

Eficiencia de sistemas de aislamiento térmico

Efficiency of thermal insulation systems

Pablo Luis Ortiz Caicedo

pablo.ortiz@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0004-7149-130X>

Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas, Ecuador

Víctor Lenin Montaña Roldan

victor.montano@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-4424-048X>

Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas, Ecuador.

Alex Andrés Gonzales Vega

alex.gonzalez.vega@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3785-0442>

Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas, Ecuador

Aníbal Javier Chica Tambaco

anibal.chica.tambaco@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0002-5208-8713>

Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas, Ecuador

Christian Enrique Álava Vélez

christian.alava.velez@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-7911-062X>

Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas, Ecuador

RESUMEN

La eficiencia de los sistemas de aislamiento térmico es una herramienta fundamental para lograr un mejor uso de la energía, debido a que evitan las pérdidas energéticas en los diversos equipos, instalaciones y edificación de uso cotidiano. Particularmente las edificaciones (viviendas, hospitales, escuelas, empresas u otras) son un punto crucial para el uso de aislamiento térmico, puesto que demandan grandes volúmenes de energía, además contribuyen de forma importante en la emisión de gases de efecto invernadero, concretamente, el dióxido de carbono (CO₂) responsables del cambio climático de la Tierra. De ahí, el objetivo general de la presente indagación se centró en describir la eficiencia de sistemas de aislamiento térmico en edificaciones mediante una revisión bibliográfica. La búsqueda de la información para el desarrollo de dicha temática, se llevó a cabo a través del acceso vía web a páginas de organismos internacionales estudiosos de esta materia como AIE, GlobalABC, UE, IDEA, entre otros, también se indagó en plataformas de revistas indexadas como Scielo, Dialnet, Redalyc, ScienceDirect, igualmente, se examinó los repositorios digitales de universidades tanto nacionales como internacionales. Dentro de las conclusiones formuladas más relevantes, se tiene que, la eficiencia energética es la solución más próxima y efectiva que han propuesto los expertos a los problemas sobre la optimización del uso de la energía, siendo esto posible aplicando sistemas de aislamiento térmico en las construcciones de edificios con criterios sostenibles, puesto que, los materiales aislantes pueden ser amigables con el medioambiente, mientras que al mismo tiempo permite confort y calidad de vida en los edificios y hogares y otras ventajas asociados como, beneficios económicos, ambientales en la preservación de los recursos naturales y sociales dado que el cuidado ambiental debe ser un principio común en los valores humanos, ya que de las buenas prácticas ambientales depende la calidad de vida actual y la supervivencia de las generaciones venideras.

Palabras claves: Aislantes térmicos, eficiencia, ahorro energético, medioambiente.

ABSTRACT

The efficiency of thermal insulation systems is a fundamental tool to achieve better use of energy, because they prevent energy losses in the various equipment, facilities and buildings for daily use. Particularly, buildings (homes, hospitals, schools, companies or others) are a crucial point for the use of thermal insulation, since they demand large volumes of energy, and they also contribute significantly to the emission of greenhouse gases, specifically, the carbon dioxide (CO₂) responsible for the Earth's climate change. Hence, the general objective of this investigation focused on describing the efficiency of thermal insulation systems in buildings through a bibliographic review. The search for information for the development of said topic was carried out through web access to pages of international organizations studying this subject such as AIE, GlobalABC, UE, IDEA, among others, and magazine platforms were also investigated. indexed such as Scielo, Dialnet, Redalyc, ScienceDirect, likewise, the digital repositories of both national and international universities were examined. Among the most relevant conclusions formulated, energy efficiency is the closest and most effective solution that experts have proposed to the problems of optimizing energy use, this being possible by applying thermal insulation systems in buildings. of buildings with sustainable criteria, since insulating materials can be friendly to the environment, while at the same time allowing comfort and quality of life in buildings and homes and other associated advantages such as economic and environmental benefits in the preservation of natural and social resources given that environmental care must be a common principle in human values, since the current quality of life and the survival of future generations depends on good environmental practices.

Keywords: Thermal insulators, efficiency, energy savings, environment.

INTRODUCCIÓN

En el mundo de hoy, cada vez son más numerosas las medidas que se están tomando a favor de lograr un mejor uso de la energía, habida cuenta de que las estimaciones acerca de los sistemas térmicos clásicos basados en los combustible fósiles – lignito, carbón, petróleo y gas natural– contribuyen al 99% del calentamiento global provocado por las tecnologías de generación de electricidad. Principalmente por sus emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄) provocadas durante las fases de transporte y combustión (IDAE, 2019).

De ahí, optimizar el consumo energético se está constituyendo, sin duda, en un nuevo crisol de debates y decisiones apreciada como la solución necesaria para diferentes fines, pues se sabe de los diversos estudios realizados sobre dicha

temática que las fuentes energéticas convencionales tienen un tiempo límite de existencia, son cada vez más costosas, aunado al hecho de generar un efecto negativo importante sobre el medioambiente. Según (Garza, 2016), el consumo de energía en el mundo contribuye a la contaminación, la degradación ambiental y las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI). Esta crisis se ha agudizado por factores como el crecimiento demográfico y debido a las pautas desarrollo económico mundial que conducen a un aumento en el consumo de energía, cuyas repercusiones se dejan sentir en los impactos críticos sobre el medio ambiente (Garza, 2016).

La crisis climática ha puesto de manifiesto la necesidad de hacer más apremiantes las acciones reales vinculadas a la utilización de recursos para hacer frente a dicho fenómeno, en tal sentido, el aislamiento térmico se ha identificado como una de las claves para alcanzar el mayor grado de eficiencia energética en las viviendas y edificaciones de índole laboral. En opinión de (Bouille, y otros, 2021), la eficiencia energética, se puede definir como un conjunto de acciones que permite optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos, mediante la implementación de diversas medidas de gestión, de hábitos de uso de la energía e inversiones en tecnologías más eficientes, sin afectar el confort y calidad de vida de los habitantes.

Es importante destacar que diversos trabajos científicos han evaluado los impactos ambientales potenciales de las edificaciones en función de su contribución a las emisiones de GEI, particularmente el dióxido de carbono (CO₂) en tal sentido, en el informe desarrollado por la Alianza Mundial para los Edificios y la Construcción (GlobalABC, 2020) se afirma que las edificaciones producen el 28% del total de las emisiones mundiales de CO₂ relacionadas con la energía. Si se incluyen las emisiones de la industria de la construcción de edificios, la cifra asciende al 38% del total de las emisiones mundiales de CO₂ relacionada con la energía. En general, en 2019, el sector de los edificios y la construcción se alejó —en lugar de acercarse— del objetivo del Acuerdo de París de mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de los 2 °C (GlobalABC, 2020).

En la misma línea, (Hanan, 2014) destaca que dentro de la mayoría de las edificaciones el uso de energía y la emisión de dióxido de carbono, están directamente vinculadas con el uso de tecnologías (aire acondicionado, la calefacción, abanicos, las instalaciones de la cocina) y las condiciones climáticas de las ciudades.

En este orden, la ciudad recinto, espacio y arquitectura, es fundamentalmente construcción material e inmaterial; pero a la construcción material, en forma de edificios y formas urbanas se le debe el consumo del 70 % de la energía demandada en el mundo (Bedoya, 2011). De ahí, ser parte de la preocupación y de la responsabilidad de velar por el cuidado y protección medio ambiental desde el propio espacio de habitabilidad de los seres humanos, conduce inexorablemente a concretar la idea de la eficiencia energética en las edificaciones, mecanismos de ajuste que no solo se logra poniendo en marcha acciones de ahorro de energía, sino que, va de la mano con la cuestión del uso de materiales amigables con el medio ambiente en los diseños y las construcciones, que abra verdaderos causas a la obtención la edificación sustentable.

La edificación sustentable es un modo de concebir el diseño y la construcción de manera sostenible, buscando aprovechar los recursos naturales de tal modo que minimicen el impacto ambiental de los edificios sobre el entorno y sus habitantes (Rocha & Jiménez, 2016). La edificación sustentable utiliza los principios de diseño integral, que consisten en adoptar un enfoque sistémico conjunto respecto de las edificaciones desde las etapas iniciales de planeación hasta la ocupación del inmueble (Rocha & Jiménez, 2016).

Los elementos de la edificación sustentable pueden incluir prácticas modernas de alta tecnología que no deben limitarse a un tipo de inmueble o nicho del mercado, ubicación geográfica o modelo comercial. Cada vez más se considera que la edificación sustentable forme parte de programas generales de urbanización orientados al desarrollo de comunidades sustentables con especial énfasis en la integración de la edificación sustentable con infraestructura urbana sustentable para transporte, servicio de gas y energía eléctrica, agua potable, eliminación y reciclaje de aguas residuales, y manejo de agua de lluvia y aguas residuales y alcantarillado (Rocha & Jiménez, 2016).

La construcción sustentable es un modo de concebir todo el proceso de manera sustentable (minimiza el impacto ambiental, el consumo energético y se maximiza el confort). Se trata de un estilo arquitectónico basado en la aplicación de una serie de criterios relacionados con el consumo de energía, el uso de fuentes de energía renovables y de materiales y productos de construcción más amigables con el ambiente, la gestión de residuos y de agua, así como con otros factores involucrados en los impactos ambientales de la construcción (Cabrera, 2016).

La edificación sustentable aborda el cambio climático y otras emisiones atmosféricas relacionadas con la energía de dos formas básicas; en primer lugar reduciendo la energía usada para alumbrar, calentar, enfriar y operar edificios y aparatos; segundo, sustituyendo la energía producida con emisiones de carbono por alternativas que no generen gases de efecto invernadero ni otras emisiones atmosférica (Cervantes & Ramírez, 2016). Se calcula que la edificación sustentable reduce, en promedio, 30% del consumo de energía, el 35% las emisiones de carbono y del 30 al 50% del consumo de agua, además de generar ahorros del 50 al 90% en el costo de los desechos. Asimismo, la edificación sustentable contribuye al fomento de

comunidades más sólidas y produce importantes beneficios para la salud humana y la productividad (Cervantes & Ramírez, 2016).

De acuerdo con (Ripoll & Yepes, 2023), dentro del campo de la construcción sostenible, la construcción de edificaciones residenciales con aislamiento térmico se ha convertido en una práctica cada vez más común debido a los múltiples beneficios que puede proporcionar, como el ahorro de energía, el confort térmico y la reducción de la humedad en el hogar. En la actualidad, la eficiencia energética en la construcción de edificaciones residenciales se ha convertido en una prioridad para reducir el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. En este sentido, los sistemas de aislamiento térmico son una de las soluciones más efectivas para reducir la pérdida de calor o ganancia de calor no deseada en edificaciones residenciales (Ripoll & Yepes, 2023).

En atención a los señalamientos antes expuestos, el objetivo general de la presente indagación está centrado en describir la eficiencia de sistemas de aislamiento térmico en edificaciones mediante una revisión bibliográfica.

Desarrollo

El diálogo multilateral que ha emprendido la comunidad internacional en la lucha contra el cambio climático, recoge toda una gama de opiniones, ideas, propuestas y expresiones de los expertos, las cuales se constituyen en una contribución invaluable que deja paso a soluciones contra la amenaza que representan los eventos climáticos para la población mundial, en este marco, la eficiencia energética se propone como un elemento para enfrentar dicho fenómeno ambiental, esta acción invita a hacer un uso más racional y sostenible de los recursos energéticos.

Eficiencia energética

En la publicación técnica de la Unión Europea (UE), se destaca que las medidas de eficiencia energética se consideran no solo un medio para conseguir un abastecimiento de energía sostenible, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, mejorar la seguridad del suministro y rebajar los gastos de importación, sino también para fomentar la competitividad de la región (UE, 2023). Para los Estados miembros, relativa a la eficiencia energética de los edificios tiene por objeto garantizar que todos los Estados asociados cuenten de aquí a 2050 con un parque inmobiliario altamente eficiente desde el punto de vista energético y descarbonizado (UE, 2023).

En el manual de la Cooperativa Rural de Electrificación (CRE) se declara que ser energéticamente eficiente significa cumplir todas las necesidades de producción con el menor consumo posible de energía, sin afectar el confort o la cantidad producida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso, lo cual se expresa en menores costos de producción (CRE, 2019). La eficiencia energética es ante todo un asunto de comportamiento individual y refleja la base lógica del comportamiento de los consumidores de energía. Algunos indicadores de lo que significa la eficiencia energética, se agrupan en las siguientes nociones: consumo inteligente, optimización, todas las energías, mayor productividad, cultura y tecnología, mayor rendimiento, mejores hábitos, mayor rentabilidad y mejor gestión de procesos (CRE, 2019).

En el reporte de la Cámara de Comerciantes de España (CCE), indica que la eficiencia energética se refiere: a) la utilización de tecnologías que requieren una menor cantidad de energía para conseguir el mismo rendimiento o realizar la misma función; b) la eficiencia energética se centra en la tecnología, el equipamiento o la maquinaria usada en edificios y, c) el ahorro de energía se basa en el modo de actuar de las personas para utilizar menos energía (por ejemplo, utilizar luz natural en lugar de artificial para reducir el consumo de electricidad) (CCE, 2020).

La gestión de la energía en edificios trata de proporcionar condiciones de trabajo más confortables, seguras y saludables con la misma, o inferior, cantidad de energía. Con múltiples beneficios como: se reduce el consumo de energía (ahorro de costes); incrementa el confort y la seguridad; reduce la contaminación; mejora la seguridad energética y reduce la dependencia energética (CCE, 2020). El potencial para conseguir ahorros de energía en el sector de la edificación es ampliamente reconocido, especialmente a través de la renovación de edificios (CCE, 2020).

Los aislantes térmicos

Según la Agencia Internacional de Energía (AIE), los mayores consumidores de electricidad hoy en día son los edificios y los sectores industriales, que juntos representan más del 90% del consumo mundial de electricidad y han contribuido con más del 90% (alrededor de 5700 TWh) del crecimiento de la demanda mundial de electricidad desde 2010. En los edificios, la electricidad se consume en gran medida en electrodomésticos (45%) y en refrigeración y calefacción (casi 30%). Los perfiles de consumo pueden variar pero calefacción, refrigeración e iluminación son los mayores consumidores de energía en edificios (CCE, 2020).

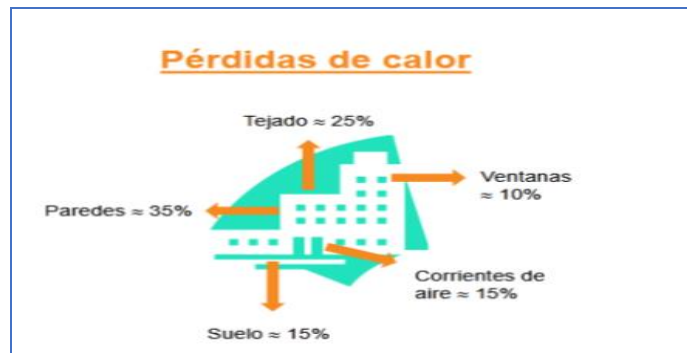
La demanda de energía operativa de los edificios (como la calefacción y la refrigeración de espacios, calentamiento del agua, iluminación y cocina) ha aumentado a cerca de 135 EJ, lo que representa un incremento de alrededor un 4% respecto al año 2020 y supera el nivel máximo anterior de 2019 en más de un 3% (GlobalABC, 2022). En lo que se refiere a la

demanda energética, las emisiones de CO₂ globales del sector de edificios han aumentado en torno a un 5 % respecto al año 2020 y alcanzan alrededor de 10 GtCO₂. Este aumento de emisiones supera en un 2 % el punto máximo jamás registrado antes de la pandemia, en el año 2019 (GlobalABC, 2022).

Estas evaluaciones permiten explorar las posibilidades de potenciar la eficiencia energética, particularmente en las edificaciones, y los aislantes térmicos, surgen como herramientas pertinentes para alcanzar dicha finalidad, aportar mejoras, confort, cumplir con las normativas y promover la sostenibilidad en el tiempo. Es indudable que la demanda mundial de desaceleración de la producción de gases de efecto invernadero causantes del cambio climático, alertan sobre la necesidad de establecer los mecanismos más adecuados que coadyuven a paliar la crisis ambiental en procura de lograr resultados favorables en las restricciones de los agentes contaminantes de nuestro entorno natural. La magnitud del problema ambiental al que nos enfrentamos, donde está en juego la supervivencia del planeta, interpela a establecer compromisos claros que estén a la altura del desafío relacionado con el medio ambiente y el clima.

En este particular, como expresa (GlobalABC, 2022), la inversión en mejoras del rendimiento energético de los edificios actuales y en garantizar que los sistemas existentes operen conforme a su diseño es fundamental para reducir la demanda energética y evitar las emisiones de CO₂ relacionadas. De acuerdo con el documento (CCE, 2020), las pérdidas de calor en las edificaciones pueden producirse a través de diversos puntos críticos con una variación en el porcentaje de pérdidas, que sumadas conforman una dificultad necesaria de solventar en aras de disminuir el despilfarro de energía y contribuir con el ahorro energético. En la siguiente figura se presenta de manera ilustrativa lo que se afirmó en párrafos anteriores (ver figura 1).

Figura 1. Pérdidas de calor en edificaciones



Nota. Fuente: (CCE, 2020)

En tal sentido, la capacidad que ofrecen los materiales aislantes para optimizar la eficiencia energética en las edificaciones, elevar el ahorro de energía y disminuir las emisiones de GEI puede formar parte de la respuesta del tema que se viene planteando. En efecto, según (Keoleian, Mazor, Russell, & Mutton, 2011) los materiales para aislamiento térmico tienen un papel importante y son un primer paso lógico con el fin de reducir la energía necesaria para mantener una temperatura interior adecuada y, por tanto, lograr la eficiencia energética.

En este marco, señala (Torres, 2018) el objetivo principal del aislamiento térmico es mejorar la eficiencia energética de un edificio y aumentar la comodidad de los residentes. Al reducir la transferencia de calor, el aislamiento térmico permite que la temperatura interna de un edificio se mantenga estable y que los sistemas de climatización y calefacción funcionen de manera más eficiente, reduciendo con esto el consumo de energía que se ve reflejada en un pago menor de energía (Torres, 2018). Siguiendo esta orientación (Palomo, 2017) afirma, los materiales aislantes son esenciales en el mundo de la construcción, necesarios para albergar unas condiciones óptimas en el interior de nuestros edificios. El desarrollo tecnológico ha supuesto la aparición de elementos novedosos que cada día crecen y se desarrollan para dar solución a problemas que surgen en la vida de los edificios. Por otro lado, esta autora destaca que el aislamiento térmico contribuye a la eficiencia energética, que consiste en disminuir el consumo energético sin disminuir el confort.

El confort térmico según la Norma ISO 7730:2005 se define como aquella condición psicofísica que experimenta una persona cuando las demandas del ambiente térmico están en equilibrio con su capacidad de adaptación fisiológica (Norma ISO 7730, 2005). La Norma ISO 7730 se utiliza en una amplia gama de aplicaciones relacionadas con el diseño y evaluación de sistemas de climatización. Algunas de estas aplicaciones incluyen: a) diseño de sistemas de climatización para garantizar el confort térmico de los ocupantes en entornos como oficinas, hospitales, escuelas y otros lugares donde las personas pasan largos periodos de tiempo; b) evaluación de las condiciones de confort térmico en edificios existentes; c) optimización de la eficiencia energética de los sistemas de climatización y d) establecimiento de requisitos mínimos de confort térmico en normativas y regulaciones (Norma ISO 7730, 2005).

Los aislantes térmicos son los materiales que tienen la capacidad de oponerse al paso del calor por conducción, convección y radiación y se evalúan por su capacidad de aislar térmicamente (Garza, 2016). Siguiendo con estos aportes, en

su mayor parte están constituidos por gas (más de 90 %), mismos que están contenido en sólidos que conforman pequeños espacios y le impiden su movimiento. Dentro de sus propiedades más resaltantes a considerar son: resistencia a la intemperie, presentar resistencia mecánica, formar barreras para el paso de vapor y ser resistentes al abuso mecánico, al fuego y autoextinguibles (Garza, 2016). Cada material aislante presentará unas condiciones únicas, dentro de la baja conductividad térmica cada uno presentará unos valores mínimos o máximos dentro del límite de consideración de aislante térmico (Palomo, 2017).

Siguiendo con los señalamientos de la autora (Palomo, 2017), entre otras cualidades a destacar de estos elementos, se tiene: a) la transmitancia térmica (U), entendida como una propiedad física que mide la cantidad de energía que fluye por unidad de tiempo y superficie, transferido a través de un elemento; b) el factor de resistencia a la difusión del vapor agua (μ), se da especialmente en los aislamientos que pretenden preservar una superficie fría; c) densidad (ρ), definida como la masa de material que existe por unidad de volumen; d) el calor específico (c_p), es la capacidad que tiene un material para acumular energía en su unidad de masa; y d) la resistencia térmica (R_t), representa el cociente entre el espesor y la conductividad térmica del material; cuanto mayor sea su valor mayor es la capacidad aislante.

Vale expresar aquí, lo expuesto por los autores (Ripoll & Yepes, 2023), respecto a la conductividad térmica, considerada como una propiedad importante en la ingeniería y la ciencia de materiales. Se utiliza en el diseño de sistemas de calefacción y refrigeración, en la selección de materiales para componentes de maquinarias y en la evaluación del rendimiento de los aislantes térmicos. En torno a ello, (Cortes & Muñoz, 2020) argumentan que los materiales que tienen una alta conductividad térmica son buenos conductores de calor, lo que significa que el calor se transfiere fácilmente a través de ellos. Los materiales con una baja conductividad térmica son malos conductores de calor y ofrecen una mayor resistencia al flujo de calor.

Comprender la conductividad térmica es fundamental para mejorar el rendimiento de los materiales, para esto es necesario llevar a cabo las mediciones de conductividad térmica efectivas, los métodos de prueba se pueden clasificar como estable o transitorio (Bocanegra & Oliveros, 2023). De acuerdo con estos mismos autores, los valores de conductividad térmica varían sustancialmente entre materiales y dependen en gran medida de la estructura de cada material específico. Algunos materiales tendrán diferentes valores de conductividad térmica según la dirección del viaje del calor (Bocanegra & Oliveros, 2023).

Como se ha venido expresando líneas arriba, y se ratifica en la guía de la Conserjería de Economía y Hacienda de la Comunidad de Madrid, el aislamiento térmico contribuye a la eficiencia energética, que consiste en disminuir el consumo energético sin disminuir el confort. Para alcanzar unas condiciones de confort en el interior adecuadas, se debe conseguir con la envolvente térmica unas características aislantes determinadas. De no obtener esas condiciones de aislamiento térmico, la demanda de energía será mayor que en el caso contrario, lo que supondrá un gasto anual importante (Comunidad de Madrid, 2012). En dicho documento, también se reflejan algunas de las ventajas que ofrece el aislamiento térmico, tales como:

- **Reducir la factura energética del usuario/propietario y del país:** al incorporar aislamiento térmico en el edificio se reducen las pérdidas de calor o frío (invierno/verano) dentro de la vivienda; por tanto, la energía necesaria para calentar o enfriar las habitaciones será menor, haciendo que ahorremos dinero en nuestra factura energética y, a nivel global, que se reduzca el consumo del país.
- **Mejorar el rendimiento de las instalaciones térmicas,** ya que el aislamiento evita las pérdidas energéticas en las redes de distribución haciendo que mejore el rendimiento de los equipos con el consiguiente ahorro.
- **Mejorar el confort y el bienestar para el usuario:** el confort se expresa en una sensación respecto al ambiente. Una vivienda aislada térmicamente contribuye al bienestar del usuario ayudando a mantener una temperatura de confort dentro de la vivienda, tanto en invierno como en verano.
- **Disminuir las emisiones de gases con efecto invernadero (principalmente CO₂):** las calderas de gas, derivados del petróleo o carbón emiten gases en su combustión (CO₂ y otros). También la producción de energía eléctrica lleva asociada emisiones de CO₂. Una casa bien aislada térmicamente contribuye a reducir el consumo de energía y, por tanto, la emisión de gases con efecto invernadero.

En otros aportes (Fuentes, Jiménez, Otero, & Uzuriag, 2021) coinciden en destacar las ventajas que brindan los sistemas de aislamiento térmico, entre las cuales mencionan: el ahorro de energía y reducción en las facturas de energía y el confort térmico, manteniendo una temperatura constante en el interior de la casa. Asimismo, los autores (Miñano, Benito, Parra, & Hidalgo, 2017) amplían esta definición afirmando que otras ventajas son la reducción de la condensación, disminuyendo la humedad en el hogar y la probabilidad de formación de moho y el aumento de la durabilidad de la construcción. Por su parte, los investigadores (Recalde & Ruiz, 2020) señalan como una ventaja importante la contribución al medio ambiente, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero y el consumo de energía. En lo que refiere a las

desventajas de los aislantes térmicos, (Fuentes, Jiménez, Otero, & Uzuriag, 2021) mencionan entre estas el costo elevado, lo que puede limitar la rentabilidad a largo plazo; dificultad de instalación y necesidad de profesionales capacitados; dificultad de acceso en áreas de difícil instalación y agrega grosor a las paredes y techos, reduciendo el espacio útil de la casa.

Por las ventajas expuestas puede considerarse que el aislamiento térmico es la medida más sostenible en los edificios (Comunidad de Madrid, 2012). De esta forma ofrece la posibilidad de ayudar a la sociedad a ahorrar en sistemas de climatización, apoyando, el consumo responsable de los recursos naturales de los que disponemos y reduciendo los sistemas energéticos actuales (Palomo, 2017).

Tipos de aislantes térmicos

El mercado ofrece variados tipos de aislantes térmicos que pueden ser empleados en la construcción de edificaciones, por lo que, a decir de (Palomo, 2017) es muy importante tener una base de conocimientos previos que nos ayuden a determinar qué materiales son los mejores para un determinado edificio. A tono con esto, (Ripoll & Yepes, 2023) señalan que existen tipos diferentes de aislamiento térmico, los mismos han sido denominados estructurales y no estructurales con características propias que ayuda a los profesionales del área a elegir el más adecuado según lo que requiera el proyecto.

De acuerdo con los referidos autores, el aislamiento térmico estructural se refiere a materiales aislantes que se incorporan en la estructura misma de un edificio o estructura. Por lo tanto, el aislamiento térmico se convierte en parte integral de la estructura del edificio y ayuda a minimizar la pérdida de calor o el ingreso de calor no deseado a través de las paredes, techos y pisos. Los materiales utilizados en el aislamiento térmico estructural pueden incluir espumas de poliestireno, lana mineral, vidrio celular, entre otros (Ripoll & Yepes, 2023). Alusivo al tipo de aislamiento térmico no estructural está definido por los autores citados como materiales aislantes que se aplican a la superficie de un edificio o estructura, como paredes exteriores, techos y pisos. Estos materiales de aislamiento se aplican sobre la estructura del edificio, pero no forman parte de ella. Los materiales utilizados en el aislamiento térmico no estructural pueden incluir paneles de yeso, espumas de poliuretano, lana de vidrio, entre otros (Ripoll & Yepes, 2023).

Las espumas de poliuretano u otras soluciones de poliestireno (expandido o extruido) suelen ser materiales empleados en varios formatos como placas o planchas; las lanas de roca o fibra de vidrio se emplean en forma de mantas. Pese a las buenas propiedades aislantes térmicas de estos materiales no son, precisamente, tan ecológicos como se desearía, bien por la procedencia materia prima, bien por el proceso de fabricación para su obtención (Segura Cruz, 2019).

Así también, (Ayala, 2023) denota que los materiales aislantes se distinguen del resto por sus propiedades que los hacen indicados para ser la solución óptima de una construcción, por ello es necesario siempre analizar las características comunes de estos materiales. Dicho autor, plantea una clasificación de los materiales aislantes como de tipo estratificados (fajados) y sólidos (extruidos). Los aislantes estratificados, básicamente el papel, requiere, en los cables de potencia, la impregnación con aceite fluido o masa aislante migrante o no migrante para lograr una alta rigidez eléctrica. Los aislantes sólidos son normalmente compuestos del tipo termoplástico o termoestable (reticulados) con distintas características, que fueron evolucionando a través del tiempo hasta nuestros días (Ayala, 2023).

Materiales aislantes térmicos sostenibles

El término sustentabilidad, de acuerdo con (Zimmermann, Althaus, & Haas, 2005) se basa en la premisa de que la sociedad debe vivir en un ambiente sano y que la gente debería utilizar los recursos en una escala constante, de manera que las generaciones futuras puedan satisfacer sus propias necesidades sin superar la capacidad de carga. El logro del desarrollo sustentable requiere un esfuerzo especial de varias áreas de la sociedad, incluido el sector de la construcción. La sostenibilidad implica la utilización eficiente y responsable de los recursos naturales, considerando la preservación de la biodiversidad y la capacidad de regeneración de los ecosistemas (Urteaga, 2009). Además el mismo autor considera que, se debe tener en cuenta la equidad social y económica, para garantizar que todas las personas tengan acceso a recursos y oportunidades necesarias para vivir dignamente.

Por su parte, (Rodríguez & Bollo, 2023) estima que la concepción sobre el desarrollo sostenible, está encaminada a trazar un camino que permita articular el crecimiento económico, la equidad social y la optimización y mejoramiento del estado del ambiente.

De acuerdo con lo planteado, en el campo de la construcción se han venido introduciendo materiales aislantes térmicos más ecológicos, en atención a las nuevas normativas que abogan por una construcción más eficiente, ecológica y sostenible (Segura Cruz, 2019). Los nuevos materiales proceden de fuentes naturales o de productos reciclados, que, mediante sencillos procesos de transformación, consiguen un nuevo producto que cumple las normativas actuales, así como las nuevas exigencias sociales y arquitectónicas (Segura Cruz, 2019).

Siguiendo con estos aportes, algunas opciones que encajan como productos aislantes térmicos ecológicos, engloban:

aislante térmico de corcho natural; de algodón; de cáñamo; de celulosa; de lana de oveja; y de fibra de madera. Los materiales adecuados para su uso en edificios sustentables deben poseer características tales como bajo contenido energético, baja emisión de gases de efecto invernadero, ser reciclables y contener el mayor porcentaje de materiales de reutilización, entre otros. En el caso de maderas evitar las provenientes de bosques nativos y utilizar las maderas de cultivos como el pino, el eucalipto entre otras especies (Rocha & Jiménez, 2016). Asimismo, la utilización de las pacas de paja, como elemento estructural o bien, como relleno o material aislante; constituye a su vez, una alternativa en la construcción de edificios verdes con bajo consumo de energía, ya que el material contribuye a mantener la temperatura óptima dentro de un edificio por sus características de aislación térmica (Bernal, 2018). La paja es una fuente renovable con excelentes propiedades térmicas. Es de bajo costo y apropiada para usar en autoconstrucción. Incluso obras en gran escala pueden ser hechas usando estructuras de madera rellenas con paja (San Martín, 2022).

Otro material sostenible para construcción son los ecoladrillos o ladrillos ecológicos, el principio de la sostenibilidad está presente en este material otorgando ventajas como la capacidad aislante del calor, ruido, frío y humedad; mínimo impacto ambiental, bajo costo en su producción y adquisición; ligereza que facilita el trabajo en la construcción de la vivienda y la preservación de la biodiversidad y ecosistemas reduciendo los desechos inorgánicos (Isán, 2018) citado en (San Martín, 2022). Actualmente existen diversos tipos de ladrillos ecológicos o ecoladrillos, ladrillos de ceniza de carbón, ladrillo negro, ladrillos de cáñamo y paja o de cáscara de cacahuete, ladrillo irregular, ladrillo de tierra o arena comprimida, ladrillos de residuos domésticos, de plástico reciclado. El ecoladrillo es un elemento de construcción innovador elaborado a partir de la combinación de desechos sólidos del hogar, las botellas plásticas con su tapa, sean de agua o de otras bebidas, debidamente compactadas (San Martín, 2022).

Para determinar el comportamiento de cada material como aislantes térmicos se estudian, entre otras propiedades, la conductividad térmica, la difusividad térmica, etc. Incluso, de cada material se aporta la procedencia de su materia prima, el consumo de energía que genera en el proceso de su fabricación y los beneficios que el uso de estos materiales sostenibles aporta a la naturaleza (Segura Cruz, 2019)

CONSIDERACIONES FINALES

De acuerdo con el objetivo general formulado en la presente investigación el cual está centrado en describir la eficiencia de sistemas de aislamiento térmico en edificaciones, se plantean las siguientes conclusiones, en primera instancia, se enfatiza y reconoce la responsabilidad del ser humano en el detrimento experimentado por el medio ambiente y ha acompañado el desarrollo económico de la humanidad a lo largo de los años, actividades que han dejado un impacto en el planeta, puesto que los procesos de crecimiento, desarrollo y evolución consumen recursos, emiten sustancias al medio ambiente y generan algún grado de contaminación a los ecosistemas.

En segundo término, vale recalcar que todos los factores arriba señalados influyen inexorablemente en el cambio climático del planeta, es por ello que resulta imperante tomar conciencia de nuestra responsabilidad que como ciudadanos y sociedad tenemos en esta temática y colaborar desde nuestros espacios de desenvolvimiento con acciones que contribuyan a reducir los elementos causantes de la afectación del medio ambiente.

En tercer lugar, es importante destacar que uno de los factores más contribuyentes al cambio climático es el uso de la energía, a razón de que como se afirma en la literatura especializada consultada, la producción y consumo de la energía constituyen una de las actividades que más conllevan a la liberación de contaminantes que afectan el medioambiente y la salud de las personas. Estos impactos negativos han ido en aumento debido a la demanda de la energía eléctrica como resultado del crecimiento de la población y por lo tanto de la actividad económica.

En cuarto lugar, las edificaciones (viviendas, hospitales, escuelas, empresas u otras) son uno de los espacios más demandantes de energía y a la vez emite una cantidad importante de gases de efecto invernadero, especialmente el dióxido de carbono (CO₂), Es así que, la solución más próxima y efectiva que han propuesto los expertos a los problemas mencionados es la denominada eficiencia energética, cuyo objetivo es, como su nombre lo indica, hacer uso eficiente de la energía como una acción comprometida con el cuidado del medioambiente, buscando reducir la intensidad energética y concienciando tanto a empresas como usuarios a hacer un uso más racional de la energía, es decir, consumir únicamente lo correspondiente a las necesidades del momento.

En quinto lugar, el ahorro de energía en las edificaciones es posible, a través de la construcción de edificios con criterios sostenibles, aplicando sistemas de aislamiento térmico, cuyos materiales aislantes pueden ser amigables con el medioambiente, mientras que al mismo tiempo permite confort y calidad de vida en los edificios y hogares y otras ventajas asociados, tales como, beneficios económicos, pues el uso de aislantes térmicos, no solo reduce los costos de operación, sino que también reduce los costos iniciales de los equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado, porque reduce el tamaño del equipo requerido; satisfacción del cliente y el bien nacional, debido a que el uso de más materiales aislantes resulta en ahorros de energía; reducción del ruido ambiental externo, prevención de condensación de vapor, además de ello,

el uso de aislantes térmicos, debe constituirse en una cuestión de principios en la edificación sostenible, a razón de que, la preservación de los recursos naturales debe ser un principio común en los valores humanos, ya que de las buenas prácticas ambientales depende la calidad de vida actual y la supervivencia de las generaciones venideras.

REFERENCIAS

- AIE. (2022). World Energy Outlook 2022. International Energy Agency (AIE). <https://iea.blob.core.windows.net/assets/830fe099-5530-48f2-a7c1-11f35d510983/WorldEnergyOutlook2022.pdf>, pp.524.
- Ayala, M. (2023). Aislantes. Instituto Tecnológico de Ciudad Madero.
- Bedoya, C. (2011). Construcción sostenible. Para volver al camino. Bogotá D.C.Colombia: Biblioteca Jurídica DIKE. Pág. 160.
- Bernal, M. (2018). Uso de la paja en la construcción de paneles aislantes o estructurales, aprovechamiento de residuos de cereales de la agricultura. Universidad militar Nueva Granada. Bogotá. Título de Especialización. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/17851>.
- Bocanegra, C., & Oliveros, D. (2023). Banco de pruebas de conductividad térmica en metales a la resistencia de contacto. Universidad Antonio Nariño. Colombia. <http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/8393/4/2023BocanegraTrianaCristianYesid.pdf>.
- Bouille, D., Behnisch, A., Bravo, G., Di Sbroiavacca, N., Dubrovsky, H., Lallana, F., y otros. (2021). Informe Final. Propuesta del Plan Nacional de Eficiencia Energética Argentina. GFA Consulting Group, 2021/ Unión Europea. https://www.eficienciaenergetica.net.ar/img_publicaciones/09011503_PropuestaPlaNEEAR.pdf, pp.702.
- Cabrera, Z. (2016). Arquitectura ¿Sostenible o Sustentable? ¿Posible? I Jornada de energía, eficiencia energética y medio ambiente. Comisión de Política Energética Planenamiento y Medioambiente (CPAIM). <http://cpaim.com.ar/sites/default/files/u6/arquitectura%20sostenible-sustentable%20posible%20%20ing%20Zulma%20Cabrera.pdf>, pp.41.
- CCE. (2020). Eficiencia energética. Introducción para la empresa. Cámara de Comerciantes de España (CCE), https://www.camara.es/sites/default/files/generico/steeep_training_material_for_smes_spanish_0.pdf, pp.61.
- Cengel, Y. (2007). Transferencia de Calor y Masa. Un enfoque Práctico. University of Nevada, Reno: McGraw-Hill Interamericana.
- Cervantes, A., & Ramírez, A. (2016). La Edificación sustentable (Normativa en México). Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. México. https://administraciontecnologiaparaeldiseño.azc.uam.mx/publicaciones/congreso_2016/05.pdf, pp-1-20.
- Comunidad de Madrid. (2012). Guía sobre Materiales Aislantes y Eficiencia Energética. Conserjería de Economía y Hacienda de la Comunidad de Madrid. https://ocw.ehu.eus/pluginfile.php/51488/mod_resource/content/3/Guia-sobre-materiales-aislantes-y-eficiencia-energetica-fenercom-2012.pdf, pp.242.
- Cortes, H., & Muñoz, A. (2020). Incremento del confort térmico en viviendas construidas con materiales ligeros. Universidad EIA. Colombia. Trabajo de titulación. https://repository.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/2585/CortesHeidy_2020_Incre.
- CRE. (2019). Manual de eficiencia energética. Cooperativa Rural de Electrificación (CRE), Honduras. <https://www.cre.com.bo/wp-content/uploads/2019/05/ManualdeEficiencia1.pdf>, pp.43.
- Fuentes, N., Jiménez, K., Otero, R., & Uzuriag, W. (2021). Aprovechamiento sostenible de residuos poliméricos como agregados del concreto: Una revisión. Interciencia, Vol. 46. Nº 6. https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2021/07/01_6813_A_Fuentes_v46n6_8.pdf, pp.240-247.
- Garza, V. (2016). Análisis del ciclo de vida de aislantes térmicos para la aplicación en edificaciones. Universidad Autónoma de Nuevo León. Tesis de Maestría. <http://eprints.uanl.mx/14146/1/1080237848.pdf>, pp. 15.
- GlobalABC. (2020). Resumen Ejecutivo del Informe Sobre Situación Mundial de los Edificios y la Construcción de 2020. Alianza Mundial para los Edificios y la Construcción (GlobalABC)/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. https://globalabc.org/sites/default/files/2021-02/Buildings-GSR-2020_ES_SPANISH.pdf, pp.12.
- GlobalABC. (2022). Informe sobre la situación mundial de los edificios y la construcción en 2022: Hacia un sector de los edificios y la construcción con cero emisiones, eficiente y resistente. Resumen Ejecutivo. Alianza Mundial para los Edificios y la Construcción (GlobalABC)/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Nairobi, Kenia. https://globalabc.org/sites/default/files/2022-11/SPANISH_Executive%20Summary_Buildings-GSR_0.pdf, pp.13.
- Hanan, T. (2014). Using passive cooling strategies to improve thermal performance and reduce energy consumption of residential buildings in U.A.E. buildings. *Frontiers of Architectural Research*, Volume 3, Issue 2. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2014.01.002>. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S209526351400003X?token=7A2E42085F>, pp.154-165.
- IDAE. (2019). Impactos ambientales de la producción de electricidad. Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)/Ministerio de Ciencia y Tecnología de España. https://www.appa.es/wp-content/uploads/2019/10/Estudio_Impactos_MA_mix_electrico_APPA.pdf, pp.42.
- Isán, A. (2018). Ladrillos ecológicos: qué son, tipos y ventajas. <https://www.ecologiaverde.com/ladrillos-ecologicos-que-son-tipos-y-ventajas-456.html>.
- Keoleian, G., Mazor, M., Russell, D., & Mutton, J. (2011). Life cycle green-house gas emissions reduction from rigid thermal insulation use in buildings. *Journal of Industrial Ecology*, vol. 15, no. 2. doi: 10.1111/j.1530-9290.2010.00325.x, pp. 284-299.
- Miñano, I., Benito, F., Parra, C., & Hidalgo, P. (2017). Hormigones sostenibles ligeros y de altas prestaciones. Universidad de Sevilla. España. Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Ecoeficientes (3º. 2017. Sevilla). <https://idus.us.es/handle/11441/59303>, pp.987-998.
- Norma ISO 7730. (2005). Criterios para confort térmico en espacios interiores. <https://normasiso.org/norma-iso-7730/>.
- Palomo, M. (2017). Aislantes térmicos: criterios de selección por requisitos energéticos. Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Trabajo Fin de Grado. https://oa.upm.es/47071/1/TFG_Palomo_Cano_Marta.pdf, PP. 65.
- Recalde, D., & Ruiz, A. (2020). Determinación de la deformación unitaria (ecu) de un hormigón flexible elaborado con poliestireno de alta densidad (EPS). Universidad Central del Ecuador. Trabajo de titulación. <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/ca205162-1ffa-425c-9134-0da7986ada03>, pp.294.
- Ripoll, A., & Yepes, E. (2023). Análisis de los Sistemas de Aislamiento Térmico en Edificaciones Residenciales de Hormigón. Universidad de Cartagena. Colombia. Trabajo de titulación. https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/16719/TRABAJO%20DE%20GRADO%20ADRIANA%20-%20ESNELDY%20-%20MS%2008-05-2023._organized%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y, pp.41.
- Rocha, L., & Jiménez, V. (2016). Eficiencia Energética en la Edificación. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco. México. https://administraciontecnologiaparaeldiseño.azc.uam.mx/publicaciones/anuario_2016/02.pdf, pp.1-20.
- Rodríguez, J., & Bollo, M. (2023). El paisaje sostenible, una visión desde la geocología. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*; Vol. 6, <https://doi.org/10.46380/rias.v6.e290>, pp. 3.
- San Martín, Y. (2022). Materiales Aislantes Alternativos en la Ingeniería Civil. Universidad Cooperativa de Colombia. Trabajo de titulación. <https://repositorio.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/e0458bec-c3ee-43de-bee3-3ff1b8873650/content>, pp.42.
- Segura Cruz, J. (2019). Estudio comparativo de materiales sostenibles aislantes en arquitectura. Universitat Politècnica de València. España. Trabajo Final de Grado, pp.67.
- Torres, J. (2018). Comportamiento térmico de la cubierta en un clima cálido húmedo: repercusión energética en el edificio. Universidad Politécnica de Catalunya (UPC). Tesis Doctoral. DOI 10.5821/dissertation-2117-125312.
- UE. (2023). La eficiencia energética. Fichas técnicas sobre la Unión Europea (UE). https://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/es/FTU_2.4.8.pdf, pp.1-7.
- Urteaga, E. (2009). Las teorías económicas del desarrollo sostenible. *Cuadernos de Economía*, 32(89) <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/>, pp.113-161.
- Zimmermann, M., Althaus, H.-J., & Haas, A. (2005). Benchmarks for sustainable construction: A contribution to develop a standard. *Energy and Buildings* vol. 37, no. 11, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2005.06.017>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778805001088>, pp. 1147-1157.