

DOI: <https://doi.org/10.23857/fipcaec.v8i1>

## La Bioarquitectura Para el Aprovechamiento de los Recursos Energéticos

*Bioarchitecture for the Use of Energy Resources*

*Bioarquitectura para o Uso de Recursos Energéticos*

Valeria Alejandra Moreira Zambrano <sup>I</sup>  
[valeria.moreira@uleam.edu.ec](mailto:valeria.moreira@uleam.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-4000-4634>

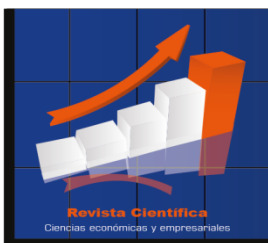
Luigi Fabian Pihuave Calderon <sup>II</sup>  
[luigi.pihuave@uleam.edu.ec](mailto:luigi.pihuave@uleam.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-0215-8824>

Alejandro Javier Mendoza Chávez <sup>III</sup>  
[alejandro.mendoza@uleam.edu.ec](mailto:alejandro.mendoza@uleam.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-7076-8096>

**Correspondencia:** [valeria.moreira@uleam.edu.ec](mailto:valeria.moreira@uleam.edu.ec)

\* **Recepción:** 22/11/2022 \* **Aceptación:** 12/12/2022 \* **Publicación:** 17/01/2023

1. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador.
2. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador.
3. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador.



## Resumen

El objetivo de este artículo fue describir la bioarquitectura para el aprovechamiento de los recursos energéticos, para lo cual se llevó a cabo una revisión bibliográfica y un análisis crítico sustentados en los aportes teóricos inherentes a los recursos energéticos y la bioarquitectura. Se comprende que la finalidad de esta corriente es impulsar la responsabilidad de diseñar edificios y espacios urbanos en los que se desarrollen experiencias para transformar la naturaleza, con actitud racional y preservándola para un mejor futuro de la sociedad y del mundo. Dentro de las conclusiones más relevantes, se encuentra que existen una amplia variedad de alternativas energéticas de excelente desempeño que pueden ser incorporadas en el diseño arquitectónico bioclimático, tal es el caso, de los edificios verdes, el diseño basado en la optimización de la forma de los edificios para ayudar a aumentar su rendimiento energético y edificios con energía cero y positiva, es decir, edificios que generen energía a partir de fuentes renovables y la consuman en cantidades iguales o menores, el uso de materiales aislantes; el uso de iluminación LED y controles de luz natural, entre otros, estas soluciones arquitectónicas pueden ser adaptadas en cualquier localidad del mundo.

**Palabras Claves:** Arquitectura sustentable; bioconstrucción; arquitectura bioclimática.

## Abstract

The objective of this article was to describe the bioarchitecture for the use of energy resources, for which a bibliographic review and a critical analysis based on theoretical contributions were carried out. inherent to energy resources and bio-architecture. It is understood that the purpose of this current is to promote the responsibility of designing buildings and urban spaces in which experiences are developed to transform nature, with a rational attitude and preserving it for a better future of society and the world. Among the most relevant conclusions, it is found that there is a wide variety of energy alternatives with excellent performance that can be incorporated into the bioclimatic architectural design, such is the case of green buildings, the design based on the optimization of the shape of buildings to help increase their energy performance and buildings with zero and positive energy, that is, buildings that generate energy from renewable sources and consume it in equal or lesser quantities, the use of insulating materials; the use of LED lighting and

daylight controls, among others, these architectural solutions can be adapted in any location in the world.

**Key Words:** Sustainable architecture; bioconstruction; bioclimatic architecture.

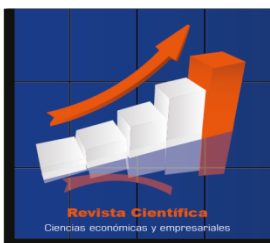
## Resumo

O objetivo deste artigo foi descrever a bioarquitectura para o uso de recursos energéticos, para o qual foi realizada uma revisão bibliográfica e uma análise crítica com base em contribuições teóricas. inerentes aos recursos energéticos e à bioarquitectura. Entende-se que o objetivo desta corrente é promover a responsabilidade de projetar edifícios e espaços urbanos em que se desenvolvam experiências para transformar a natureza, com uma atitude racional e preservá-la para um futuro melhor da sociedade e do mundo. Entre as conclusões mais relevantes, verifica-se que existe uma grande variedade de alternativas energéticas com excelente desempenho que podem ser incorporadas ao projeto arquitetônico bioclimático, como é o caso dos edifícios verdes, o projeto baseado na otimização da forma dos edifícios para ajudar a aumentar o seu desempenho energético e edifícios com energia zero e positiva, ou seja, edifícios que geram energia a partir de fontes renováveis e a consomem em igual ou menor quantidade, a utilização de materiais isolantes; o uso de iluminação LED e controles de luz natural, entre outros, essas soluções arquitetônicas podem ser adaptadas em qualquer local do mundo.

**Palavras-chave:** Arquitectura sustentable; bioconstrucción; arquitectura bioclimática.

## Introducción

Desde los años 80 y con especial intensidad en los primeros años del presente siglo, la preocupación internacional y al interior de los países por el medio ambiente ha estado vigorosamente condicionada por las evidencias científicas que demuestran la influencia de las actividades humanas en el cambio climático del planeta. En efecto, en 1987, la Organización de Naciones Unidas reconoció oficialmente el compromiso internacional de las naciones con la integración de las cuestiones ambientales en los modelos de desarrollo socio-económico a través del concepto de Desarrollo Sostenible, entendido como un desarrollo capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las de las generaciones futuras.



El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2014, pág. 16), indica que la energía renovable es cualquier forma de energía de origen solar, geofísico o biológico que se renueva mediante procesos naturales a un ritmo igual o superior a su tasa de utilización. Se obtiene de los flujos continuos o repetitivos de energía que se producen en el entorno natural. En la misma línea, (Hernández Mendible, 2013, pág. 23) define las energías renovables como todas aquellas que se extraen de fuentes que se regeneran de manera natural, lo que garantiza que no se agoten y que se consideren en principio limpias o verdes, porque contaminan muy poco, y no emiten los gases que producen el efecto de invernadero.

De la misma manera, (Vivanco, 2020, pág. 1) define las energías renovables como aquellas cuya regeneración es mayor a la cadencia de uso. Por otro lado, (Carles, 2011) destaca que las energías renovables son aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad, y que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica.

De entre los aspectos más importantes para el (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2004) que debe tener en cuenta para este desarrollo energético se encuentran por un lado, el aprovechamiento de fuentes primarias renovables, y por otro, la obtención de una elevada eficiencia energética en los procesos de aprovechamiento de las energías finales en los hogares, la industria y el transporte. En este sentido, “las políticas de ahorro y eficiencia energética se configuran como un instrumento de progreso de la sociedad, pues: contribuyen al bienestar social, representan un elemento de responsabilidad social; proyectan las actividades humanas hacia el desarrollo sostenible; establecen un nuevo marco para el desarrollo de la competitividad empresarial; y, en suma, responden al principio de solidaridad entre los ciudadanos y los pueblos” (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2004).

En este sentido, cualquier parte de la Tierra hay algún tipo de recurso renovable: viento, sol, agua, materia orgánica- apta de ser aprovechada para producir energía de forma sostenible, destinada a cubrir las necesidades energéticas de la población. Se asume que dentro de las ventajas que en muchos casos conlleva el uso de las fuentes de energía con recursos renovables, con miras a favorecer el medioambiente, a decir de (Vivanco, 2020) se encuentran: (a) No emiten gases de efecto invernadero (GEI); (b) Son inagotables y gratuitas (solar y eólicas); (c) están siendo

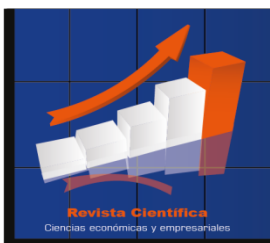
económicamente competitivas frente a las convencionales fósiles; (d) permiten independencia energética; entre otras. En otro aporte, (Pereira, 2015) resalta varios elementos relacionados con la utilización de las fuentes de energías renovables, entre que los que resaltan: 1. Se extraen de fuentes que se regeneran de manera natural, 2. Son inagotables 3. Energías limpias 4. No emiten GEI.

Ahora bien, en las últimas décadas asistimos a una revisión en el ámbito de la construcción de edificaciones arquitectónica, habida cuenta de la importancia creciente del respeto al medio ambiente y en aras de un necesario desarrollo sostenible. Una producción industrial incontrolada tiene como consecuencia un fuerte impacto ambiental que se traduce en un exceso de residuos de todo tipo, con la consiguiente contaminación de aire, agua y suelo. Como contrapartida, una propuesta de desarrollo sostenible contempla esencialmente estrategias para paliar este problema, metodologías para poder resolverlo y técnicas adecuadas para la consecución de los objetivos de sostenibilidad.

Por otro lado, se trata de revisar también los efectos negativos de la construcción en la transformación del medio ambiente, habida cuenta de que dichos efectos son consecuencia directa de una falta de previsión y análisis durante la fase de proyecto (Westerlo & Van, 2011). Así, en el Informe Brundtland de 1987, presentado por la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU, se aborda las contradicciones generadas al confrontar el desarrollo económico con la sostenibilidad ambiental. La construcción sostenible trata por ello de tener en cuenta el ciclo de vida completo de las edificaciones, buscando con ello reducir el problema medioambiental (Miyake, Luna, & Gould, 2009).

La construcción tradicional va asociada al empleo de materiales locales de una zona o lugar, en este sentido, el analizar con detalle estas técnicas para actualizarlas y adecuarlas a los sistemas de construcción actual supone, en numerosos casos, apostar por posturas más afines a la idea de sostenibilidad, si bien incorporando mejoras técnicas y tecnológicas (Fernández, 2016).

Al ser un sistema tradicional que utiliza los materiales de la zona, se basa en un planteamiento constructivo sostenible y que además es susceptible de ser clasificado como arquitectura biológica o bioarquitectura, sobre todo cuando utiliza algún tipo de elemento vegetal, como por ejemplo el bambú o cualquier otro que contribuya a reforzar la consolidación estructural de las viviendas, así como sus detalles, tales como huecos o aberturas.



Partiendo de lo anterior el objetivo de este artículo es describir la bioarquitectura para el aprovechamiento de los recursos energéticos, para lo cual se llevará a cabo una revisión bibliográfica y un análisis crítico sustentados en los aportes teóricos.

## Desarrollo

La génesis de la Bio-arquitectura, bien puede situarse desde los albores de los tiempos, cuando el ser humano comenzó a utilizar los recursos naturales de los cuales disponía para cubrir sus necesidades de alimentación, vestido y vivienda. Con respecto a este último punto, el agua, la paja, la arcilla, la madera, las piedras, las cañas, las ramas y sus follajes, sirvieron de materia prima para realizar sus construcciones, la misma que se integraba perfectamente con el ambiente natural y sin demandar grandes gastos de energía. En concordancia con estas afirmaciones (Donato et al, 2014) destacan, los seres humanos venimos construyendo nuestro hábitat ancestralmente, la enseñanza que recibimos para hacerlo estaba íntimamente ligada a la necesidad, la experiencia acumulada, el conocimiento del ambiente, la organización social y el sistema de creencias, y así se desarrollaron múltiples tecnologías que hasta hoy nos admiran.

La temática de la Bio-arquitectura ha venido tomando una relevancia fundamental, en el marco de las tendencias actuales sobre el cuidado del medio ambiente que permitan asegurar en el presente y a las venideras generaciones, el acceso a todos los habitantes de la Tierra estándares de vida saludables, así, la Bio-arquitectura, se constituye como una tecnología de construcción sustentable, que aprovecha los recursos naturales y las fuentes energéticas para adaptarse al entorno y además contribuye a mantener el equilibrio con la naturaleza.

Como es bien sabido, la industria de la construcción involucra impactos ambientales y sociales que hoy pueden ser medidos a través de diversas herramientas: la huella de carbono (CO<sub>2</sub> equivalente) es la cantidad de gases de efecto invernadero producidos; la huella hídrica es el volumen total de agua dulce consumida directa e indirectamente para producir un bien; la huella social (o humana) representa a los impactos socioculturales, políticos, y económicos reconocibles y mensurables, entre otros (Garrido & Mesquida, 2014).

A tono con lo precedente, (Zambrano et al, 2019) manifiestan, los síntomas del deterioro ambiental del planeta y sus efectos sobre la calidad de vida son resultado de los modelos de desarrollo que

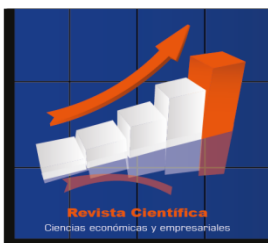
han tenido lugar, donde destaca la actividad de la construcción como importante consumidor de recursos naturales, dentro de los más utilizados están los árboles, piedras, arena, mismos que posteriormente son sometidos a procesos industriales, resultando en nuevas materias primas. En esta misma línea de ideas, (Wadel, 2010) plantea, la edificación es uno de los sectores más intensivos en el consumo de recursos no renovables y en la generación de residuos contaminantes. La construcción y el uso de los edificios consumen hasta un 25% de las materias primas extraídas de la litosfera. Adicionalmente, este autor expone que según la contabilización de flujos materiales de la economía, elaboradas respectivamente por el World Watch Institute y el Wuppertal Institute, producen hasta el 40% de los residuos vertidos en la litosfera (Wadel, 2010).

Sobre estas consideraciones y dado que el sector de la construcción debe seguir avanzando, puesto que es fundamental para el desarrollo de las naciones del orbe, la construcción sostenible, respetuosa con el ambiente no es una opción, es una necesidad (Donato et al, 2014), en el propósito de tratar de paliar el impacto que ha tenido este segmento económico en la naturaleza. De ahí, la bioarquitectura ha cobrado relevancia como un paradigma de “hacer hábitat” bajo los principios de bioconstrucción que busca impulsar, en opinión de (Ricci, 2014), la responsabilidad de diseñar edificios y espacios urbanos en los que se desarrollen experiencias para transformar la naturaleza, con actitud racional y preservándola para un mejor futuro de la sociedad y del mundo. Asimismo añade, conseguir la eficiencia energética y el bajo mantenimiento de las construcciones son objetivos válidos, pero el verdadero desafío es lograrlo con materiales de mínimo impacto ambiental, para alcanzar una genuina sustentabilidad (Ricci, 2014).

### **La Bioarquitectura y los Recursos Energéticos**

Como una nueva idea arquitectónica, la hibridación entre Arquitectura y biología empieza a ser más común en la sociedad actual. Se trata de la Bio-arquitectura definida como el arte de la construcción de la naturaleza (García, 2021). La Bio-arquitectura sustentable, busca conocer y utilizar los principios de la geometría sustentable para diseñar espacios ordenados, armónicos y auto-sostenibles, que logren el equilibrio entre lo individual y colectivo en un entorno que honre y respete la naturaleza (Miranda, 2011).

En torno a esto (Pelagallo, 2021) destaca, la bioconstrucción propone minimizar el impacto ambiental global de las edificaciones con diferentes estrategias que propicien la iluminación natural



y la climatización pasiva. Por eso, de acuerdo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible formulados por las Naciones Unidas (ONU) en 2019, el desarrollo de energía e infraestructura sostenible es una de las áreas prioritarias en la implementación de los principios del desarrollo sostenible (Zhovkva, 2020). En esta misma línea explicativa, el citado autor plantea, el diseño arquitectónico de los edificios, cuando se diseñan de acuerdo con los principios de eficiencia energética y cuidados del medio ambiente, pueden contribuir al desarrollo urbano sostenible y a reducir el impacto ambiental (Zhovkva, 2020).

Estos principios de eficiencia energética y cuidados del medio ambiente son la base de la arquitectura bioclimática, que se delinea a partir del aprovechamiento de las condiciones del clima local transformándolas en herramientas para el confort de los recintos habitables, con la consecuente reducción de consumo energético y de emisiones contaminantes (Mercado, 2017). La expresión máxima de este tipo de arquitectura son los edificios ecointeligentes o de energía cero, diseñados con materiales sustentables y cuyo funcionamiento está dado por el uso de fuentes renovables de energía, evitando además la emisión de dióxido de carbono. Este tipo de diseños cuenta con sistemas activos para lograr electricidad y calor basados en energías renovables. Además, ofrecen varias posibilidades; como los paneles solares, los aerogeneradores, los biocombustibles, la biomasa o las células de combustible basadas en hidrógeno (Mercado, 2017). En coherencia con ello, (Ivanovich et al, 2014) esbozan, la arquitectura bioclimática es un modo de concebir el diseño arquitectónico y urbanístico que principalmente se propone promover: a) la racionalización y reducción del consumo y gestión energética; b) la racionalización y reducción del consumo y gestión del agua; c) la utilización de materiales de bajo impacto ambiental; d) la obtención de la máxima calidad ambiental mediante la utilización de recursos principalmente pasivos y recursos mixtos, para lograr el confort higrotérmico, acústico, visual y de calidad del aire.

A tono con lo precedente, existen una amplia variedad de alternativas energéticas de excelente desempeño que pueden ser incorporadas en el diseño arquitectónico bioclimático, a modo de ilustración (Bauer, Mosle, & Shvartz, 2007) proponen el concepto de edificios verdes, es decir, edificios que combinan un alto nivel de confort con el mínimo consumo de recursos, lo que incide positivamente en el medio ambiente. Por otra parte, (Sergeitschuk, 2008), estudió los principios de



optimización de la forma de los edificios para ayudar a aumentar su rendimiento energético, así como el desarrollo bases teóricas para el modelado geométrico de procesos físicos, en la estructura termoaislante de los edificios y en su ambiente interno. También, explica en su disertación las leyes que relacionan la forma del edificio con la distribución del aislamiento en su envolvente, lo que permite optimizar la forma del edificio, reduciendo así la pérdida de calor y, en consecuencia, minimizando el consumo energético.

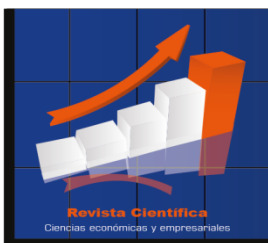
Enmarcado en ello (Fang & Soolyeon, 2019) destaca, con la creciente demanda de diseño sostenible y edificios ecológicos, el rendimiento de los edificios tiene una mayor influencia en las decisiones de diseño. Las decisiones de diseño sobre la envolvente del edificio, especialmente sobre la geometría del edificio, el tamaño y la ubicación de las ventanas y los tragaluces, son esenciales en la etapa inicial del proyecto.

En otro aporte, (Krarti, 2018) destaca que dentro de los métodos y modernas tecnologías destinadas a mejorar la eficiencia energética de los edificios, se otorga un papel importante a la elección de materiales de aislamiento y el uso de iluminación LED y controles de luz natural. Asimismo, este autor, subraya la importancia de diseñar edificios con energía cero y positiva, es decir, edificios que generen energía a partir de fuentes renovables y la consuman en cantidades iguales o menores, respectivamente (Krarti, 2018).

## **Conclusiones**

Sobre la base de lo esbozado a lo largo de este escrito, se pone de manifiesto que el campo de la bio-arquitectura, en correspondencia con las tendencias de sustentabilidad, se está haciendo esfuerzos importantes en el diseño de edificaciones y construcciones con materiales de bajo impacto ambiental y alto rendimiento energético que pueden ser aplicables en el contexto de cualquier ciudad a nivel global.

En este entendimiento, la Bio-arquitectura, se constituye como una tecnología de construcción sustentable, que aprovecha los recursos naturales y las fuentes energéticas para adaptarse al entorno y además contribuye a mantener el equilibrio con la naturaleza. De este modo, existen una amplia variedad de alternativas energéticas de excelente desempeño que pueden ser incorporadas en el diseño arquitectónico bioclimático, tal es el caso, de los edificios verdes, el diseño basado en la optimización de la forma de los edificios para ayudar a aumentar su rendimiento energético y

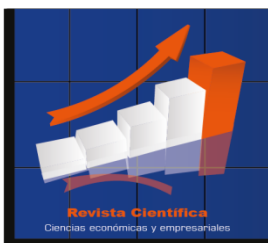


edificios con energía cero y positiva, es decir, edificios que generen energía a partir de fuentes renovables y la consuman en cantidades iguales o menores, el uso de materiales aislantes; el uso de iluminación LED y controles de luz natural, entre otros, estas soluciones arquitectónicas pueden ser adaptadas en cualquier localidad del mundo.

## Referencias

1. Bauer, M., Mosle, P., & Shvartz, M. (2007). Green building. Konzepte fur nachhaltige Architektur . Munhen: Callwey, pp. 207.
2. Carles, R. (2011). Recursos energètics i crisi. La fi de 200 anys irrepetibles. Barcelona, España: Octaedro.
3. Donato, I., Grimaux, J., Forner, M., Dell'Orsi, A., Cherubini, C., Rocha, L., y otros. (2014). Proyectar y construir para la vida. En I. Donato, J. Grimaux, M. Forner, A. Dell'Orsi, C. Cherubini, L. Rocha, y otros, Bioarquitectura. Construcción Sustentable (pág. pp.16). Córdoba: Colegio de Arquitectos de la Provincia de Córdoba (CAPC).
4. Fang, Y., & Soolyeon, C. (2019). Design optimization of building geometry and fenestration for daylighting and energy performance. Solar Energy; Volume 191. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.08.039>.<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038092X19308199>, pp. 7-18.
5. García, M. (2021). El paradigma Bio en la Arquitectura. Un análisis visual de proyectos Biomiméticos, Biónicos y Biotencológicos inspirados en la naturaleza . Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (ETSAM). Trabajo de Grado. [https://oa.upm.es/66274/1/TFG\\_Ene21\\_Garcia\\_Belenguer\\_Guardiola\\_MariaConcepcion.pdf](https://oa.upm.es/66274/1/TFG_Ene21_Garcia_Belenguer_Guardiola_MariaConcepcion.pdf), pp.103.
6. Garrido, G., & Mesquida, G. (2014). Medición del desempeño ambiental en la construcción. En I. Donato, J. Grimaux, M. Forner, A. Dell'Orsi, C. Cherubini, L. Rocha, y otros, Biorquitectura. Construcción Sustentable (pág. pp.16). Córdoba: Revista del Colegios de Arquitectos de la Provincia de Córdoba (CAPC).
7. Hernández Mendible, V. (2013). Regulación comparada de energías renovables. Universidad Externado de Colombia, pp. 257.

8. IICA. (2014). Guía Metodológica: Uso y acceso a las energías renovables en territorios rurales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. ISBN: 978-92-9248-548-1. <http://www.iica.int>, pp.50.
9. Ivanovich, G., Jiménez, P., Cruzzi, C., Martina, M., Martini, P., Romero, S., y otros. (2014). Arquitectura bioclimática. En I. Donato, J. Grimaux, M. Forner, A. Dell'Orsi, C. Cherubini, L. Rocha, y otros, Bioarquitectura. Construcción sustentable (pág. pp.16). Córdoba: Colegio de Arquitectos de la Provincia de Córdoba (CAPC).
10. Krarti, M. (2018). Optimal Design and Retrofit of Energy Efficient Buildings, Communities, and Urban Centers. Butterworth-Heinemann. <https://www.sciencedirect.com/book/9780128498699/optimal-design-and-retrofit-of-energy-efficient-buildings-communities-and-urban-centers>, pp. 646.
11. Mercado, V. (2017). La arquitectura bioclimática, una respuesta al problema energético. Unidiversidad. Noticias UNCUYO. <https://www.unidiversidad.com.ar/la-arquitectura-bioclimatica-una-respuesta-al-alerta-energetica>.
12. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2004). Plan de Acción de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España. Madrid: MAGRAMA.
13. Miranda, V. (2011). Bio-arquitectura sustentable. UNAM. [https://www.academia.edu/28078879/Bio\\_arquitectura\\_sustentable](https://www.academia.edu/28078879/Bio_arquitectura_sustentable).
14. Pelagallo, A. (2021). La bioarquitectura abre nuevas oportunidades para el sector maderero. Asora: Madera y Tecnología. <https://asorevista.com.ar/noticias-blog/677-la-bioarquitectura-abre-nuevas-oportunidades-para-el-sector-maderero>.
15. Pereira, M. (2015). Las energías renovables: ¿Es posible hablar de un derecho energético ambiental? Elementos para una discusión. Jurídicas CUC, 11(1). Universidad de la Costa. EDUCOSTA. Colombia. [Dialnet-LasEnergiasRenovables-5162525%20\(2\).pdf](https://dialnet-lasenergiasrenovables-5162525%20(2).pdf), pp.233-254.
16. Ricci, D. (2014). Repensar la arquitectura. En I. Donato, J. Grimaux, M. Forner, A. Dell'Orsi, C. Cherubini, L. Rocha, y otros, Bioarquitectura. Construcción Sustentable (pág. pp.16). Córdoba: Colegio de Arquitectos de la Provincia de Córdoba (CAPC).
17. Sergeitschuk, O. (2008). Geometric modeling of physical processes while optimizing the shape of energy-efficient buildings. Kiev, p. 39.



18. Vivanco, E. (2020). Energías renovables y no renovables. Ventajas y desventajas de ambos tipos de energía. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile/BCN. Asesoría Técnica Parlamentaria.  
[https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/29102/1/BCN\\_Energia\\_renovable\\_y\\_no\\_renovableventajas\\_y\\_desventajas\\_final.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/29102/1/BCN_Energia_renovable_y_no_renovableventajas_y_desventajas_final.pdf), pp.1-9.
19. Wadel, G. (2010). Aislamientos térmicos renovables y reciclado de lana de oveja y algodón. Cercha/Vanguardia.  
<https://www.riarte.es/bitstream/handle/20.500.12251/453/CERCHA%20107%20FEBRERO-11.%20pp.%2066-71.%20Aislamientos%20t%C3%A9rmicos%20renovables%20y%20reciclado%20de%20lana%20de%20oveja%20y%20algod%C3%B3n>, pp.66-71 .
20. Zambrano, K., Zambrano, J., Zambrano, L., Solórzano, J., Valdivieso, B., & Zambrano, C. (2019). El impacto ambiental de las construcciones civiles. Ciudad de Portoviejo. Parque Las Vegas . Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. Trabajo de Titulación.  
[https://www.researchgate.net/publication/337874478\\_Impacto\\_ambiental\\_de\\_las\\_construcciones\\_civiles](https://www.researchgate.net/publication/337874478_Impacto_ambiental_de_las_construcciones_civiles).
21. Zhovkva, O. (2020). Los principios de eficiencia energética y respeto al medio ambiente para complejos multifuncionales. Revista ingeniería de construcción; vol.35, no.3. Santiago.  
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732020000300308>.  
[https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732020000300308&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732020000300308&script=sci_arttext).