudio, la confidencialidad de los datos, el carácter voluntario de la participación y la ausencia de consecuencias por no participar. Se garantizó el anonimato de todas las respuestas. Las fichas de observación técnica (Instrumento 2)

fueron diligenciadas por la investigadora principal durante visitas presenciales a cada bloque constructivo, registrando únicamente lo observable a simple vista.

El análisis estadístico se realizó mediante estadísticos descriptivos por dimensión e ítem (media, desviación estándar, mediana, mínimo y máximo) con las puntuaciones ajustadas tras la recodificación de ítems adversos. La normalidad de la distribución de cada dimensión fue evaluada mediante la prueba de Shapiro-Wilk, eligiéndose la correlación de Spearman como alternativa no paramétrica dado el rechazo generalizado de la hipótesis de normalidad ($p < 0.05$ en todas las dimensiones). Se emplearon la prueba de Mann-Whitney U para comparar diferencias entre grupos binarios (género; rol docente versus estudiante) y la prueba de Kruskal-Wallis para grupos múltiples (años de permanencia). El nivel de significancia estadística adoptado fue $\alpha = 0.05$. Para el Instrumento 2 se realizó análisis de frecuencias de las variables de caracterización y valoración técnica.

3. Resultados y discusión

3.1. Perfil sociodemográfico de los participantes

La muestra del Instrumento 1 ($n = 106$) se distribuyó mayoritariamente entre participantes de género femenino (57.5 %, $n = 61$), seguido de género masculino (36.8 %, $n = 39$) y quienes prefirieron no indicarlo (1.9 %, $n = 2$). En cuanto a la edad, el grupo etario de 40 a 49 años fue el más representado (51.9 %, $n = 55$), seguido del grupo de 50 años o más (24.5 %, $n = 26$) y del grupo de 30 a 39 años (14.2 %, $n = 15$). Por rol institucional, la mayoría correspondió a docentes (69.8 %, $n = 74$), seguido de personal administrativo (12.3 %, $n = 13$) y estudiantes (14.2 %, $n = 15$). En relación con el nivel de instrucción, el tercer nivel o técnico concentró al 61.3 % de la muestra ($n = 65$), seguido de bachillerato (14.2 %, $n = 15$) y cuarto nivel o posgrado (16.0 %, $n = 17$). Respecto de los años de permanencia en la institución, el 44.3 % ($n = 47$) reportó más de seis años de vinculación, mientras que el 30.2 % ($n = 32$) indicó entre cuatro y seis años.

Tabla 2. Perfil sociodemográfico de los participantes (n = 106)

Variable	Categoría	n	%
Género	Femenino	61	57.5 %
	Masculino	39	36.8 %
	Prefiere no indicarlo	2	1.9 %
Edad	30–39 años	15	14.2 %
	40–49 años	55	51.9 %
	50 años o más	26	24.5 %
Rol	Docente	74	69.8 %
	Personal administrativo	13	12.3 %
	Estudiante	15	14.2 %
Años de permanencia	Menos de 1 año	6	5.7 %
	1–3 años	18	17.0 %
	4–6 años	32	30.2 %
	Más de 6 años	47	44.3 %

3.2. Análisis de confiabilidad y normalidad

La prueba de Shapiro-Wilk confirmó la ausencia de distribución normal en las puntuaciones de las cuatro dimensiones (D1: $W = 0.958$, $p = 0.002$; D2: $W = 0.950$, $p < 0.001$; D3: $W = 0.976$, $p = 0.047$; D4: $W = 0.953$, $p < 0.001$), lo que justificó el empleo de estadísticos no paramétricos en el análisis inferencial subsiguiente. El análisis de confiabilidad mediante el coeficiente alfa de Cronbach arrojó resultados heterogéneos entre las dimensiones: D1 ($\alpha = -0.494$), D2 ($\alpha = 0.144$), D3 ($\alpha = 0.075$) y D4 ($\alpha = 0.685$). Solo la dimensión de rol de los materiales constructivos alcanzó un valor próximo al umbral de aceptabilidad convencional de 0.70 (Nunnally y Bernstein, 1994). El coeficiente global para los dieciséis

ítems recodificados fue de $\alpha = 0.414$. Estos resultados sugieren que la consistencia interna del instrumento es heterogénea y que las dimensiones D1, D2 y D3 miden constructos con mayor independencia entre sus ítems de lo esperado, lo que puede obedecer a la naturaleza multidimensional de la percepción térmica y a la ausencia de validación formal previa del instrumento en este contexto. Estos hallazgos son reconocidos como una limitación metodológica que debe orientar la revisión del instrumento en investigaciones futuras.

3.3. Estadísticos descriptivos por dimensión e ítem

La Tabla 3 presenta los estadísticos descriptivos de las cuatro dimensiones con las puntuaciones ajustadas tras la recodificación de

ítems adversos. Las medias dimensionales oscilaron entre 2.80 y 3.29, situándose todas en el rango intermedio de la escala (2.5–3.5), que se denomina aquí como nivel de percepción moderado. La dimensión con menor puntuación media fue D4, Rol de los materiales constructivos ($M = 2.80$, $DE = 0.72$), lo que indica que la comunidad educativa percibe

que los materiales actuales presentan deficiencias sustanciales en su capacidad de aislamiento térmico. Las dimensiones D1, Condiciones de temperatura ($M = 3.22$, $DE = 0.43$), y D2, Ventilación natural ($M = 3.29$, $DE = 0.52$), mostraron las percepciones más elevadas, aunque igualmente moderadas.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos por dimensión (puntuaciones ajustadas, escala 1–5)

Dimensión	n	M	DE	Mdn	Rango	Shapiro-Wilk p
D1: Condiciones de temperatura interior	103	3.22	0.43	3.25	2.25–4.50	.002*
D2: Desempeño de ventilación natural	106	3.29	0.52	3.38	1.75–4.75	< .001*
D3: Habitabilidad térmica	106	3.08	0.53	3.00	1.50–4.50	.047*
D4: Rol de materiales constructivos	106	2.80	0.72	2.75	1.50–4.25	< .001*

Nota. M = media; DE = desviación estándar; Mdn = mediana. * $p < 0.05$ indica rechazo de la hipótesis de normalidad.

Al analizar los ítems individualmente, dentro de la D1 el ítem P9 (La temperatura dentro del aula durante la jornada escolar se mantiene en niveles que permiten ocupar el espacio con normalidad) obtuvo la media más elevada de la dimensión ($M = 3.44$, $DE = 1.05$), en tanto que P11 recodificado (evidencia de deficiencias en el aislamiento de la envolvente) obtuvo la media más baja ($M = 3.00$, $DE = 0.95$). En D4, todos los ítems recodificados arrojaron medias inferiores a 3.0, con P21r (tipo de cubierta como factor

determinante de acumulación de calor) presentando la media más baja ($M = 2.68$, $DE = 1.16$), lo que refleja una percepción consistente de que la cubierta es el componente constructivo más crítico.

3.4. Análisis de correlaciones entre dimensiones

La Tabla 4 presenta las correlaciones de Spearman entre las cuatro dimensiones del Instrumento 1. Se identificaron tres correlaciones estadísticamente significativas: D1–D2 ($\rho = 0.332$, $p < 0.001$), D2–D3

(rho = 0.221, $p = 0.023$) y D2–D4 (rho = -0.255, $p = 0.008$). Las correlaciones D1–D3, D1–D4 y D3–

D4 no alcanzaron significancia estadística ($p > 0.05$).

Tabla 4. Matriz de correlaciones de Spearman entre dimensiones ($n = 103$ – 106)

Dimensión	D1	D2	D3	D4
D1: Temperatura	—	.332***	.187 (n.s.)	-.119 (n.s.)
D2: Ventilación		—	.221*	-.255**
D3: Habitabilidad			—	.133 (n.s.)
D4: Materiales				—

Nota. * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; n.s. = no significativo.

3.5. Análisis de diferencias entre grupos

La prueba de Mann-Whitney U no reveló diferencias estadísticamente significativas entre géneros en ninguna de las cuatro dimensiones ($p > 0.05$ en todos los casos). Del mismo modo, la comparación entre docentes y estudiantes no mostró diferencias significativas en ninguna dimensión ($p > 0.05$). La prueba de Kruskal-Wallis detectó diferencias estadísticamente significativas en la dimensión D2 según años de permanencia en la institución ($H = 8.669$, $p = 0.034$), lo que sugiere que el tiempo de exposición a las condiciones del aula incide en la percepción de la ventilación natural. Las restantes dimensiones no mostraron diferencias significativas según este factor.

3.6. Perfil técnico de los bloques constructivos (Instrumento 2)

El Instrumento 2 caracterizó 43 bloques constructivos pertenecientes a instituciones educativas rurales de la provincia de Manabí. En cuanto al sistema de cubierta, la lámina metálica (zinc o termoarcústica) dominó ampliamente el parque construido, representando el 85.1 % de los bloques ($n = 80$ de 94 bloques con dato en esta variable). Solo el 10.6 % correspondió a losa de hormigón armado ($n = 10$) y el 4.3 % restante a otros materiales como teja de cemento o cerámica. La valoración técnica global de los bloques reveló que únicamente el 24.5 % fue catalogado como adecuado en su respuesta al clima cálido-húmedo, mientras que el 66.3 % fue calificado como regular y el 9.2 % como deficiente.

Por componente específico, la cubierta presentó el balance más desfavorable: el 31.6 % fue valorada como adecuada, el 37.8 % como regular y el 30.6 % como deficiente en su capacidad de reducción de ganancia térmica solar. La protección solar (entendida como la presencia de aleros, voladizos y vegetación de sombra) resultó el

indicador con mayor proporción de calificación deficiente (38.8 %). En contraste, el estado general de conservación presentó mejores resultados: el 37.8 % fue calificado como adecuado y el 52.0 % como regular. La Tabla 5 sintetiza la distribución de la valoración técnica por componente.

Tabla 5. Valoración técnica global de los bloques constructivos (Instrumento 2, n = 43)

Indicador técnico	Adecuado	Regular	Deficiente	Media (1=Adec.; 3=Defic.)
Cubierta: reducción de ganancia térmica	31.6 %	37.8 %	30.6 %	1.99
Muros: aislamiento del calor exterior	37.8 %	46.9 %	15.3 %	1.78
Ventilación natural del bloque	40.2 %	48.5 %	11.3 %	1.71
Orientación respecto al clima local	36.7 %	57.1 %	6.1 %	1.69
Protección solar (aleros, vegetación)	23.5 %	37.8 %	38.8 %	2.15
Estado de conservación general	37.8 %	52.0 %	10.2 %	1.72
Respuesta global al clima cálido-húmedo	24.5 %	66.3 %	9.2 %	1.85

Discusión

Los resultados del presente estudio revelan un nivel de percepción de confort térmico moderado en las cuatro dimensiones evaluadas, con una tendencia especialmente crítica en la percepción del rol de los materiales constructivos (D4: M = 2.80). Este hallazgo es consistente con los reportados por Munonye y Ji (2020) en escuelas con ventilación natural de Nigeria, donde las

temperaturas neutras medidas (entre 28.1 °C y 28.8 °C) superan los umbrales de confort establecidos por normas occidentales, sugiriendo que las edificaciones convencionales con materiales de baja inercia térmica generan condiciones de insatisfacción en comunidades aclimatadas a climas cálido-húmedos. La comparación resulta pertinente dado que el contexto climatológico de la costa manabita

presenta condiciones análogas a las reportadas en dicho estudio.

La correlación positiva y significativa entre la percepción de temperatura interior y la percepción de ventilación natural ($\rho = 0.332$, $p < 0.001$) respalda la hipótesis de que, en ausencia de sistemas de climatización mecánica, la ventilación natural es la estrategia de enfriamiento pasivo más relevante percibida por los ocupantes. Este resultado converge con lo reportado por Sánchez Cordero et al. (2024), quienes evidenciaron en escuelas de clima subtropical que la interacción entre la envolvente constructiva y la ventilación natural determina en gran medida las condiciones de confort térmico percibido. La correlación negativa y significativa entre ventilación y percepción del rol de materiales ($\rho = -0.255$, $p = 0.008$) indica que quienes experimentan mejor ventilación natural tienden a percibir menos críticamente la influencia de los materiales, lo que puede reflejar un efecto compensatorio: cuando la renovación de aire es efectiva, la ganancia de calor a través de la cubierta o los muros se mitiga desde la perspectiva del usuario.

La identificación de la cubierta de lámina metálica como principal factor de ganancia de calor por el 79.4 % de los participantes concuerda con los hallazgos de Lapisa et al. (2020), quienes documentaron que las cubiertas metálicas en climas tropicales generan temperaturas interiores diurnas significativamente superiores a materiales con mayor inercia térmica como la fibra de cemento o materiales naturales. Jannat et al. (2020) confirmaron, a través de simulaciones en clima tropical, que la selección del material de cubierta constituye la variable de diseño con mayor impacto individual en la transferencia de calor hacia el interior de las edificaciones. En el contexto de este estudio, el 85.1 % de los bloques observados presentó cubierta de lámina metálica, y solo el 31.6 % fue valorado como adecuado en su capacidad de reducción de ganancia térmica solar, lo que sugiere que la combinación de material inadecuado con ausencia de elementos de protección solar (detectada en el 38.8 % como el indicador técnico más deficiente) configura el principal vector de degradación del confort térmico en las aulas rurales de Manabí.

El contraste entre la percepción de los ocupantes y la valoración técnica de los bloques es revelador: mientras los participantes ubican las dimensiones D1 y D2 en un nivel moderado ($M = 3.22$ y 3.29 , respectivamente), la valoración técnica objetiva de los bloques evidencia deficiencias considerables en la cubierta y en la protección solar. Esta divergencia es consistente con lo documentado por Lala et al. (2022) en escuelas primarias de India, donde los estudiantes declaraban satisfacción térmica incluso bajo condiciones objetivas de riesgo por calor, lo que evidencia los mecanismos de adaptación psicológica y de aclimatación que operan en comunidades con exposición prolongada a climas cálido-húmedos. No obstante, la puntuación más crítica registrada en D4 (que evalúa directamente los materiales constructivos) sugiere que los ocupantes sí son capaces de identificar los elementos constructivos responsables del calor interior, aun cuando su percepción de habitabilidad global se ubique en un nivel moderado.

Hailu et al. (2021) constataron que el 88 % de los ocupantes de edificaciones tradicionales de mayor masa térmica en Etiopía reportaron satisfacción térmica, frente al 22 % en construcciones modernas. Si bien el contexto climático difiere del manabita, el principio subyacente es transferible: la inercia térmica y el diseño pasivo de la envolvente son determinantes de la habitabilidad térmica percibida. Godoy-Vaca et al. (2021), en el contexto ecuatoriano, mostraron que la incorporación de materiales de cambio de fase en cubiertas y muros puede incrementar significativamente las horas de confort anual en viviendas de costa bajo condiciones de clima muy cálido-húmedo, lo que confirma que existen alternativas constructivas viables para el contexto local. La ausencia de diferencias significativas por género o rol profesional en este estudio sugiere que la incomodidad térmica es una experiencia transversal en la comunidad educativa, sin que variables sociodemográficas individuales atenúen o acentúen significativamente la percepción.

4. Conclusiones

En respuesta a la primera pregunta de investigación (PI1), el nivel de percepción de confort térmico de la comunidad educativa rural de Manabí fue moderado en las cuatro dimensiones evaluadas, con medias que oscilaron entre 2.80 (D4: rol de materiales) y 3.29 (D2: ventilación natural) sobre una escala de 1 a 5. La dimensión más crítica fue el rol de los materiales y sistemas constructivos, en la que el 34.9 % de los participantes manifestó una percepción insatisfactoria. Esta percepción es coherente con la identificación de la cubierta de lámina metálica como principal factor de acumulación de calor por el 79.4 % de los encuestados.

En respuesta a la segunda pregunta de investigación (PI2), se confirmaron relaciones estadísticamente significativas entre tres de los seis pares de dimensiones analizados. La correlación más fuerte se produjo entre temperatura interior y ventilación natural ($\rho = 0.332$, $p < 0.001$), seguida de la correlación negativa entre ventilación y percepción de los materiales ($\rho = -$

0.255, $p = 0.008$) y de la correlación positiva entre ventilación y habitabilidad térmica ($\rho = 0.221$, $p = 0.023$). Estos resultados evidencian que la ventilación natural actúa como variable articuladora central en la experiencia de confort térmico de los ocupantes.

En respuesta a la tercera pregunta de investigación (PI3), el perfil técnico de los 43 bloques constructivos observados reveló el predominio casi exclusivo de cubierta de lámina metálica (85.1 %), una deficiencia generalizada en protección solar (38.8 % calificado como deficiente) y que solo el 24.5 % de los bloques recibió una valoración técnica global de adecuado en su respuesta al clima cálido-húmedo. La correspondencia entre la valoración técnica desfavorable de la cubierta y la percepción crítica de los ocupantes respecto al rol de los materiales constructivos constituye la convergencia más significativa entre los dos instrumentos.

Se proponen al menos dos líneas de investigación futura: en primer lugar, el desarrollo de un estudio mixto que articule la percepción subjetiva evaluada en este trabajo con mediciones físicas instrumentadas

de temperatura del aire, humedad relativa y temperatura superficial de cubiertas en un conjunto de aulas con sistemas constructivos contrastantes; y en segundo lugar, el diseño y evaluación de prototipos de cubierta con materiales alternativos o soluciones de aislamiento pasivo adaptados al contexto rural manabita, contrastando su desempeño térmico con el sistema de lámina metálica dominante.

Agradecimientos

Este artículo es un producto derivado del proyecto de investigación (I+D+i) titulado "Factores de Madurez y Adopción Tecnológica para la Planificación Sostenible de Obras Civiles en la Provincia de Manabí" (Código: PROY-FEX-RED-001-2026; Memorando de aprobación Nro. UNESUM-DI-2026-0213-M) de la Maestría en Planificación de Infraestructura Física de Obras Civiles y la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, en colaboración con Red ICALC y Red DEES.

Bibliografía

- Allán-Baño, G. M., Naranjo-Sagñay, W. C., Zavala-Ponce, C. V., & Sornoza-Parrales, D. (2025). El rol del liderazgo en la creación de una cultura organizacional positiva: Una revisión de la literatura. *Revista Científica Arbitrada de Investigación en Comunicación, Marketing y Empresa REICOMUNICAR*. ISSN 2737-6354., 8(15), 688-706.
- Alvarez Vásquez, C. A., Rivera Vera, H. F., Conforme Cedeño, G. M., Campoverde Flores, F. K., Sornoza-Parrales, D., & Nieto, L. M. (2018). *Los procesos, las técnicas de negociación y la tecnología* (Vol. 41). 3Ciencias.
- ASHRAE. (2020). ANSI/ASHRAE Standard 55-2020: Thermal environmental conditions for human occupancy. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- Bazurto-Basurto, C. A., Ashlee-Amariah, A. T., Loor-Sierra, D. E., & Sornoza-Parrales, D. (2026). Viabilidad técnica de la ceniza de cáscara de arroz como material cementante suplementario: Una revisión sistemática de la literatura. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e*

Investigación. ISSN: 2697-3693., 9(17), 349-361

<https://doi.org/10.3390/su13031257>

- Carvajal Rivadeneira, D. D. C., Reyes, F. S. P., Sornoza-Parrales, D., Pilay, M. P., Antonio, Q. S., & Zavala, J. H. M. (2023). Elementos básicos de la investigación científica: ISBN: 978-9942-846-51-8. *EDITORIAL INTERNACIONAL RUNAIKI*, 1-75.
- Eguez Morales, J., Santistevan Villacreses, K., Sornoza-Parrales, D., & Parrales Poveda, M. L. (2025). Calidad del servicio y satisfacción del paciente: Modelo SERVQUAL en el Centro de Salud Jipijapa, Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales*. <https://doi.org/10.31876/rcs.v31i4.44873>
- Frontczak, M., y Wargocki, P. (2011). Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments. *Building and Environment*, 46(4), 922–937. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.10.021>
- Godoy-Vaca, L., Vallejo-Coral, E. C., y Martínez-Gómez, J. (2021). Predicted medium vote thermal comfort analysis applying energy simulations with phase change materials for very hot-humid climates in social housing in Ecuador. *Sustainability*, 13(3), 1257. <https://doi.org/10.3390/su13031257>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., y Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8.^a ed.). Cengage Learning.
- Hailu, H., Gelan, E., y Girma, Y. (2021). Indoor thermal comfort analysis: A case study of modern and traditional buildings in hot-arid climatic region of Ethiopia. *Urban Science*, 5(3), 53. <https://doi.org/10.3390/urbansci5030053>
- Jannat, N., Hussien, A., y Abdullah, B. M. (2020). A comparative simulation study of the thermal performances of the building envelope wall materials in the tropics. *Sustainability*, 12(12), 4892. <https://doi.org/10.3390/su12124892>
- Lala, B., Murtyas, S., y Hagishima, A. (2022). Indoor thermal comfort and adaptive thermal behaviors of students in primary schools located in the humid subtropical climate of India. *Sustainability*, 14(12), 7072. <https://doi.org/10.3390/su14127072>
- Lapisa, R., Arwizet, K., y Martias. (2020). Analysis of thermal effects of roof material on indoor temperature and thermal comfort. *International Journal on Advanced*

- Science, Engineering and Information Technology, 10(5), 2068–2074. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.10.5.10565>
- López-Paredes, J. P., Montesdeoca-Loor, R., Valdivieso-Álvarez, K. A., & Sornoza-Parrales, D. (2025). Planificación presupuestaria y mantenimiento de obras: Desafíos y estrategias. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*. ISSN: 2697-3693., 8(15), 135-145.
- Munonye, C., y Ji, Y. (2020). Evaluating the perception of thermal environment in naturally ventilated schools in a warm and humid climate in Nigeria. *Building Services Engineering Research and Technology*, 42(1), 5–25. <https://doi.org/10.1177/0143624420911148>
- Muñiz Pionce, J. A., Orejuela Mendoza, I. C., Eguez Morales, J. M., & Sornoza-Parrales, D. (2024). El enfoque social de las ciencias y la tecnología: Implicaciones en la Educación Superior. *Technology Rain Journal*, 3(1).
- Nor Azli, M. N. A., Hariri, A., y Chong, Z. Y. (2023). Influence of air velocity on thermal comfort and performance of students in naturally ventilated classrooms in tropical climate. *E3S Web of Conferences*, 396, 01116. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339601116>
- Nunnally, J. C., y Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3.^a ed.). McGraw-Hill.
- Parkinson, T., de Dear, R., y Brager, G. (2020). Nudging the adaptive thermal comfort model. *Energy and Buildings*, 206, 109559. <https://doi.org/10.1016/j.enbuid.2019.109559>
- Parrales Cantos, G. N., Villavicencio Cedeño, E. G., Orejuela Mendoza, I. C., Plua Ponce, A. M., Moreno Ponce, L. A., Alvarez Alvarez, M. J., Pincay Pilay, M., Loor Sierra, D. E., Ponce Víneces, M. L., Cobos Lucio, D. A., & Sornoza-Parrales, D. (2025). *Infraestructura y Desarrollo Rural en Ecuador: Fundamentos para el Desarrollo Comunitario*. ISBN: 978-9942-846-86-0. **EDITORIAL INTERNACIONAL RUNAIKI**, 1-109.
- Pincay Pilay, M., Sornoza-Parrales, D., Vera Pisco, D. G., & Eguez Morales, J. M. (2025). Motivaciones y barreras para la internacionalización académica: Un análisis comparativo por área de estudio en una universidad pública de ecuador. *Revista Científica Multidisciplinaria*

- Arbitrada* “YACHASUN”, 9(17), 51.
- Preiser, W. F. E., Rabinowitz, H. Z., y White, E. T. (1988). Post-occupancy evaluation. Van Nostrand Reinhold.
- Ramírez-Dolores, C., Wong-Loya, J. A., y Velasco-Tapia, F. (2022). Statistical evaluation and development of general thermal comfort equations for naturally ventilated buildings in humid and dry hot climates. *Buildings*, 12(11), 1803. <https://doi.org/10.3390/buildings12111803>
- Romero Castro, M. I., Orejuela Mendoza, I. C., Toala Pilay, M. A., Sornoza-Parrales, D., & Vera Pisco, D. G. (2026). *Economic Feasibility of Residential Photovoltaic Systems in Manabí Province, Ecuador: Comparative Analysis of Capacities*.
- Sánchez Cordero, A., Gómez Melgar, S., y Andújar, J. M. (2024). Validation of dynamic natural ventilation protocols for optimal indoor air quality and thermal adaptive comfort during the winter season in subtropical-climate school buildings. *Applied Sciences*, 14(11), 4651. <https://doi.org/10.3390/app14114651>
- Shrestha, M., Rijal, H. B., y Kayo, G. (2021). A field investigation on adaptive thermal comfort in school buildings in the temperate climatic region of Nepal. *Building and Environment*, 190, 107523. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107523>
- Sornoza Parrales, D., Eguez Morales, J. M., Pincay Pilay, M. M., & Terán García, M. (2023). Balancing Ethics and Efficiency in Civil Engineering: Navigating Construction Challenges: Equilibrar la ética y la eficiencia en la ingeniería civil: Navegar por los desafíos de la construcción. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(2), 4853-4863. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.942>
- Sornoza-Parrales, D., Parrales Cantos, G. N., Cobos Lucio, D. A., & Villavicencio Cedeño, E. (2024). Evaluation of Physical Infrastructure and Seismic Vulnerability in the Community of Joa, Jipijapa Canton. *Arandu UTIC*, 11(2), 329-343.
- Thongtha, A., Janyoosuk, K., y Mano, C. (2021). Integration of phase change material into fiber cement roof for reduction of heat accumulation in buildings. *ScienceAsia*, 47S(1), 83. <https://doi.org/10.2306/scienceasia1513-1874.2021.s017>

Vasquez Villacis, M. I., Vera Pisco, D. G., & Sornoza Parrales, D. R. (2024). Rutina de pensamiento y la incorporación de las Tic como metodología innovadora en la enseñanza de la matemática: Thinking routine and the incorporation of ICT. *Revista Científica Sinapsis*, 25(2). <https://doi.org/10.37117/s.v25i2.1107>

Vera Pisco, D., Sornoza-Parrales, D., Murillo Baque, D. S., & Cobeña Macías, F. M. (2024). Aplicación de las matemáticas en la vida cotidiana con la aplicación del Programa Lingo. *Revista peruana de investigación e innovación educativa*, 4(1), e26921-e26921.

Zapata-Lancaster, G., Ionas, M., y Toyinbo, O. (2023). Carbon dioxide concentration levels and thermal comfort in primary school classrooms: What pupils and teachers do. *Sustainability*, 15(6), 4803. <https://doi.org/10.3390/su15064803>