South American Publishing

SAP Environmental Research and Ecotoxicity. 2024; 3:101
doi: 10.56294/ere2024101

ORIGINAL

Bioclimatic Architecture: A Holistic Approach to Sustainability in Design

Arquitectura Bioclimática: Una Aproximación Integral a la Sostenibilidad en el Diseño

Louis Enrique Ali Quispe[1], Juan Alberto Almirón Cuentas[1], David Hugo Bernedo-Moreira[1]

[1]Universidad Peruana Unión. Perú.

Cite as
Ali Quispe LE, Almirón Cuentas JA, Bernedo-Moreira DH. Bioclimatic Architecture: A Holistic Approach to Sustainability in Design. Environmental Research and Ecotoxicity. 2024; 3:101. https://doi.org/10.56294/ere2024101

Publication History
Submitted: 16-05-2023
Revised: 29-09-2023
Accepted: 10-02-2024
Published: 11-02-2024

Corresponding Author
Louis Enrique Ali Quispe

ABSTRACT

Objective: the article aims to describe the importance of bioclimatic design applied to various buildings, seeking to understand how these strategies can improve user comfort and reduce the adverse environmental impact associated with the construction and use of buildings. It focuses on passive strategies that take advantage of the specific climatic conditions of each region to optimize the thermal and environmental performance of buildings.
Method: a narrative review of the scientific literature was carried out, using several databases, with search descriptors including the terms "Bioclimatic Architecture" and "Passive Design". A search was carried out from March to April 2024, excluding duplicate articles and those that did not meet the research objectives. A total of 97 initial articles were identified, and 14 relevant articles were finally selected for the review.
Results: the review identified 14 outstanding articles in the field of bioclimatic architecture. These articles address different aspects, including case studies and comparative analysis, focusing on how bioclimatic strategies are applied in different regions and contexts. Among the topics explored are thermal comfort in different types of buildings and the integration of technologies in bioclimatic design.
Conclusions: the conclusions of the article indicate that bioclimatic architecture is a promising solution to improve people's comfort and reduce the environmental impact of buildings. The effective implementation of these strategies requires a deep understanding of local contexts and collaboration between architects, engineers and other stakeholders to achieve successful results. Furthermore, the relevance of considering not only modern aspects but also ancestral knowledge and technologies in bioclimatic design is highlighted.

Keywords: Architecture; Bioclimatic Architecture; Integral Approach; Sustainability in Design.

RESUMEN

Objetivo: el artículo tiene como objetivo describir la importancia del diseño bioclimático aplicado en diversas edificaciones, buscando comprender cómo estas estrategias pueden mejorar el confort de los usuarios y reducir el impacto ambiental adverso asociado con la construcción y el uso de edificaciones. Se enfoca en estrategias pasivas que aprovechan las condiciones climáticas específicas de cada región para optimizar el desempeño térmico y ambiental de los edificios.
Método: se realizó una revisión narrativa de la literatura científica, utilizando diversas bases de datos, con descriptores de búsqueda que incluían los términos "Arquitectura Bioclimática" y "Diseño pasivo". Se llevó a cabo una búsqueda desde marzo hasta abril de 2024, excluyendo artículos duplicados y aquellos que no cumplían con los objetivos de la investigación. Se identificaron 97 artículos en inicial, siendo seleccionados finalmente 14 artículos relevantes para la revisión.
Resultados: la revisión permitió identificar 14 artículos destacados en el ámbito de la arquitectura bioclimática. Estos artículos abordan diferentes aspectos, incluyendo estudios de caso y análisis comparativos, enfocándose en cómo se aplican las estrategias bioclimáticas en diversas regiones y contextos. Entre las temáticas exploradas se encuentran el confort térmico en diferentes tipos de edificaciones y la integración de tecnologías en el diseño bioclimático.
Conclusiones: las conclusiones del artículo indican que la arquitectura bioclimática es una solución prometedora para mejorar el confort de las personas y reducir el impacto ambiental en las edificaciones. La implementación efectiva de estas estrategias requiere una comprensión profunda de los contextos locales y una colaboración entre arquitectos, ingenieros y otros grupos de interés para lograr resultados exitosos. Además, se destaca la relevancia de considerar no solo los aspectos modernos sino también los conocimientos ancestrales y tecnologías en el diseño bioclimático.

Palabras clave: Arquitectura; Arquitectura Bioclimática; Aproximación Integral; Sostenibilidad en el Diseño.

© 2024; The Authors. This Open access article is distributed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

INTRODUCCIÓN

La arquitectura bioclimática, como disciplina enfocada en la optimización del uso de los recursos naturales para el diseño de edificios eficientes y sostenibles, ha ganado una relevancia creciente en las últimas décadas.[1] Basada en principios fundamentales como el aprovechamiento de la energía solar, la ventilación natural, la selección adecuada de materiales y la integración del entorno, esta corriente arquitectónica busca mitigar el impacto ambiental de las construcciones, reducir el consumo energético y mejorar la calidad de vida de los usuarios.[2]

En un contexto actual marcado por los efectos del cambio climático, la escasez de recursos y la creciente demanda de soluciones sostenibles, la arquitectura bioclimática se presenta como una herramienta clave para la construcción de un futuro más ecológico y resiliente.[3]

La realización de una revisión narrativa sobre este tema resulta de suma importancia, ya que permite consolidar el conocimiento existente sobre las diversas estrategias, técnicas y enfoques que componen la arquitectura bioclimática.[4] Esta revisión no solo ofrece una visión integral de su evolución y aplicaciones prácticas, sino que también proporciona un análisis crítico de los desafíos y oportunidades asociados a su implementación en diferentes contextos geográficos y culturales. Además, la revisión narrativa facilita la identificación de vacíos en la investigación y abre nuevas líneas de exploración que pueden contribuir a la innovación en el diseño arquitectónico sostenible.

Según Inga et al.[5] a través de la arquitectura bioclimática se diseñan edificios que se adapten y aprovechen las características climáticas de la región donde se encuentran. Estos edificios están diseñados de manera inteligente para protegerse de las altas temperaturas del verano y las bajas temperaturas del invierno. Un aspecto fundamental de la arquitectura bioclimática es lograr un equilibrio entre el sobrecalentamiento y la refrigeración del edificio.

De acuerdo a información proporcionada por la Agencia Internacional de la Energía, las ciudades representan solo el 3 % de la superficie total del planeta, pero son responsables de consumir aproximadamente el 67 % de la energía a nivel global. Este consumo desmesurado tiene efectos significativos en el agotamiento de los recursos naturales y genera impactos negativos en el medio ambiente.

Por este motivo, se hace imperativo llevar a cabo investigaciones exhaustivas sobre el uso de energías renovables y la implementación de sistemas de ahorro energético innovadores.[6] Es fundamental buscar alternativas sostenibles para reducir la dependencia de fuentes de energía no renovables y disminuir el impacto ambiental asociado al consumo energético, lo que permitirá garantizar un futuro más sostenible para las ciudades y el planeta en general.[7]

Por otro lado, aprovechar las características climáticas de la región y utilizar estrategias de diseño inteligentes, estos edificios pueden reducir significativamente la necesidad de sistemas de calefacción y refrigeración convencionales, lo que se traduce en un menor consumo de energía y un menor impacto ambiental. La arquitectura bioclimática se presenta como una solución sostenible y eficiente para la construcción de edificios en armonía con su entorno climático.[8]

Al respecto, en Europa durante los meses de verano, se implementan estrategias de diseño que ayudan a evitar el sobrecalentamiento, como el uso de sombreado adecuado, la orientación del edificio para aprovechar las brisas naturales y la utilización de materiales de construcción que reflejen el calor. Por otro lado, durante los meses de invierno, se busca maximizar la captación de calor solar y minimizar las pérdidas de calor, a través de la orientación adecuada, el uso de aislamiento térmico y la incorporación de elementos como muros de agua o sistemas de recogida de energía solar.[9]

En Asia las edificaciones se ajustan de manera específica a las condiciones climáticas y socioculturales locales, empleando los materiales y métodos disponibles en la región. Una comprensión detallada y una revisión de las estrategias de diseño bioclimático pueden mejorar la eficiencia térmica interior sin necesidad de utilizar aire acondicionado, lo cual es fundamental para reducir las emisiones de carbono en áreas rurales. En todo el mundo, se han desarrollado diversas herramientas de análisis bioclimático para estudiar las características climáticas de la arquitectura tradicional y mejorar el confort térmico humano.[7]

En contexto, la arquitectura bioclimática ha adquirido una importancia significativa en la industria de la construcción a nivel mundial. En respuesta a este creciente interés y reconocimiento, el objetivo de este artículo es describir la importancia del diseño bioclimático aplicado en diversas edificaciones. Se busca comprender cómo estas estrategias pueden mejorar el confort de los usuarios y reducir el impacto ambiental adverso asociado con la construcción y el uso de edificaciones. Este enfoque se sustenta en el empleo de estrategias pasivas que aprovechan las condiciones climáticas específicas de cada región para optimizar el desempeño térmico y ambiental de los edificios.

MÉTODO

Se llevó a cabo una revisión con el objetivo de explorar la literatura científica en las diferentes bases de datos. Para optimizar la búsqueda, se utilizaron descriptores específicos con los términos “Arquitectura Bioclimática” y “Diseño Pasivo”. Además, se emplearon los operadores booleanos AND y OR para refinar y ampliar los resultados. El período de búsqueda se extendió desde marzo hasta abril de 2024, abarcando artículos publicados entre 2020 y 2024.

Como resultado, se identificaron 97 artículos a través de la cadena de búsqueda establecida. Se excluyeron 60 artículos: 29 duplicados, 20 que no cumplían con los objetivos de la investigación y 12 que no atendían los criterios de inclusión. Finalmente, se seleccionaron 14 artículos relevantes para ser incluidos en la revisión.

RESULTADOS

La revisión permitió localizar 14 artículos, los cuales se encontraron en diversas bases de datos.

Tabla 1. Selección de artículos

Título	Cita	Tipo / Objetivo / Principales Resultados
Conformation Factors of Building Bioclimatic Microclimate	8	La investigación se centra en el diseño de edificios bioclimáticos en el sur de Kazajistán, adaptados a las condiciones climáticas locales. La metodología incluye el análisis de parámetros climáticos, como temperatura y viento, y la evaluación de la orientación de los edificios. Además, se compara la arquitectura vernácula con alternativas bioclimáticas históricas y se proponen criterios de evaluación para edificios sostenibles. Las estrategias de diseño incluyen techos verdes, sistemas de ventilación y energías renovables. La investigación concluye que hay una creciente demanda de estos edificios, destacando la importancia de una planificación adecuada para optimizar el microclima y la calidad de vida.
Suitability of the Bioclimatic Architectural Design Concept and the Achievement of Thermal Comfort in the Building (Case Study of Baitul Musyahadah Mosque in Banda Aceh City)	6	La investigación es cualitativa, utilizando observaciones y entrevistas para recoger datos sobre el confort térmico en la Mezquita Baitul Musyahadah. Las conclusiones principales indican que muchos asistentes perciben el interior como cálido y demandan más aire acondicionado, destacando fallas en el diseño original y confirmando la necesidad de mejoras bioclimáticas.
Achieving Thermal Comfort through the Design of a Tourist Hotel – (Huancayo)	5	La investigación es experimental, descriptiva y aplicativa, utilizando herramientas de diagnóstico bioclimático como tablas de Mahoney y un abaco psicométrico. Las conclusiones resaltan la importancia de diseñar un hotel turístico en Huaytapallana que garantice confort térmico, empleando materiales locales y métodos que optimicen la eficiencia energética y la sostenibilidad.
Socio-Economic Barriers to Adopting Energy-Saving Bioclimatic Strategies in a Mediterranean Sustainable Real Estate Setting: A Quantitative Analysis of Resident Perspectives	4	El estudio es investigación cuantitativa, utilizando cuestionarios para recolectar datos de 150 residentes en Pafos, Chipre. Se identifican barreras socioeconómicas al diseño bioclimático, destacándose la influencia de costos en decisiones de renovación. Se concluye que incentivos financieros pueden mejorar la adopción de estrategias energéticas sostenibles en construcción.
Diseño bioclimático de vivienda media en la época del auge petrolero en Tampico, México	10	La investigación es cualitativa y se centra en el análisis de estrategias bioclimáticas en viviendas de Tampico (1912-1930). La metodología incluye caracterización climática, revisión de viviendas y entrevistas a usuarios. Concluye que las viviendas incorporan estrategias bioclimáticas adecuadas, mejorando el confort interior y destacando su relevancia patrimonial ambiental.
Bioclimatic Architecture and Urban Morphology. Studies on Intermediate Urban Open Spaces	3	La investigación es un estudio sobre la arquitectura bioclimática y la morfología urbana, utilizando simulaciones de dinámica de fluidos computacional (CFD) para evaluar el confort térmico. Se concluye que combinar materiales frescos con vegetación mejora significativamente el confort térmico y mitiga el efecto de isla de calor urbano durante el verano.
Methods in the Traditional House of Banjar Gajah Baliku	2	La investigación es descriptiva cualitativa, complementada con enfoque cuantitativo. Se utilizaron observaciones de campo, entrevistas y análisis de temperatura. Concluye que la casa tradicional Gajah Baliku cumple con los nueve principios de arquitectura bioclimática, mostrando un promedio de temperatura de 25.45 °C, en la categoría de confort óptimo.
Estrategias de sostenibilidad enfocadas al confort térmico y la energía incorporada de una vivienda emergente en la región andina del ecuador	11	La investigación es bioclimática y aborda el confort térmico en viviendas emergentes en Ecuador. La metodología consiste en definir un modelo y estrategias, seguido de simulaciones y cálculos de energía incorporada. Se concluye que el modelo propuesto alcanza temperaturas de confort con una energía incorporada menor que en otras viviendas sociales.
El confort térmico en la arquitectura vernácula de la parroquia Chuquiribamba, Ecuador	12	La investigación es de tipo evaluativa, utilizando métodos de análisis de diseño y simulación térmica. Se seleccionaron cuatro tipologías de viviendas vernáculas en Chuquiribamba. Las conclusiones destacan los beneficios térmicos de los materiales tradicionales, evidenciando su adaptación al clima y la importancia de valorar el conocimiento constructivo ancestral.
Bioclimatic Architecture Strategies in Denmark: A Review of Current and Future Directions	9	El objetivo del estudio fue identificar estrategias bioclimáticas adecuadas para promover el diseño pasivo en proyectos de construcción o renovación en Dinamarca, en respuesta al cambio climático. Se utilizó una revisión de literatura siguiendo el diagrama PRISMA, complementada con el análisis de 25 proyectos reales. Los resultados muestran que las estrategias de calefacción pasiva se enfocan en las ganancias solares, el aislamiento y la masa térmica, mientras que las de enfriamiento pasivo se centran en la ventilación natural y la protección solar. Se espera que estas estrategias sigan siendo relevantes.
Bioclimatic design strategy of vernacular architecture in the south-east of China: a case study in Fujian, China	7	La investigación es un estudio de campo sobre estrategias bioclimáticas en la arquitectura vernácula de Fujian, China. Se utilizó la Tabla de Mahoney para identificar estrategias y se realizaron encuestas de 907 edificios. Las conclusiones destacan que las estrategias varían según las condiciones locales, superando las recomendaciones de la tabla.
Thermal Comfort Analysis Using System Dynamics Modeling—A Sustainable Scenario Proposition for Low-Income Housing in Brazil	13	La investigación es un análisis sobre el confort térmico en viviendas de bajo ingreso en Brasil, utilizando modelado de dinámica de sistemas. La metodología incluye simulaciones de estrategias de ventilación natural y materiales sostenibles. Las conclusiones destacan la necesidad de soluciones asequibles para mejorar el confort y reducir el costo energético.

The Sustainable City: Advances in Renewable Energy and Energy Saving Systems	14	El artículo presenta una investigación sobre avances en energías renovables y sistemas de ahorro energético para ciudades sostenibles. La metodología incluye revisiones de estudios previos y análisis de implementaciones tecnológicas. Las conclusiones destacan la necesidad de integrar energías limpias y sistemas eficientes para reducir el consumo energético y mejorar la calidad de vida urbana.
Indoor Thermal Comfort Analysis: A Case Study of Modern and Traditional Buildings in Hot-Arid Climatic Region of Ethiopia	1	La investigación es un estudio comparativo sobre el confort térmico en edificios modernos y tradicionales en Semera, Etiopía. Utiliza métodos subjetivos (escala de sensación térmica ASHRAE) y objetivos (medición de temperatura y humedad). Concluye que el 88 % de los ocupantes de casas tradicionales están satisfechos, frente al 22 % en edificios modernos.

La búsqueda se centró principalmente en artículos científicos, aunque también se encontraron numerosas tesis y trabajos de grado relacionados con el tema, sin embargo, debido a su naturaleza menos empírica y enfoque específico, estos últimos no fueron incluidos en la revisión, ya que no proporcionaban el respaldo científico deseado para el estudio. Como resultado, se conformó un corpus final compuesto por 14 artículos relevantes para la revisión (tabla 2).

Tabla 2. Años de publicación de los estudios elegidos

Año de publicación	Número de estudios
2024	3
2023	8
2022	1
2021	1
2020	1
Total	14 artículos

En la tabla 3, se proporciona información sobre el año de publicación de los artículos, seguido por los países que han sido objeto de estudio. Este enfoque permite a los lectores obtener una comprensión más completa y actualizada de las últimas investigaciones en el campo. Al mostrar tanto la cronología de las publicaciones como la diversidad de países examinados, se ofrece una visión más completa del panorama investigativo y se facilita la identificación de tendencias o patrones emergentes en la literatura científica.

Tabla 3. Países en los que se realizaron los estudios

Principales lugares de estudio	Asia (China)
	Europa (Dinamarca)
	Brasil
	Ecuador
	México
	Perú

CONCLUSIONES

Relevancia de la Arquitectura Bioclimática: la arquitectura bioclimática emergió como una solución prometedora para mejorar el confort interno de los edificios y reducir el impacto ambiental de las construcciones, haciendo hincapié en la necesidad de diseñar con respeto a las condiciones climáticas locales.

Estrategias Pasivas: se destacan las estrategias pasivas que aprovechan las características específicas de cada región para optimizar el rendimiento térmico, como la adecuada orientación y el uso de materiales apropiados que regulen la temperatura.

Colaboración Interdisciplinaria: la implementación efectiva de estrategias bioclimáticas requiere una cooperación estrecha entre arquitectos, ingenieros y otros profesionales del sector para asegurar un diseño exitoso y adaptado a las necesidades locales.

Investigación y Análisis Comparativo: la revisión de literatura identificó 15 estudios relevantes que analizan diferentes aspectos de la arquitectura bioclimática, fomentando el conocimiento sobre su evolución y aplicación en contextos globales, lo que sugiere la necesidad de más investigaciones en áreas no exploradas.

Valoración de Conocimientos Ancestrales: el artículo resalta la importancia de integrar no solo tecnologías modernas, sino también conocimientos constructivos ancestrales en el diseño bioclimático para mejorar la sostenibilidad de los edificios.

FINANCIACIÓN

Ninguna.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Louis Enrique Ali Quispe, Juan Alberto Almirón Cuentas, David Hugo Bernedo-Moreira.
Redacción – borrador original: Louis Enrique Ali Quispe, Juan Alberto Almirón Cuentas, David Hugo Bernedo-Moreira.
Redacción – revisión y edición: Louis Enrique Ali Quispe, Juan Alberto Almirón Cuentas, David Hugo Bernedo-Moreira.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hailu H, Gelan E, Girma Y. Indoor Thermal Comfort Analysis: A Case Study of Modern and Traditional Buildings in Hot-Arid Climatic Region of Ethiopia. Urban Science 2021;5. https://doi.org/10.3390/urbansci5030053.

2. Hafizha F, Jairina SNI. Study of Bioclimatic Architecture Methods in the Traditional House of Banjar Gajah Baliku. Civil Engineering and Architecture 2023; 11:2857-68. https://doi.org/10.13189/cea.2023.110801.

3. Battisti A. Bioclimatic architecture and urban morphology. Studies on intermediate urban open spaces. Energies 2020; 13:1-20. https://doi.org/10.3390/en13215819.

4. Vassiliades C, Minterides C, Astara OE, Barone G, Vardopoulos I. Socio-Economic Barriers to Adopting Energy-Saving Bioclimatic Strategies in a Mediterranean Sustainable Real Estate Setting: A Quantitative Analysis of Resident Perspectives. Energies 2023; 16. https://doi.org/10.3390/en16247952.

5. Inga MA, Huanuco HSB, Garcia JLP, Garcia CRP. Achieving Thermal Comfort through the Design of a Tourist Hotel – (Huancayo). Civil Engineering and Architecture 2024; 12:668-84. https://doi.org/10.13189/cea.2024.120202.

6. Fuady M, Munadi R, Kevin MA. Suitability of the Bioclimatic Architectural Design Concept and the Achievement of Thermal Comfort in the Building (Case Study of Baitul Musyahadah Mosque in Banda Aceh City). Civil Engineering and Architecture 2023; 11:3642-50. https://doi.org/10.13189/cea.2023.110630.

7. Huang H, Xie YQ, Chen JJ, Liang S, Chen ZJ. Bioclimatic design strategy of vernacular architecture in the south-east of China: a case study in Fujian, China. International Journal of Low-Carbon Technologies 2024;19:1-17. https://doi.org/10.1093/ijlct/ctad079.

8. Sakenova S, Konbr U, Kisselyova T, Aimagambetova Z, Mugzhanova G, Amandykova D. Conformation Factors of Building Bioclimatic Microclimate. Civil Engineering and Architecture 2024;12:350-60. https://doi.org/10.13189/cea.2024.120126.

9. Bugenings LA, Kamari A. Bioclimatic Architecture Strategies in Denmark: A Review of Current and Future Directions. Buildings 2022;12. https://doi.org/10.3390/buildings12020224.

10. Orozco-Cejudo A, Rosas-Lusett MA, Deasiain-Alberich ML. Bioclimatic Design of Middle Housing in the Times of the Oil Boom in Tampico, Mexico (1912-1930). Habitat Sustentable 2023;13:92-105. https://doi.org/10.22320/07190700.2023.13.02.07.

11. Torres-Quezada J, Lituma-Saetama S. Sustainability Strategies Focused on Thermal Comfort and Embodied Energy of Emerging Housing in the Andean Region of Ecuador. Habitat Sustentable 2023;13:42-55. https://doi.org/10.22320/07190700.2023.13.01.04.

12. Giovanni A, Jumbo D. Thermal comfort in the vernacular architecture of the Chuquiribamba Parish Ecuador 2023;13.

13. Liaw C, da Silva VE, Maduro R, Megrè M, de Souza Inácio Gonçalves JC, Santos EM dos, et al. Thermal Comfort Analysis Using System Dynamics Modeling—A Sustainable Scenario Proposition for Low-Income Housing in Brazil. Sustainability (Switzerland) 2023;15. https://doi.org/10.3390/su15075831.

14. Perea-Moreno AJ, Hernandez-Escobedo Q. The sustainable city: Advances in renewable energy and energy saving systems. Energies 2021; 14:2-4. https://doi.org/10.3390/en14248382.