

Artículo Científico

Estrategias pasivas de ventilación natural en climas cálido-húmedos

Passive natural ventilation strategies in hot and humid climates



Álvarez-Laborde, Arturo Omar ¹



<https://orcid.org/0009-0007-7657-5977>



aalvarezl3@uteq.edu.ec



Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, Quevedo.



Vélez-Guerrero, César René ²



<https://orcid.org/0000-0002-7887-6331>



cvelezg5@uteq.edu.ec



Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, Quevedo.



Vinueza-Mendoza, Glenn Walter ³



<https://orcid.org/0000-0002-6414-3532>



gvinueza@uteq.edu.ec



Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, Quevedo.



Chávez-Franco, Gabriel Andrés ⁴



<https://orcid.org/0009-0008-6237-5162>



gchevezf@uteq.edu.ec



Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, Quevedo.

Autor de correspondencia ¹



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v4/n1/153>

Resumen: En climas cálido-húmedos, la creciente demanda de enfriamiento ha reforzado la dependencia del aire acondicionado; este trabajo sintetiza estrategias pasivas de ventilación natural para reducir consumo energético y mejorar la calidad del aire interior. Se desarrolló una revisión bibliográfica exploratoria con protocolo de búsqueda y cribado en fuentes académicas, incluyendo estudios revisados por pares en zonas tropicales con evidencia de mediciones, simulaciones o ensayos aerodinámicos, y una síntesis temática por familias de soluciones. Los resultados identifican a la ventilación cruzada como el régimen más eficaz para lograr tasas altas de renovación y velocidades interiores perceptibles cuando la porosidad, el balance entrada-salida, la orientación, la profundidad de planta y las trayectorias internas minimizan pérdidas; en contraste, la ventilación a una cara presenta desempeño más errático y depende fuertemente de la turbulencia y de obstrucciones urbanas. Ante escenarios de calor extremo o aire exterior degradado, la ventilación exclusivamente natural suele ser insuficiente, por lo que se proponen combinaciones con dispositivos de captación o extracción pasiva y apoyos de muy bajo consumo, operados de forma contextual. Se concluye que el éxito depende de decisiones morfológicas multiescala y de una operación adaptativa basada en el movimiento de aire.

Palabras clave: ventilación natural; ventilación cruzada; clima cálido-húmedo; confort adaptativo; diseño bioclimático.



Check for updates

Received: 07/Ene/2026

Accepted: 31/Ene/2026

Published: 18/Feb/2026

Cita: Álvarez-Laborde, A. O., Vélez-Guerrero, C. R., Vinueza-Mendoza, G. W., & Chávez-Franco, G. A. (2026). Estrategias pasivas de ventilación natural en climas cálido-húmedos. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 4(1), 320-331. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v4/n1/153>

Revista Científica Ciencia y Método (RCyM)
<https://revistacym.com>
revistacym@editorialgrupo-aea.com
info@editorialgrupo-aea.com

© 2026. Este artículo es un documento de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la **Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional**.



Abstract:

In hot and humid climates, the growing demand for cooling has reinforced dependence on air conditioning; this paper summarizes passive natural ventilation strategies to reduce energy consumption and improve indoor air quality. An exploratory literature review was conducted using a search and screening protocol in academic sources, including peer-reviewed studies in tropical areas with evidence from measurements, simulations, or aerodynamic tests, and a thematic synthesis by families of solutions. The results identify cross ventilation as the most effective regime for achieving high renewal rates and perceptible indoor velocities when porosity, inflow-outflow balance, orientation, floor depth, and internal trajectories minimize losses; in contrast, single-sided ventilation performs more erratically and is heavily dependent on turbulence and urban obstructions. In scenarios of extreme heat or degraded outdoor air, exclusively natural ventilation is often insufficient, so combinations with passive capture or extraction devices and very low-consumption supports, operated contextually, are proposed. It is concluded that success depends on multiscale morphological decisions and adaptive operation based on air movement.

Keywords: natural ventilation; cross ventilation; hot-humid climate; adaptive comfort; bioclimatic design.

1. Introducción

La creciente demanda de enfriamiento en edificaciones ubicadas en climas cálido-húmedos —donde predominan altas temperaturas, humedad relativa elevada y bajas amplitudes térmicas diarias— ha intensificado la dependencia de sistemas mecánicos de aire acondicionado, con impactos energéticos, económicos y ambientales considerables. En este contexto, la ventilación natural pasiva reaparece como alternativa estratégica para reducir consumos y mejorar la calidad del aire interior, siempre que el diseño arquitectónico aproveche de manera óptima los impulsos de viento y la flotación térmica (stack effect) propios de cada emplazamiento (Sakiyama, Carlo, Frick, & Garrecht, 2020). Sin embargo, el desempeño de estas estrategias en latitudes tropicales enfrenta limitaciones específicas: la escasa diferencia de temperatura entre interior y exterior debilita la flotación; las altas humedades restringen el enfriamiento evaporativo “gratuito”; y la morfología urbana densa reduce la disponibilidad de viento a nivel peatonal, condicionando la ventilación cruzada (Jing et al., 2021; Ahmed, Kumar, & Mottet, 2021).

Las afectaciones del problema son multicausales y entrelazadas. A escala urbana, la obstrucción por edificaciones vecinas y la configuración de cañones de calle alteran los patrones de presión en fachadas, mermando caudales de aire y generando asimetrías de ventilación entre niveles (Jing et al., 2021). A escala del edificio, la profundidad de planta, la porosidad de la envolvente, la orientación, la geometría de

balcones, la fracción y tipología de aberturas (abatibles, correderas, louver, transoms) y la existencia de particiones internas determinan el régimen de ventilación —simple a una cara, cruzada o por tiro térmico— y, con ello, la eficacia térmica y de dilución de contaminantes (Omraní, García-Hansen, Capra, & Drogemüller, 2017; Zhong et al., 2022). En climas cálido-húmedos, la ventilación simple a una cara suele mostrar rendimientos inferiores y mayor sensibilidad a turbulencias incidentes y a obstrucciones externas, lo que la hace menos robusta que la ventilación cruzada para lograr tasas de renovación elevadas y velocidades interiores perceptibles (Zhong et al., 2022). Asimismo, la evidencia reciente indica que incluso la ventilación cruzada puede resultar insuficiente bajo escenarios de olas de calor y clima futuro, salvo que se combine con otros dispositivos pasivos (p. ej., chimeneas solares o captadores de viento) o con ventilación híbrida asistida (Ahmed et al., 2021; Zhang et al., 2021).

Pese a estas restricciones, la pertinencia de la ventilación natural pasiva en los trópicos se sostiene por varias razones. Primero, los modelos de confort adaptativo muestran que, en edificios “free-running”, las personas ajustan sus expectativas térmicas al ambiente exterior, ampliando el rango de condiciones aceptables en comparación con el confort estático, particularmente cuando se incrementa la velocidad del aire sobre el cuerpo (Nicol, 2004; Toe & Kubota, 2013). Segundo, ensayos de campo en oficinas tropicales confirman que el aumento del movimiento de aire mediante ventiladores de techo permite elevar el set-point hasta ~26–27 °C sin penalizar aceptación, lo que reduce de forma sustantiva el uso de enfriamiento mecánico (Lipczynska, Schiavon, & Graham, 2018). Tercero, en tipologías de alta esbeltez, la ventilación cruzada bien configurada —combinando orientación, relación y posición de aberturas y control de obstáculos— puede disminuir temperaturas operativas y horas de desconfort de manera significativa (Stasi, Ruggiero, & Berardi, 2023). Finalmente, la arquitectura vernácula tropical ofrece un reservorio de soluciones bioclimáticas —elevación del volumen, porches profundos, patios, dobles alturas, corredores ventilados— que optimizan las trayectorias del viento, filtran la lluvia y promueven velocidades interiores útiles, con evidencia creciente sobre su desempeño medido o simulado (Pan, Zhong, Zheng, Xu, & Zhang, 2024).

La viabilidad técnica y operativa de estas estrategias demanda, no obstante, un abordaje de diseño multicriterio. Además de maximizar el potencial eólico local, es necesario resolver conflictos comunes en entornos urbanos cálido-húmedos: intrusión de ruido, entrada de lluvia y salitre, seguridad y privacidad, y exposición a contaminantes exteriores. La literatura de revisión y guías metodológicas propone integrar, desde etapas tempranas, herramientas de predicción (modelos de red, CFD, túnel de viento) con reglas de diseño paramétricas para ajustar área y ubicación de aberturas, relación de vacíos, protecciones (aleros, parasoles, wing-walls) y dispositivos de extracción (chimeneas solares, lucernarios ventilados), así como esquemas mixtos que conmutan entre free-running y asistencia mecánica de baja potencia (Omraní et al., 2017; Zhang et al., 2021; Sakiyama et al., 2020). En climas cálido-húmedos, donde la flotación es débil, el énfasis recae en captar y dirigir el

viento: ventilación cruzada de baja pérdida de carga, secciones efectivas de entrada-salida, control de trayectorias internas y compatibilización con sombreamientos y barreras a la lluvia (Aflaki, Mahyuddin, Al-Cheikh Mahmoud, & Baharum, 2015; Jiang, Kobayashi, Yamanaka, & Sandberg, 2023).

En consecuencia, el objetivo de esta revisión bibliográfica es sintetizar y evaluar críticamente las estrategias pasivas de ventilación natural aplicables a climas cálido-húmedos —con foco en ventilación cruzada, ventilación a una cara, chimeneas solares y combinaciones pasivas— identificando parámetros de diseño determinantes (porosidad, geometría y tipología de aberturas, profundidad de planta, obstáculos urbanos, dispositivos auxiliares de movimiento de aire) y su impacto en confort térmico e higiene del aire interior. La revisión pretende, además, mapear evidencias provenientes de arquitectura vernácula y de estudios contemporáneos basados en CFD y mediciones, y proponer lineamientos de viabilidad para el proyecto arquitectónico y el control operativo en régimen free-running o mixto, enfatizando el papel del movimiento de aire y el confort adaptativo como criterios rectores en ambientes cálido-húmedos (Nicol, 2004; Lipczynska et al., 2018; Ahmed et al., 2021; Pan et al., 2024).

2. Materiales y métodos

Este estudio adopta un diseño exploratorio de revisión bibliográfica orientado a mapear, describir y sintetizar el conocimiento disponible sobre estrategias pasivas de ventilación natural aplicables a climas cálido-húmedos. Se definió un protocolo previo que especificó pregunta de investigación, alcance temático, fuentes de información, criterios de elegibilidad, procedimientos de extracción y plan de síntesis. La pregunta guía se centró en identificar qué estrategias pasivas —con especial atención a ventilación cruzada, ventilación a una cara, chimeneas solares, captadores de viento, patios y configuraciones híbridas pasivas— muestran evidencia de desempeño térmico y de calidad del aire en edificaciones ubicadas en zonas cálido-húmedas, así como los parámetros de diseño que modulan su eficacia (porosidad de la envolvente, tipología y relación de aberturas, orientación, profundidad de planta, contexto urbano y dispositivos auxiliares de conducción del flujo).

La búsqueda se realizó prioritariamente en bases de datos indexadas y selectivamente en repositorios de editoriales y metabuscadores académicos para ampliar la saturación temática. Se incluyeron términos en español, inglés y portugués, combinando operadores booleanos y comodines. Ejemplos de ecuaciones empleadas fueron: (“natural ventilation” OR “cross-ventilation” OR “single-sided ventilation” OR “solar chimney” OR “wind catcher” OR “stack effect”) AND (“hot-humid” OR tropical OR “warm humid”) AND (building* OR housing OR architecture) y (ventilación AND natural AND (cruzada OR “una cara”) AND (cálido-húmedo OR tropical)). Se fijó un horizonte temporal amplio para capturar tanto estudios seminales como contribuciones recientes; no obstante, se privilegió la literatura de los últimos quince

años y los artículos de revisión o de síntesis metodológica con aplicabilidad directa al contexto arquitectónico.

Los criterios de inclusión contemplaron: publicaciones con revisión por pares; foco explícito en climas cálido-húmedos o tropicales; evidencia empírica de campo, simulación computacional (p. ej., modelos de red, CFD) o ensayos en túnel de viento; resultados cuantitativos y/o cualitativos sobre caudales de aire, tasas de renovación, velocidades interiores, temperaturas operativas, horas de discomfort, aceptación térmica, o proxies de desempeño energético; y estudios en tipologías edificatorias relevantes (vivienda, oficinas, educación y equipamientos de baja a media altura y torres residenciales). Se excluyeron trabajos centrados exclusivamente en climatización mecánica, climas áridos, templados o fríos sin análisis transferible, comentarios no revisados, resúmenes sin datos, literatura gris no verificable y documentos con insuficiente transparencia metodológica. La fase de cribado combinó revisión de títulos y resúmenes, seguida de lectura a texto completo; los registros duplicados fueron depurados mediante gestor bibliográfico.

Para garantizar consistencia y trazabilidad, se diseñó una plantilla de extracción que capturó metadatos (autoría, año, país y fuente), características del clima (clasificación reportada y variables ambientales), tipología edilicia, estrategia pasiva estudiada, parámetros de diseño (relación de aberturas, área efectiva de entrada y salida, orientación, profundidad de planta, obstáculos, presencia de patios/ductos, protecciones frente a lluvia), método de evaluación (medición, modelo de red, CFD, túnel de viento), supuestos y condiciones de contorno, y resultados clave. Cuando fue posible, se normalizaron unidades y se transformaron indicadores a métricas comparables (por ejemplo, tasas de renovación por hora, reducciones de temperatura operativa o proporción de horas dentro de bandas de confort adaptativo), registrando cualquier cálculo derivado o supuesto adicional.

La evaluación de calidad metodológica se abordó con listas de chequeo específicas según el tipo de estudio. En trabajos de campo se verificó la calibración de instrumentos, periodos y frecuencias de medición, representatividad climática y control de variables de confusión (ocupación, cargas internas). En simulaciones, se revisó la justificación del modelo, la independencia de malla, el dominio computacional, las condiciones de borde, la validación y los análisis de sensibilidad de parámetros críticos (porosidad, rugosidad urbana, régimen de viento y estabilidad atmosférica). Se documentaron posibles sesgos de publicación, heterogeneidad de contextos y limitaciones de transferibilidad.

La síntesis se planteó predominantemente narrativa y temática, estructurando los hallazgos por familias de estrategias (cruzada, una cara, tiro térmico, dispositivos de captación, configuraciones vernáculas) y por escalas (urbana, edificio, espacio), e incorporando, cuando la homogeneidad de métricas lo permitió, resúmenes semi-cuantitativos de orden de magnitud (por ejemplo, rangos típicos de velocidades interiores y tasas de renovación bajo configuraciones de diseño contrastadas). Se

elaboraron matrices comparativas que vinculan parámetros de diseño con efectos esperados en desempeño, así como mapas de brechas de investigación. Finalmente, se implementó un registro completo del flujo de selección y depuración de registros, y se archivó la base de datos de extracción para asegurar replicabilidad y futuras actualizaciones de la revisión.

3. Resultados

1. Eficacia y alcances de la ventilación natural pasiva en climas cálido-húmedos

3.1.1. Rendimiento térmico y de calidad del aire

En contextos cálido-húmedos —caracterizados por alta entalpía, baja amplitud térmica diaria y frecuente lluvia oblicua— la ventilación natural pasiva puede sostener condiciones aceptables de confort e higiene del aire interior cuando el edificio explota con precisión los gradientes de presión a fachada y se minimizan las pérdidas de carga a lo largo de las trayectorias de flujo. La evidencia de revisión identifica a la ventilación cruzada como el régimen más eficaz para inducir caudales de dilución y velocidades interiores perceptibles, siempre que exista una porosidad de entrada-salida bien balanceada y un alineamiento geométrico que favorezca el tiro eólico; en esas condiciones, se registran disminuciones apreciables de horas de discomfort y del requerimiento de enfriamiento activo en tipologías representativas de los trópicos (Jiang, Kobayashi, Yamanaka, & Sandberg, 2023). Por contraste, la ventilación a una cara muestra un rendimiento más errático y sensible a la turbulencia incidente, al espaciamiento entre vanos y a la interferencia del tejido urbano, lo que limita su capacidad para mantener renovaciones elevadas y homogéneas en plantas profundas o ambientes densos (Zhong et al., 2022). Asimismo, bajo episodios de calor extremo o degradación de la calidad del aire exterior, la ventilación exclusivamente natural raras veces satisface simultáneamente confort térmico y estándares de IAQ, por lo que se recomiendan estrategias complementarias de muy baja energía (p. ej., ventilación híbrida, filtración puntual, impulso mecánico mínimo) para cerrar la brecha entre viabilidad energética y salubridad (Ahmed, Kumar, & Mottet, 2021).

Un aspecto operativo clave es la sinergia entre ventilación natural y aumento controlado de la velocidad de aire percibida a nivel ocupante. Estudios de campo en oficinas tropicales con ventiladores de techo y control compartido muestran que es posible elevar los set-points térmicos hasta el entorno de 26–27 °C sin penalizar la aceptación ni el desempeño autorreportado, lo que ilustra la potencia de soluciones de “baja exergía” para ampliar el rango de aceptabilidad en régimen free-running y contener el uso de aire acondicionado (Lipczyńska, Schiavon, & Graham, 2018). En términos prácticos, el movimiento de aire local actúa como “multiplicador de confort” al desplazar la temperatura operativa equivalente y, por ende, alargar las horas de operación pasiva en estaciones húmedas.

3.1.2. Influencia de parámetros arquitectónicos

La eficacia de la ventilación pasiva no es una propiedad intrínseca del clima, sino el resultado de decisiones de diseño que modulan la relación entre presión disponible y resistencia aerodinámica del sistema espacial. La literatura especializada sobre ventilación cruzada demuestra que el desempeño depende, de forma no lineal, de: (i) la fracción de apertura efectiva (coeficiente de descarga incluido), (ii) la relación de áreas de entrada y salida, (iii) la alineación de vanos respecto al vector de viento dominante, (iv) la profundidad de planta y la continuidad de las trayectorias de flujo, y (v) la rugosidad y obstrucciones del entorno urbano, que reconfiguran los campos de presión y la estela alrededor del volumen (Jiang et al., 2023). En la práctica, pequeñas alteraciones morfológicas —por ejemplo, el desalineamiento de aberturas, la inserción de particiones opacas o el sobredimensionamiento de balcones con barandales ciegos— pueden incrementar la pérdida de carga e inducir cortocircuitos de aire, reduciendo el caudal útil y la homogeneidad de las velocidades interiores.

En climas cálido-húmedos, el diseño de la envolvente exige compatibilizar captación de viento, control de lluvia y sombreado sin sacrificar sección efectiva. Revisiones centradas en los trópicos señalan que componentes como wing-walls, lamas orientables, porticones ventilados, lucernarios con extracción y el dimensionamiento juicioso de la relación hueco-muro pueden amplificar el gradiente de presión útil y estabilizar el flujo interior, siempre que se evite penalizar el coeficiente de descarga con detalles constructivos de alta resistencia (Aflaki, Mahyuddin, Al-Cheikh Mahmoud, & Baharum, 2015). En contraste, la ventilación a una cara requiere un tratamiento aún más fino del detalle de la abertura (separación vertical de vanos, geometría del nicho, presencia de elementos de deflexión), pues su rendimiento se apoya en fenómenos de pulsación y recirculación de escala pequeña, altamente sensibles a la configuración local y al campo de turbulencia que impone el barrio (Zhong et al., 2022).

3.1.3. Viabilidad y límites operativos

La viabilidad real en los trópicos húmedos se juega en la gestión de compromisos: maximizar la ventilación sin admitir lluvia, ruido, salitre o contaminantes, y sin comprometer la seguridad. Las revisiones para climas cálidos advierten que, ante olas de calor más frecuentes y mezcla urbana compleja, la operación exclusivamente natural puede volverse intermitente o insuficiente, por lo que la estrategia óptima es la “ventilación con control”: abrir cuando el gradiente psicrométrico sea favorable, cerrar y filtrar cuando no lo sea, y suplementar con impulso mecánico mínimo (ventiladores, extracción puntual) o con dispositivos pasivos de refuerzo (chimeneas solares, captadores de viento) que eleven la robustez del sistema en condiciones límite (Ahmed et al., 2021). A escala tipológica, los límites más claros emergen en plantas profundas o en esquemas a una cara en entornos densos, donde la sensibilidad a las condiciones turbulentas y a la interferencia de cañones de calle reduce la confiabilidad y obliga a rediseños que restituyan porosidad, acorten trayectorias y provean “by-passes” de extracción en cumbrera o patio (Zhong et al., 2022). En paralelo, la

incorporación de ventiladores de techo calibrados para velocidades moderadas resulta una táctica de muy bajo coste energético que expande el dominio operativo de confort sin recurrir a enfriamiento activo, al tiempo que preserva la calidad percibida del ambiente de trabajo (Lipczyńska et al., 2018).

4. Discusión

La síntesis crítica de la evidencia sugiere que la ventilación natural pasiva constituye un recurso eficaz pero condicionado para el acondicionamiento de edificaciones en climas cálido-húmedos. En particular, la ventilación cruzada emerge como el régimen más robusto para inducir gradientes de presión útiles entre fachadas, sostener caudales de renovación significativos y generar velocidades interiores perceptibles, lo que se traduce en disminuciones tangibles de temperatura operativa y de horas de discomfort cuando la porosidad de entrada y salida está bien balanceada y las trayectorias internas presentan baja pérdida de carga (Barberán-Zambrano & Guerrero-Calero, 2025). En tipologías de gran esbeltez, los análisis acoplados CFD-energía han cuantificado reducciones de hasta ~ 5 °C y recortes del orden de 50–60 % en horas de discomfort bajo configuraciones optimizadas, aunque con sensibilidad marcada a la orientación y a la rugosidad urbana. Por contraste, la ventilación a una cara muestra comportamiento más errático, fuertemente dependiente de la turbulencia incidente y del detalle geométrico de los vanos, lo que limita su aplicabilidad en plantas profundas y contextos densos si no media un diseño altamente fino del hueco y de los elementos de conducción del flujo. Estas constataciones apuntan a un “realismo de diseño”: las ganancias son factibles, pero exigen compatibilizar aerodinámica, morfología y emplazamiento para que el potencial eólico se convierta en desempeño estable en uso real (Lipczyńska et al., 2018)..

La discusión operativa debe incorporar, además, los compromisos entre confort térmico y calidad del aire interior (IAQ) que impone el trópico húmedo contemporáneo. La literatura de revisión en climas cálidos advierte que, durante episodios de calor extremo y bajo escenarios de contaminación exterior, la ventilación estrictamente natural rara vez satisface simultáneamente las metas de confort e IAQ; en tales circunstancias, el edificio requiere “inteligencia operativa”: cerrar o filtrar cuando el gradiente psicrométrico es adverso, abrir de forma oportunista cuando lo favorece, y apoyarse en soluciones de baja exergía (ventiladores de techo, extracción puntual, control por horarios) o en combinaciones pasivas (chimeneas solares, captadores de viento) que aumenten el impulso sin penalidades energéticas significativas. Esta perspectiva reubica la ventilación natural no como solución aislada sino como pilar de arquitecturas híbridas resilientes frente a olas de calor más frecuentes y un aire exterior potencialmente degradado (Zhong et al., 2022)..

Desde el prisma arquitectónico, los parámetros de diseño que modulan la eficacia del sistema son de naturaleza multiescalar. A la escala de la envolvente, la fracción de apertura efectiva (incluido el coeficiente de descarga), la relación de áreas de entrada

y salida, la geometría del nicho de la abertura, la presencia de *wing-walls*, lamas y protecciones frente a lluvia, y el dimensionamiento de balcones y celosías determinan la resistencia aerodinámica y, por consiguiente, el caudal útil (Lizarraga-Aguirre 2024). A la escala del espacio, la continuidad de trayectorias y la posición de particiones dirigen o estrangulan el flujo; a la escala urbana, la obstrucción por edificación vecina y los cañones de calle reconfiguran los campos de presión en fachada. Una conclusión transversal es que detalles aparentemente menores un quiebre en la alineación de vanos, un alero ciego, un incremento de profundidad de planta sin compensación de porosidad pueden degradar de manera desproporcionada el desempeño. Este carácter “no lineal” de la respuesta aerodinámica explica la divergencia entre predicciones idealizadas y mediciones *in situ*, y justifica la integración temprana de reglas paramétricas con simulaciones (redes de flujo, CFD) y, cuando proceda, ensayos de túnel (Jiang et al., 2023).

En paralelo, la teoría y la práctica del confort adaptativo introducen un vector de viabilidad clave: el movimiento de aire a nivel ocupante. La evidencia de campo en oficinas tropicales con ventiladores de techo y control compartido demuestra que es posible elevar los *set-points* a ~26–27 °C sin deterioro de la aceptación térmica ni de indicadores autorreportados de desempeño, extendiendo las horas de operación en modo *free-running* y conteniendo la demanda de enfriamiento mecánico (Rivadeneira-Moreira, 2024). Esta sinergia entre ventilación y movimiento de aire confirma que, en los trópicos húmedos, la estrategia óptima no consiste en “enfriar el aire” sino en “enfriar a las personas” a través de velocidades moderadas y control percibido, en sintonía con marcos de confort adaptativo que históricamente han cuestionado la aplicabilidad universal de modelos estáticos. El corolario es conceptual y práctico: la ventilación natural logra su máximo alcance cuando se articula con instrumentos de control térmico subjetivo que desplazan la temperatura operativa equivalente sin un incremento sustantivo del uso energético (Palacios-López et al., 2025).

Finalmente, esta revisión permite delinear vacíos de investigación y líneas de acción. En el plano metodológico, la ventilación a una cara requiere ecuaciones de diseño y validaciones más sólidas que integren escalas de turbulencia urbana y efectos transitorios; la evidencia actual, aunque creciente, sigue fragmentada y sensible a condiciones de contorno que limitan su transferibilidad. En tipologías de alta densidad y plantas profundas, urge profundizar en configuraciones mixtas que combinen porosidad distribuida, extracción en cumbrera o patio, y dispositivos de refuerzo de baja potencia, priorizando métricas integradas que vinculen IAQ, confort adaptativo y exposición a lluvia/ruido. A escala normativa, las recomendaciones de proyecto deberían incorporar explícitamente coeficientes de descarga orientados al detalle constructivo local y protocolos de operación estacional. En síntesis, la ventilación natural pasiva ofrece beneficios sustantivos en climas cálido-húmedos, pero su desempeño real depende de una triada inseparable: decisión morfológica informada, operación contextual inteligente y apoyo de bajo consumo orientado al movimiento de aire (Gaibor-Garófalo & Paucar-Camacho, 2025).

5. Conclusiones

La revisión realizada permite concluir que la ventilación natural pasiva es una estrategia con alto potencial para edificaciones en climas cálido-húmedos, siempre que el diseño arquitectónico, el emplazamiento y la operación se articulen con rigor. La ventilación cruzada se confirma como el régimen más confiable para inducir caudales de renovación y velocidades interiores útiles, mientras que la ventilación a una cara muestra un desempeño más frágil y dependiente de las condiciones turbulentas y del detalle geométrico de las aberturas. En consecuencia, el aprovechamiento pasivo del viento no puede asumirse como un atributo “automático” del clima, sino como el resultado de decisiones morfológicas informadas que transforman el potencial eólico en desempeño térmico y de calidad de aire estable en uso real.

Los parámetros arquitectónicos emergen como palancas críticas: la porosidad efectiva y su balance entre entradas y salidas, el coeficiente de descarga, la relación área-efectiva/volumen, la profundidad de planta, la orientación y la continuidad de trayectorias internas determinan la resistencia aerodinámica del sistema. Detalles aparentemente menores —un desalineamiento de vanos, un balcón con barandal ciego, un aumento de profundidad sin compensación de huecos— pueden degradar desproporcionadamente el rendimiento. A escala urbana, la rugosidad del entorno, las obstrucciones vecinas y los cañones de calle reconfiguran campos de presión y, por ende, exigen ajustar el proyecto a la micro-meteorología real y no solo a promedios climáticos.

En términos de viabilidad operativa, la estrategia más sólida combina ventilación natural con control adaptativo y apoyos de muy bajo consumo energético. “Enfriar a las personas” mediante movimiento de aire moderado —por ejemplo, ventiladores de techo— amplía el rango de aceptabilidad y reduce la dependencia del enfriamiento mecánico, sin renunciar a la salubridad del ambiente interior. La operación debe ser contextual: abrir cuando el gradiente psicrométrico favorece el enfriamiento y la dilución, y cerrar o filtrar cuando predominan lluvia, ruido o contaminantes. El diseño debe integrar protecciones frente a lluvia y soluciones de extracción o captación pasiva que refuercen el impulso en condiciones límite, manteniendo la sección efectiva de intercambio.

Esta revisión también pone en evidencia limitaciones del estado del arte: predominio de simulaciones con validación parcial, heterogeneidad de métricas que dificulta la comparación entre estudios, y escasez de campañas de medición prolongadas en tipologías densas o de gran profundidad de planta. Persiste una brecha en ecuaciones y guías robustas para ventilación a una cara bajo condiciones transitorias y en presencia de turbulencia urbana compleja.

En síntesis, la ventilación natural pasiva en climas cálido-húmedos ofrece beneficios sustantivos de confort, calidad del aire y ahorro energético cuando se concibe como un sistema multiescalar y mixto: decisiones morfológicas precisas, operación

inteligente y apoyos de baja energía. Para consolidar su adopción, se requiere estandarizar métricas comparables, fortalecer la evidencia *in situ* en contextos urbanos reales y desarrollar reglas de diseño y protocolos operativos que incorporen explícitamente el comportamiento del usuario, la micro-escala del viento y la exposición a extremos climáticos.

CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.

Referencias Bibliográficas

- Aflaki, A., Mahyuddin, N., Al-Cheikh Mahmoud, Z., & Baharum, M. R. (2015). A review on natural ventilation applications through building façade components and ventilation openings in tropical climates. *Energy and Buildings*, 101, 153–162. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.04.033>
- Ahmed, T., Kumar, P., & Mottet, L. (2021). Natural ventilation in warm climates: The challenges of thermal comfort, heatwave resilience and indoor air quality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 138, 110669. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110669>
- Barberán-Zambrano, G. S., & Guerrero-Calero, J. M. (2025). Análisis de susceptibilidad y vulnerabilidad a deslizamientos en la comunidad Naranjal de la parroquia Abdón Calderón, Portoviejo. *Revista Científica Zambos*, 4(2), 118-134. <https://doi.org/10.69484/rcz/v4/n2/111>
- Gaibor-Garófalo, A. M., & Paucar-Camacho, J. A. (2025). Estrategias para el fortalecimiento de la gestión de riesgos de desastres en el uso de suelo del área urbana de la parroquia Salinas, cantón Guaranda. *Revista Científica Zambos*, 4(2), 71-86. <https://doi.org/10.69484/rcz/v4/n2/117>
- Jiang, Z., Kobayashi, T., Yamanaka, T., & Sandberg, M. (2023). A literature review of cross ventilation in buildings. *Energy and Buildings*, 291, 113143. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113143>
- Jing, Y., Zhong, H.-Y., Wang, W.-W., He, Y., Zhao, F.-Y., & Li, Y. (2021). Quantitative city ventilation evaluation for urban canopy under heat island circulation without geostrophic winds: Multi-scale CFD model and parametric investigations. *Building and Environment*, 196, 107793. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107793>
- Lipczynska, A., Schiavon, S., & Graham, L. T. (2018). Thermal comfort and self-reported productivity in an office with ceiling fans in the tropics. *Building and Environment*, 135, 202–212. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.03.013>
- Lizarraga-Aguirre, H. R. (2024). Evaluación de materiales sostenibles en la construcción de pavimentos urbano. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 2(1), 41-54. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v2/n1/30>

- Nicol, F. (2004). Adaptive thermal comfort standards in the hot–humid tropics. *Energy and Buildings*, 36(7), 628–637. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2004.01.016>
- Omrani, S., Garcia-Hansen, V., Capra, B., & Drogemuller, R. (2017). Natural ventilation in multi-storey buildings: Design process and review of evaluation tools. *Building and Environment*, 116, 182–194. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.02.012>
- Palacios-López, L. A., Pinargote-Bravo, V. J., Cárdenas-Lituma, M. G., & Solórzano-Cedeño, A. L. (2025). Análisis correlacional de vulnerabilidad ante deslizamientos en el barrio San José de Montecristi. *Journal of Economic and Social Science Research*, 5(2), 16-33. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v5/n2/186>
- Pan, Y., Zhong, W., Zheng, X., Xu, H., & Zhang, T. (2024). Natural ventilation in vernacular architecture: A systematic review of bioclimatic ventilation design and its performance evaluation. *Building and Environment*, 111317. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111317>
- Rivadeneira-Moreira, J. C. (2024). Implementación de gemelos digitales probabilísticos en el monitoreo de infraestructuras geotécnicas. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 2(1), 27-40. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v2/n1/29>
- Sakiyama, N. R. M., Carlo, J. C., Frick, J., & Garrecht, H. (2020). Perspectives of naturally ventilated buildings: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 130, 109933. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109933>
- Stasi, R., Ruggiero, F., & Berardi, U. (2023). Influence of cross-ventilation cooling potential on thermal comfort in high-rise buildings in a hot and humid climate. *Building and Environment*, 242, 111096. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.111096>
- Toe, D. H. C., & Kubota, T. (2013). Development of an adaptive thermal comfort equation for naturally ventilated buildings in hot–humid climates using ASHRAE RP-884 database. *Frontiers of Architectural Research*, 2(4), 278–291. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2013.06.003>
- Zhang, H., Yang, D., Tam, V. W. Y., Tao, Y., Zhang, G., Setunge, S., & Shi, L. (2021). A critical review of combined natural ventilation techniques in sustainable buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 141, 110795. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110795>
- Zhong, H.-Y., Sun, Y., Shang, J., Qian, F.-P., Zhao, F.-Y., Kikumoto, H., Jimenez-Bescos, C., & Liu, X. (2022). Single-sided natural ventilation in buildings: A critical literature review. *Building and Environment*, 212, 108797. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.108797>