



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

Facultad de ciencias de la Ingeniería

**Evolución de Materiales
Estructurales en las Edificaciones**

Evolution of Structural Materials in Buildings

Presentan:

Castro Luna Guadalupe Madelein
Guillen Barboto Donovan Daniel
Lopez Zambrano Widinson Fernando
Villaprado Menéndez Zharick Waleska

Carrera:

1^o Arquitectura "B"

Asignatura:

Fundamentos de la redacción científica

Docente:

Ing. Guerrero Ulloa Gleiston Ciceron

Resumen

El presente trabajo se centra en investigar la evolución histórica de los materiales estructurales utilizados en la construcción de edificaciones y su influencia en la arquitectura contemporánea. Desde el uso de materiales naturales como la piedra y la madera hasta la adopción de materiales modernos como el hormigón y el acero, se observa una diversificación significativa en la selección de materiales a lo largo del tiempo. Se recopilan fuentes bibliográficas para examinar cómo los avances tecnológicos y las demandas cambiantes han impactado en esta evolución. Aunque se está en la fase inicial de recopilación de la bibliografía:

Almssad et al. [2022],

Berkowski, Piotr et al. [2018],

Cao et al. [2018],

Datta [2017],

Edward allen,

Gardner [2019],

Lyons [2012],

Maliha et al. [2021],

Nikoli et al. [2023],

Sadowski et al. [2015],

Vagtholm et al. [2023],

Wu et al. [2019],

Yaser Abdellatef and Kavgic [2020].

Se espera que este estudio proporcione una comprensión más profunda de las tendencias históricas y contemporáneas en el uso de materiales en la construcción de edificaciones.

Palabras clave: Materiales estructurales, sustentabilidad, edificaciones, métodos de construcción, impacto ambiental.

Abstract

The present work focuses on investigating the historical evolution of structural materials used in the construction of buildings and their influence on contemporary architecture. From the use of natural materials such as stone and wood to the adoption of modern materials such as concrete and steel, there is significant diversification in material selection over time. Literature sources are compiled to examine how technological advances and changing demands have impacted this evolution. Although we are in the initial phase of compiling the bibliography:

Almssad et al. [2022],

Berkowski, Piotr et al. [2018],

Cao et al. [2018],

Datta [2017],

Edward allen,

Gardner [2019],

Lyons [2012],

Maliha et al. [2021],

a Nikoli et al. [2023],

Sadowski et al. [2015],

Vagtholm et al. [2023],

Wu et al. [2019],

Yaser Abdellatef and Kavgic [2020].

This study is expected to provide a deeper understanding of historical and contemporary trends in the use of materials in building construction.

Keywords: Structural materials, sustainability, buildings, construction methods, environmental impact.

Índice general

Abstract	ii
Introduction	1
Objectives	2
Related academic works	4
0.1. Proceso de Búsqueda y Selección	4
0.2. Methodology	22
Conclusion	23

Introduction

Este proyecto se aventura en un viaje fascinante para desentrañar una pregunta intrigante: ¿Cómo han evolucionado los materiales de construcción a lo largo de la historia y de qué manera esos cambios han dejado su huella en la arquitectura moderna? Desde la utilización de materiales naturales[Almssad et al., 2022, Edward allen], por ejemplo, la piedra[Edward allen, Lyons, 2012], la mampostería[Almssad et al., 2022, Edward allen] y la madera[Edward allen, Lyons, 2012], como luego los morteros[Nikoli et al., 2023], el hormigón[Edward allen, Berkowski, Piotr et al., 2018] y el acero[Cao et al., 2018, Gardner, 2019]. hasta la época actual de concreto[Berkowski, Piotr et al., 2018, Edward allen] y los aceros.

No solo se centra en los materiales, sino también en cómo estos cambios han moldeado la forma en que se diseña y construyen edificaciones[Edward allen, Gardner, 2019, Lyons, 2012]. Las nuevas tecnologías y las crecientes necesidades han desempeñado un papel crucial en la elección de los materiales[Edward allen, Lyons, 2012, Gardner, 2019, Maliha et al., 2021]. A medida que se revisan libros y documentos, en busca de arrojar luz sobre las tendencias que han influido en la selección de materiales a lo largo del tiempo. Este viaje académico permitirá comprender mejor la evolución histórica y contemporánea en la construcción de edificaciones.

Objectives

Identificar y analizar la evolución histórica de los materiales estructurales utilizados en la construcción de edificaciones: Este objetivo implicará revisar la literatura existente para comprender cómo han cambiado los materiales utilizados en la construcción a lo largo del tiempo, desde materiales tradicionales como la madera y la piedra hasta materiales más modernos como el acero y el hormigón armado.

Explorar los avances tecnológicos que han influido en la evolución de los materiales estructurales: Este objetivo se centrará en investigar cómo los avances en la ciencia de materiales, la ingeniería y la fabricación han permitido el desarrollo de nuevos materiales estructurales y la mejora de los existentes.

Analizar el impacto de la evolución de los materiales en la arquitectura contemporánea: Aquí se investigará cómo la disponibilidad de nuevos materiales y las técnicas de construcción han influido en el diseño y la estética de las edificaciones contemporáneas, así como en su funcionalidad y sostenibilidad.

Evaluar las implicaciones de la evolución de los materiales en términos de sostenibilidad y eficiencia energética: Este objetivo se centrará en comprender cómo la elección de materiales estructurales afecta al medio ambiente y a la eficiencia energética de las edificaciones, y cómo se pueden adoptar prácticas más sostenibles en el diseño y la construcción.

Proporcionar recomendaciones para futuras investigaciones y prácticas en el campo de los materiales estructurales y la arquitectura: Finalmente, este objetivo se enfocará en sintetizar los hallazgos del estudio para ofrecer orientación sobre áreas de investigación futuras y prácticas recomendadas para la selección y uso de materiales estructurales en la arquitectura contemporánea.

Estos objetivos proporcionan una guía clara para el alcance y la dirección del estudio, permitiendo al estudiante explorar a fondo la evolución de los materiales estructurales y sus implicaciones en la arquitectura.

Related academic works

La revisión de trabajos previos proporciona un marco integral para entender la trayectoria histórica y las tendencias actuales en el desarrollo de materiales estructurales. Para realizar dicha revisión se sigue la metodología dada en [Kitchenham et al., 2009]

0.1. Proceso de Búsqueda y Selección

Etapa 1 Búsqueda y selección manual

Para este trabajo se consideró una búsqueda de bibliografía relacionada a conceptos o definiciones que aclaren la pregunta: ¿Cuál es la evolución histórica de los materiales estructurales utilizados en la construcción de edificaciones y cómo ha influido esta evolución en la arquitectura contemporánea?, Es decir, buscar artículos relacionados con:

¿Qué son materiales estructurales para edificaciones?, ¿Cuáles son los materiales estructurales más utilizados a lo largo del tiempo?, ¿Qué es arquitectura contemporánea?, ¿Qué es lo más actual en materiales estructurales para edificaciones?, ¿Cuál es la influencia de la evolución histórica de los materiales estructurales utilizados en la construcción de edificaciones en la actualidad? En su mayoría se consideró artículos académicos con Doi, 2018 en adelante, publicados en revistas especializadas en arquitectura, ingeniería civil, historia de la construcción, materiales de construcción, etc. Además de informes técnicos de organizaciones profesionales, instituciones académicas y agencias gubernamentales pueden contener investigaciones detalladas sobre materiales estructurales específicos, así como estudios de casos de proyectos de construcción históricos, actas de conferencias y simposios relacionados con la arquitectura, la ingeniería civil y la ciencia de materiales, donde se presentan investigaciones y discusiones sobre la evolución de los materiales estructurales y su impacto en la arquitectura.

Se realizó la búsqueda de bibliografía relacionada por medio de diversas fuentes y bases de datos académicas especializadas: Google Académico, IEEE Xplore, SpringerLink y Bibliotecas Universitarias. Se realizó una búsqueda manual de selección basada en citas, buscando otros artículos que hicieran referencia a artículos ya encontrados. El resultado de esta búsqueda fueron 14 trabajos de investigación científica.

Etapa 2 Procesos de selección

1. Se realiza una tabla con título, resumen para elegir solo artículos relacionados con el tema del trabajo.
2. Se realiza una tabla asunto y demostrado por (artículo), para categorizar los artículos según la información contenida.

Síntesis de Asuntos y Artículos Relacionados: Evolución de Materiales Estructurales y su Impacto

1. Material Estructural y Mampostería: Los artículos 1 y 5 exploran la evolución de materiales estructurales, destacando la mampostería en sus tipos e historia. Esto abarca el uso de ladrillos como materiales de construcción sostenibles.
2. Hormigón: El artículo 2 y el artículo 5 profundizan en la historia del hormigón en el siglo XX, abordando aspectos como el hormigón armado y sus propiedades. Se observa cómo los avances en el hormigón influyen en la arquitectura contemporánea.
3. Materiales Metálicos Nanoestructurados: El artículo 3 se centra en el estudio de propiedades de materiales metálicos nanoestructurados, resaltando su papel como materiales novedosos en la construcción.
4. Diversidad de Materiales: El artículo 5 y 8 ofrecen una amplia perspectiva, abordando diversos materiales como madera, ladrillos, piedra, acero, cemento, etc. Se explora la historia de cada material, su gestión forestal sostenible y reciclaje.
5. Acero: El artículo 6 se enfoca en el acero, especificando características de tensión-deformación, diseño de estructuras de acero y explorando diseños modernos de acero en el artículo 12.
6. Tipos de Cementos: El artículo 8 aborda los tipos de cementos, su fabricación e historia, proporcionando información relevante sobre un componente clave en la construcción.
7. Ladrillo Natural y Mortero: El artículo 10 examina el ladrillo natural y mortero, incluyendo la historia y variantes como los morteros de cal y ladrillos cocidos.
8. Materiales y Diseños Modernos: El artículo 13 aborda diversos materiales como madera, piedra, acacia, barro, hormigón, sillería, ladrillos y entramados de madera, explorando su historia en el Reino Unido y cómo influyen en los diseños modernos.
9. Hormigón de Cáñamo: El artículo 15 se adentra en el hormigón de cáñamo, sus propiedades, elaboración y destaca su papel como material novedoso en la construcción.

Esta síntesis ofrece una visión global de los temas abordados en cada artículo, permitiendo identificar conexiones y patrones que serán fundamentales para la investigación sobre la evolución de materiales estructurales y su influencia en la arquitectura contemporánea.

A partir del artículo 15 se ha elaborado la síntesis siguiente.

El desarrollo de los materiales estructurales ha sido esencial en la evolución de la construcción a lo largo de la historia. A principios del siglo XIX, el marco del globo, un sistema de construcción de madera, revolucionó la industria al eliminar postes y vigas pesados, optimizando así la eficiencia y reduciendo costos. La mampostería, El albañil apila piezas de material (ladrillos, piedras o bloques de hormigón, llamando a todo el conjunto unidades de mampostería) una encima de otra para formar paredes u otras estructuras, esta, se destaca por su diversidad de colores, texturas y patrones. Aunque requiere mucha mano de obra, la mampostería ha perdurado en el tiempo, manteniéndose competitiva tanto técnica como económica. Desde sus inicios espontáneos con paredes de piedra hasta las técnicas modernas, la mampostería ha demostrado durabilidad siendo una técnica muy versátil. La masonería, que comenzó con paredes bajas apiladas, evolucionó con el uso del mortero para proporcionar estabilidad y estanqueidad. A medida que la técnica mejoró, se adoptaron ladrillos y se abandonó gradualmente el barro como material de construcción. El siglo XIX presenció cambios significativos con la introducción de nuevos materiales. El acero, inicialmente utilizado en dispositivos de conexión, se convirtió en un componente estructural clave. La invención del acero abundante y económico en la década de 1850 marcó un hito, permitiendo la construcción de rascacielos más grandes. El hormigón, inventado por los romanos y redescubierto en el siglo XVIII, experimentó un renacimiento en el siglo XIX con el desarrollo del cemento Portland, inventado por el constructor Joseph Aspdin en 1824 en la isla de Portland, ubicada al sur del Reino Unido. El hormigón armado, con barras de acero incrustadas, y la posterior innovación del hormigón pretensado ampliaron las posibilidades de diseño y resistencia. A finales del siglo XIX, la mampostería comenzó a ceder terreno a nuevos materiales. Los edificios altos requerían estructuras de acero para superar las limitaciones de los muros de mampostería gruesa. Se utilizó el hormigón por su rapidez de construcción y versatilidad, se convirtió en una alternativa popular. De este modo, el acero, el hormigón y otros materiales avanzados han moldeado la arquitectura moderna. La ingeniería ha aplicado matemáticas sofisticadas para analizar estructuras de mampostería y ha incorporado tecnologías que permiten la extracción y manipulación eficientes de materiales como piedra y ladrillos.

Título del Artículo	Resumen
1. Masonry in the Context of Sustainable Buildings: A Review of the Brick Role in Architecture	<p>El proceso de combinar varias partes para crear una estructura se llama construcción. Un componente efectivo y significativo de cualquier construcción es la mampostería. El Coliseo, edificios de las antiguas Grecia y Roma, los edificios centroamericanos y las estructuras micénicas, utilizaron este material como uno de sus principales elementos constructivos. La forma más antigua es la mampostería seca de forma irregular y las piedras con forma. Las cualidades ecológicas de la mampostería como material restaurador de bajo impacto sobre el medio ambiente, así como la capacidad de control ambiental del muro macizo, le aportan gran valor y vuelve a llamar la atención como material adecuado para la construcción sostenible, en el contexto de las preocupaciones actuales para la arquitectura sostenible. Este artículo toma la forma de una revisión del camino de la albañilería como material de construcción principal, desde estructuras prehistóricas hasta edificios modernos. Este artículo analizará los fundamentos de la construcción de mampostería para respaldar su uso en estructuras a lo largo de la historia y en muchos estilos arquitectónicos, como una representación crucial de la construcción humana en la historia de la arquitectura. Este artículo tiene como objetivo realizar una revisión histórica, presentando la albañilería como material de construcción esencial y evaluación de su papel en la historia de los materiales de construcción. Palabras clave: arquitectura contemporánea; ladrillos; albañilería; materiales de construcción sostenibles.</p>

Cuadro 1: Tabla Títulos y resúmenes de artículos

Título del Artículo	Resumen
2. The Construction History and Assessment of Two Heritage Industrial Buildings in Wrocław	<p>Los edificios industriales de principios del siglo XX todavía se pueden encontrar en las ciudades polacas. Algunos de ellos ya han sido catalogados como objetos patrimoniales. Aquellas estructuras con nuevas soluciones técnicas, son especialmente interesantes por los materiales utilizados en ellas, como el hormigón. Alguno de esos objetos se encuentran actualmente en proceso de restauración con el objetivo de reconstruirlos y adaptarlos para una utilidad completamente nueva con diferentes funciones, pero sin perder su importante valor patrimonial. En este papel, los elementos del procedimiento de evaluación del estado técnico respecto a un estudio histórico, un examen de materiales y un análisis estructural, son presentados sobre el ejemplo de dos edificios industriales seleccionados, en los que se utilizaron hormigón armado como principal material estructural. El objetivo principal del procedimiento de diagnóstico realizado fue la verificación de la capacidad de carga y capacidad de las estructuras de los edificios examinados. El cálculo realizado confirmó que en caso de elementos de hormigón no dañados, tienen suficiente capacidad para transportar cargas de nuevo diseño. Se ha confirmado que las estructuras de hormigón, especialmente en edificios industriales, a veces tienen reservas de capacidad. Por otro lado permite realizar el diseño de menos obras de renovación invasivas o soluciones de refuerzo con el objetivo de respetar su valor patrimonial industrial.</p>

Cuadro 2: Tabla Títulos y resúmenes de artículos

Título del Artículo	Resumen
3. Structural evolutions of metallic materials processed by severe plastic deformation	<p>Los materiales metálicos nanoestructurados (ns)/de grano ultrafino (UFG) a granel poseen una resistencia muy alta, lo que los hace atractivos para aplicaciones de alta resistencia, peso ligero y eficiencia energética. El método más eficaz para producir materiales metálicos ns-UFG a granel es la deformación plástica severa (SPD). En los últimos 30 años, se han realizado importantes esfuerzos de investigación para explorar el procesamiento de materiales mediante SPD, y las evoluciones microestructurales inducidas por SPD y las propiedades mecánicas resultantes. Se han realizado algunas revisiones exhaustivas que se centran principalmente en el procesamiento de SPD y las propiedades mecánicas de los materiales resultantes. Sin embargo, no se dispone de una revisión de este tipo sobre las evoluciones microestructurales inducidas por SPD. Este artículo tiene como objetivo proporcionar una revisión exhaustiva de importantes evoluciones microestructurales y características microestructurales importantes inducidas por el procesamiento SPD en materiales metálicos monofásicos con estructuras cúbicas centradas en las caras, estructuras cúbicas centradas en el cuerpo y estructuras compactas hexagonales, así como en aleaciones multifásicas. Se discuten los mecanismos de deformación correspondientes y las evoluciones estructurales durante el procesamiento de SPD, incluido el deslizamiento de dislocaciones, el hermanamiento de deformaciones, la transformación de fases, el refinamiento de granos, el crecimiento de granos y la evolución de la densidad de dislocaciones. También se proporciona una breve revisión de las propiedades mecánicas de los materiales procesados por SPD para correlacionar la estructura con las propiedades mecánicas de los materiales procesados por SPD, lo cual es importante para guiar el diseño estructural para obtener propiedades mecánicas óptimas de los materiales.</p>

Cuadro 3: Tabla Títulos y resúmenes de artículos

Título del Artículo	Resumen
4. LaTeX in 24 Hours: A Practical Guide for Scientific Writing	Guía práctica de LaTeX
5. Building Construction Materials and Methods	<p>Contenido de interés: Se abordan los procesos de fabricación y la relevancia histórica de cada material utilizado dentro de los materiales estructurales clave en la construcción de edificaciones, incluyendo: la madera, que es un producto renovable y económico para producirlo, además de versátil para la construcción estructural (página 1 en adelante), ladrillos (pag. 298), mampostería en ladrillo y piedra, construcción de estructuras de acero (pag 412 y pag 477), cemento y hormigón (pag. 515), el uso de metales en la Arquitectura (pag. 505), hierro fundido, hierro forjado, acero, acero inoxidable, aluminio, cobre, bronce, latón, zinc, estaño, cromo, magnesio, titanio, y el uso de vidrio (pag 707) y plástico en la construcción de edificios (pag 758) en la arquitectura moderna. Además, se resalta la importancia de la gestión forestal sostenible y del reciclaje de materiales como el concreto y el acero y la diversidad de productos y aplicaciones en la construcción contemporánea.</p>

Cuadro 4: Tabla Títulos y resúmenes de artículos

Título del Artículo	Resumen
6. Stability and design of stainless steel structures – Review and outlook	<p>Este artículo proporciona una revisión de los desarrollos recientes en la práctica de investigación y diseño en torno al uso estructural del acero inoxidable, con énfasis en la estabilidad estructural. Las características tensión-deformación no lineales del acero inoxidable que se analizan primero, dan lugar a una respuesta estructural que difiere algo de la del acero al carbono estructural. Dependiendo del tipo y proporciones del elemento o sistema estructural, la respuesta no lineal del material puede conducir a una capacidad reducida o mejorada en relación con un componente equivalente que presenta una respuesta del material elástico y perfectamente plástico. En general, en escenarios gobernados por la resistencia, como la flexión en el plano de vigas robustas, el endurecimiento sustancial por deformación del acero inoxidable, da lugar a beneficios de capacidad, mientras que, en escenarios gobernados por la estabilidad, la aparición temprana de la degradación de la rigidez da como resultado una capacidad reducida. Este comportamiento se observa en todos los niveles de respuesta estructural, incluido el nivel de sección transversal, el nivel de miembro y el nivel de marco, como se describe en el artículo. También se revisan y evalúan los enfoques de diseño actuales y emergentes que capturan esta respuesta. Por último, de cara al futuro, se explora la aplicación del análisis avanzado al diseño de estructuras de acero inoxidable y el uso de la impresión 3D para la construcción de estructuras de acero inoxidable.</p>

Cuadro 5: Tabla Títulos y resúmenes de artículos

Título del Artículo	Resumen
7. Intensity of the Formation of Defects in Residential Buildings with Regards to Changes in Their Reliability	<p>Intensidad de la formación de defectos en edificios residenciales con respecto a los cambios en su confiabilidad. Jarosław Konior, Marek Sawicki y Mariusz Szóstak</p> <p>Resumen: Definir los determinantes básicos del nivel de confiabilidad con respecto al uso de edificios residenciales y determinar la función de la intensidad de sus defectos característicos son cuestiones importantes en la estrategia de renovación. La distribución del tiempo de explotación de los edificios residenciales, la función de su fiabilidad y la distribución de la intensidad de los defectos de los edificios examinados, son términos interdependientes. Por lo tanto, se puede suponer que la intensidad de los defectos de un objeto será mayor cuanto mayor sea su tiempo de explotación. Sin embargo, no se trata de un aumento que refleje la duración de la vida útil del edificio ni un valor directamente proporcional a su antigüedad. El artículo presenta un modelo y un método para probar los defectos y la confiabilidad de un grupo representativo de edificios residenciales tradicionales en el centro de la ciudad, que se erigieron en Wrocław, Polonia, a principios de los siglos XIX y XX. Se llegó a una conclusión básica sobre el mecanismo de daño de los edificios residenciales: durante el período de uso de la instalación, en el que el tiempo de funcionamiento correcto hasta el fallo tiene una distribución exponencial, el tiempo medio restante de funcionamiento sin fallos se mantiene sin cambios en ningún momento. Se confirmó que los edificios de viviendas probados, después de un cierto período de funcionamiento sin fallos, cumplen sus funciones como los edificios nuevos. El momento óptimo de renovación ocurre después del final del segundo período de funcionamiento, antes del período de rápido desgaste. El estudio del curso de la función de intensidad del daño a lo largo del tiempo refleja el proceso de desgaste de un edificio residencial en una muestra representativa de edificios residenciales del centro de la ciudad que fueron construidos utilizando métodos tradicionales. Definir la duración media del funcionamiento correcto y sin fallos de un objeto mediante la función de fiabilidad, que determina la probabilidad con la que el tiempo de funcionamiento correcto de un objeto será mayor que su antigüedad, tiene una aplicación práctica en la explotación de un edificio residencial y sus componentes.</p>

Titulo del Artículo	Resumen
8. Materials for architects and builders	El texto aborda la fabricación y uso de diversos materiales de construcción, incluyendo ladrillos (pag. 1), ladrillos de cemento (pag. 33) cemento, cal y hormigón (pag. 55), cemento Portland (pag. 58), tipos de cementos (pag. 61), cemento (pag.70) madera(pag.105), metales ferrosos y no ferrosos (pag164), Aluminio, (pag. 185), Cobre (pag. 190), Zinc (pag. 200), Titanio (pag. 205), Vidrio (pag231). Se destacan los procesos de fabricación, la historia de cada material y su relevancia en la industria de la construcción. Se resalta la importancia de la gestión forestal sostenible, el reciclaje de materiales como el concreto y el acero, y la diversidad de productos y aplicaciones en la construcción contemporánea.

Cuadro 7: Tabla Títulos y resúmenes de artículos

Título del Artículo	Resumen
9. Safety Barriers Identification, Classification, and Ways to Improve Safety Performance in the Architecture, Engineering, and Construction (AEC) Industry: Review Study	<p>La industria de Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC) es una de las más peligrosas debido a su naturaleza única. La seguridad es una cuestión crítica en los países desarrollados y en desarrollo. El principal objetivo de este trabajo fue identificar y clasificar las barreras que dificultan la implementación de la seguridad en proyectos y formas de mejorar el desempeño en seguridad. El método utilizado en este documento incluye una revisión exhaustiva de muchas fuentes relacionadas con las barreras de seguridad en la industria AEC, incluyendo un proceso de identificación y clasificación de estas barreras, después del cual discutimos los métodos más populares entre ellos, según la aparición del mismo en las fuentes que fueron revisados. Luego, se examinaron las formas de mejorar el desempeño en materia de seguridad en la industria AEC. Así, se encontró que existen las siguientes 4 categorías asociadas con las barreras de seguridad: (1) Comportamiento de Barreras; (2) Barreras de Gestión; (3) Barreras de concientización; y (4) Barreras culturales. Al mismo tiempo, las barreras más populares se basan en la apariencia de las fuentes: falta de capacitación en seguridad, falta de compromiso; la presión laboral es alta cuando se acercan los plazos y el bajo nivel educativo, así como la falta de experiencia y falta de conocimiento. Se ilustran las muchas formas de mejorar el desempeño en seguridad al final de este artículo. Los resultados de este trabajo muestran la importancia de la seguridad y que la situación real debe centrarse en la seguridad de los proyectos para reducir las lesiones, los accidentes y las barreras y de aplicar la seguridad, lo que potenciará la sostenibilidad y el desarrollo de entornos seguros dentro de la industria AEC.</p>

Cuadro 8: Tabla Títulos y resúmenes de artículos

Título del Artículo	Resumen
10. Recycling and Reuse of Building Materials in a Historical Landscape & mdash; Viminacium Natural Brick (Serbia)	<p>Durante el proyecto científico y de investigación MoDeCo2000 sobre morteros utilizados en el territorio de los limones romanos del Danubio en Serbia, el mayor desafío fue la búsqueda de la procedencia de materias primas. La zona donde se encuentra Viminacium, la ciudad más grande de la provincia de Moesia Superior desarrollado, con continuidad milenaria de uso del suelo y asentamiento, fue seleccionado como caso de investigación y estudio. Las personas a lo largo de la historia siempre han usado lo que tenían a mano, y los restos del edificio no sólo fueron reutilizados sino también reciclados para nuevas construcciones. Así, el material de construcción del Viminacium romano ha sobrevivido en el paisaje a través de los restos conservados in situ de construcciones romanas, así como en estructuras de épocas posteriores, hasta hoy. Según sabemos, el uso de sedimentos naturales cocidos durante la autocombustión o la combustión de las capas subyacentes (carbón en nuestro caso) con fines de construcción, fue extremadamente raro en el Imperio Romano. En este estudio seguimos la presencia de este tipo de material, precisamente en la construcción de Viminacium, denominándolo ladrillo natural, centrándose en su potencial uso en morteros de cal cuya producción se perfeccionó en época romana y nunca ha sido superada después. Se han estudiado los contextos arqueológicos en los que se encontró este material, así como un trabajo simultáneo en el laboratorio y en el campo durante la investigación y el uso experimental de el ladrillo natural en morteros de cal. Intentamos determinar si este material podría haber sido reconocido por los romanos en Viminacium como un componente puzolánico potencialmente valioso del mortero, junto con o en lugar de ladrillo cocido, disponibles localmente y reciclables. La confirmación definitiva de sus características puzolánicas y la discusión posterior abren direcciones completamente nuevas para la investigación futura de morteros de cal viminacium.</p>

Cuadro 9: Tabla Títulos y resúmenes de artículos

Título del Artículo	Resumen
11. Circular Economy in the Building and Construction Sector: A Scientific Evolution Analysis	<p>La industria de la construcción es responsable de considerables impactos ambientales debido a su consumo de recursos y energía, así como también de la producción de residuos. La Economía Circular (CE), es un nuevo paradigma que puede mejorar significativamente la sostenibilidad de este sector. Este artículo realiza un análisis cuantitativo de la evolución científica de la aplicación de CE en el sector de la construcción para detectar nuevas tendencias y poner de relieve la evolución de este tema de investigación. Se recopilaron y analizaron documentos publicados entre 2005 y 2020 en Web of Science y Scopus. La bibliométrica, los indicadores, las citas de la red y el análisis estadístico multivariado se obtuvieron utilizando el paquete R de Bibliometrix y VOSviewer. El análisis de coocurrencia mostró cinco grupos de palabras clave, de las cuales las tres principales son: (i) energía y eficiencia energética en edificios; (ii) reciclaje, gestión de residuos y materiales de construcción alternativos; (iii) desarrollo sostenible. El análisis mostró que los investigadores prestan mucha atención a la "sostenibilidad", "eficiencia energética", "evaluación del ciclo de vida", "energía renovable" y "reciclaje" en los últimos cinco años. Este documento destaca que (i) el desarrollo y uso de materiales de construcción alternativos; (ii) el desarrollo de modelos de negocio circulares; (iii) las ciudades inteligentes, la Industria y sus relaciones con la CE, son las líneas de investigación actuales y puntos críticos que pueden considerarse como posibles temas de investigación futura.</p>

Cuadro 10: Tabla Títulos y resúmenes de artículos

Título del Artículo	Resumen
12. Statistical analysis of the material properties of selected structural carbon steels	<p>Los procedimientos de diseño modernos para estructuras de acero emplean cada vez más representaciones realistas del comportamiento tensión-deformación del acero en lugar de un simple ideal elástico-plástico. En particular, para modos de falla por pandeo en el rango plástico, siempre están involucradas tensiones superiores al límite elástico, junto con una rigidez posterior al límite elástico finita. Además, la "meseta plástica" en las curvas de pandeo para miembros estructurales robustos no se puede predecir computacionalmente sin una representación significativa del endurecimiento por deformación. Si se busca una buena coincidencia entre los experimentos y las predicciones computacionales en la zona elástico-plástica, se debe incluir el endurecimiento por deformación. La mayoría de los estudios han utilizado curvas de tensión-deformación medidas individualmente en laboratorio, o conjeturas fundamentadas para lograr tal coincidencia, pero no está del todo claro que dichos cálculos puedan usarse de manera confiable para un diseño seguro, ya que es posible que no existan las mismas propiedades de endurecimiento en el siguiente edificio construido, estructura o incluso dentro de un lote diferente del mismo grado de acero. Aquí se presenta una exploración estadística para evaluar las magnitudes confiables de las propiedades post-cedencia en aceros de grado estructural comunes. Para simplificar, sólo se buscan dos parámetros de importancia crítica: la longitud de la meseta de fluencia y el módulo tangente de endurecimiento por deformación inicial. Se seleccionan estos dos porque ambos afectan el pandeo elástico-plástico de elementos estructurales más robustos. Los análisis estadísticos aprovechan datos patentados adquiridos durante muchos años de auditorías de terceros en el Instituto Tecnológico de Karlsruhe para explorar posibles relaciones regresivas entre las propiedades posteriores al rendimiento. Se determinan los límites inferiores seguros para las propiedades seleccionadas</p>

Cuadro 11: Tabla Títulos y resúmenes de artículos

Título del Artículo	Resumen
13. Evolution and Current State of Building Materials, Construction Methods, and Building Regulations in the U.K. : Implications for Sustainable Building Practices	<p>Este estudio presenta una revisión integral de los materiales de construcción, métodos de construcción, y regulaciones de construcción en el Reino Unido, continente. Esto proporciona información valiosa sobre la historia progresión y transformación de la industria de la construcción a través de un análisis integral de Materiales y métodos de construcción de edificios tanto tradicionales como modernos categorizados por su Trayectoria evolutiva. Se comparan las normas de construcción actuales en Inglaterra, Gales y Escocia. Destacando las diferencias en seguridad contra incendios, seguridad contra ruido, conservación de energía y sostenibilidad. Por ejemplo, se analizan en detalle las normas de seguridad contra incendios, incluida la duración de la resistencia al fuego, el revestimiento de las paredes. Combustibilidad y limitaciones en áreas no protegidas. Avances en conocimiento y tecnología han llevado a métodos materiales y regulaciones cada vez más sofisticados y dependientes de la energía. Este estudio muestra la amplia gama de materiales de construcción que abarcan siglos, cada uno Poseyendo propiedades y prestaciones únicas. Los métodos y materiales seleccionados representan aquellos actualmente empleado o ampliamente utilizado en el Reino Unido. La industria de la construcción, afirmando su relevancia y Aplicabilidad en las prácticas de construcción modernas. Las limitaciones en las prácticas de construcción se deben principalmente más por falta de conocimientos y herramientas que por escasez de material. Mejorar el conocimiento y el acceso a contar con herramientas avanzadas es crucial para superar estas limitaciones e impulsar avances en el campo. Este estudio proporciona información sobre la evolución de los materiales de construcción, los métodos de construcción y la construcción. Regulaciones que pueden informar desarrollos futuros en prácticas de construcción sustentable. Los hallazgos han dado implicaciones significativas para los formuladores de políticas, los diseñadores de edificios y los constructores, particularmente en términos de adoptar materiales y métodos de construcción sostenibles que cumplan con las normas de construcción reduciendo al mismo tiempo el impacto ambiental del entorno construido.</p>

Cuadro 12: Tabla Títulos y resúmenes de artículos

Título del Artículo	Resumen
14. Research on the Evolution of Building Technology Based on Regional Revitalization	<p>Con el rápido desarrollo de los tiempos, la regionalización se ha convertido en una de los puntos de interés en el campo de la arquitectura. El objetivo de este trabajo es abordar la regionalización de la arquitectura contemporánea desde la perspectiva de la tecnología de la construcción. Este documento sistemáticamente evalúa y resume exhaustivamente el proceso de desarrollo de la construcción y tecnología de China, determina los puntos clave de la evolución de la tecnología de la construcción y combina una gran cantidad de documentos históricos y restos históricos para analizar las causas de la evolución de la tecnología de la construcción, que incluye el medio ambiente natural, la ciencia y la tecnología, la construcción de conciencia de sistema y concepto. En base a esto, analiza los edificios en Sichuan desde tres aspectos (materiales de construcción, sistema estructural y proceso de construcción) y busca una dirección de desarrollo regional de la tecnología de la construcción. Los resultados del análisis mostraron que la ecologización, La integración y la ciencia son el camino evolutivo de la tecnología de la construcción en la nueva era. No solo La tecnología de la construcción es un medio necesario para la realización de la construcción, pero también su influencia en la Se debe complementar y promover la regionalización de la arquitectura.</p>

Cuadro 13: Tabla Títulos y resúmenes de artículos

Título del Artículo	Resumen
15. Mechanical, Thermal, and Moisture Buffering Properties of Novel Insulating Hemp - Lime Composite Building Materials	<p>El hormigón de cáñamo es un biocompuesto sostenible que puede reducir la energía incorporada en los edificios al tiempo que mejora el rendimiento energético y la calidad ambiental interior. Esta investigación tiene como objetivo desarrollar nuevos compuestos aislantes de cáñamo y cal utilizando innovadoras mezclas de aglutinantes hechas de materiales reciclados y puzolanas de baja energía incorporada. La caracterización de los componentes mecánicos e higrotérmicos. Las propiedades incluyen al medir la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción, la conductividad térmica, capacidad calorífica específica y capacidades amortiguadoras de humedad. Este estudio también investiga el impacto del muestreo. Densidades y contenido de agua sobre la resistencia a la compresión en edades más avanzadas. Los hallazgos sugieren que Las mezclas con una proporción de aglutinante a cáñamo de 1:1 y una densidad de 300-400 kg/m³ tienen propiedades higrotérmicas y mecánicas. Propiedades adecuadas para aplicaciones de aislamiento de paredes de relleno. Por lo tanto, las resistencias a la compresión, térmicas Los valores de conductividad y capacidad calorífica específica oscilan entre 0,09 y 0,57 MPa, 0,087 y 0,10 W/m·K, y 1250 a 1557 J/kg K, respectivamente. El valor promedio del amortiguador de humedad para todas las muestras de cáñamo de 2,78 (gm/m² RH %) indican una excelente capacidad de almacenamiento de humedad. Puzolana de ladrillo triturado reciclado puede mejorar el rendimiento higrotérmico de los compuestos de cáñamo-cal. Así, muestras con 10 % El ladrillo triturado tiene la conductividad térmica más baja considerando su densidad y la mayor humedad. Capacidad del buffer. Las nuevas fórmulas de cal hidratada y ladrillo triturado tienen propiedades mecánicas comparable a las fórmulas de metacaolín y cal hidráulica.</p>

Cuadro 14: Tabla Títulos y resúmenes de artículos

Asunto, en relación a:	Demostrado por, número de bibliografía
Material estructural	1., 5.
Mampostería, tipos, historia	1., 5.
Ladrillos, material de construcción sostenibles	1., 5.
Hormigón, historia siglo XX, hormigón armado, propiedades	2, 5.
Materiales metálicos nanoestructurados, estudio de propiedades, materiales novedosos	3.
Madera, ladrillos, piedra, mampostería, acero, cemento, hormigón, metales: hierro, hierro forjado, acero, acero inoxidable, aluminio, cobre, bronce, latón, zinc, estaño, cromo, magnesio, titanio, vidrio, historia de cada uno, gestión forestal sostenible, reciclaje de materiales.	5.8.
Acero. Acero inoxidable, características de tensión-deformación, acero de carbono estructural, diseño de estructuras de acero.	6.
Duración media de funcionamiento correcto y sin fallos de estructuras.	7.
Tipos de cementos, su fabricación, historia	8.
Seguridad industrial AEC	9.
Ladrillo natural, mortero, morteros de cal, ladrillo cocido, historia	10.
Acero, diseños modernos, propiedades	12.
Madera, piedra o acacia y barro, hormigón, sillería, ladrillos y entramados de madera, ladrillo	13.

Cuadro 15: Asunto y Demostrado por

o.2. Methodology

La metodología empleada en esta revisión bibliográfica se basa en un enfoque sistemático ver [Kitchenham et al., 2009] para analizar la literatura existente relacionada con materiales estructurales utilizados en edificaciones a lo largo de la historia. A continuación, se detallan los pasos seguidos en la realización de esta investigación:

1. Definición del ámbito de la Revisión: Se establecieron claramente los objetivos de la revisión bibliográfica, incluyendo los materiales estructurales utilizados históricamente (por ejemplo, piedra, mampostería, madera[Edward allen, Lyons, 2012], luego los muros, el hormigón y el acero). Hasta la época de concreto[Berkowski, Piotr et al., 2018, Edward allen] y los aceros).

2. Identificación de Palabras Clave: Se desarrolló un conjunto de palabras clave relacionadas con materiales estructurales y la pregunta de investigación.

3. Selección de Bases de Datos y Recursos: Se eligieron cuidadosamente bases de datos académicas y recursos especializados, incluyendo Google Académico, SpringerLink, IEEE y revistas especializadas en ingeniería civil y materiales de construcción.

4. Búsquedas Sistemáticas: Se realizaron búsquedas sistemáticas utilizando las palabras clave identificadas en las bases de datos seleccionadas. Se aplicaron filtros como el rango de años y frases relacionadas a la pregunta de investigación para refinar los resultados.

5. Filtrado y Selección de Artículos Relevantes: Se llevará a cabo una revisión exhaustiva de títulos y resúmenes para identificar artículos pertinentes a los objetivos de la investigación. Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para seleccionar estudios relevantes y de calidad.

6. Revisión de Bibliografías de Artículos Clave: Se examinaron las bibliografías de los artículos clave seleccionados para identificar estudios adicionales relevantes que podrían haberse pasado por alto en las búsquedas iniciales.

7. Organización y Catalogación de la Información: Se estableció una tabla para clasificar la información recopilada según categorías de materiales estructurales y aplicaciones específicas.

8. Análisis y Síntesis de la Información: Se realizó una lectura en profundidad de los artículos seleccionados para extraer información clave sobre propiedades, distintos materiales y su historia, así como aplicaciones y avances tecnológicos. La información se sintetizó para identificar patrones y tendencias.

9. Redacción de la Revisión Bibliográfica: La información recopilada se organizó de manera coherente en la revisión bibliográfica.

10. Citas y Normas de Estilo: Se siguieron las pautas de citación específicas requeridas por las normas de estilo seleccionadas, asegurándose de citar correctamente todas las fuentes utilizadas.

Conclusion

Bibliografía

- Asaad Almssad, Amjad Almusaed, and Raad Z. Homod. Masonry in the context of sustainable buildings: A review of the brick role in architecture. *Sustainability*, 14(22), 2022. doi: <https://doi.org/10.3390/su142214734>.
- Berkowski, Piotr, Dmochowski, Grzegorz, Barański, Jacek, and Szolomicki, Jerzy. The construction history and assessment of two heritage industrial buildings in wrocław. *MATEC Web Conf.*, 174, 2018. doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201817403008>.
- Yang Cao, Song Ni, Xiaozhou Liao, Min Song, and Yuntian Zhu. Structural evolutions of metallic materials processed by severe plastic deformation. *Materials Science and Engineering: R: Reports*, 133:1–59, 2018. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mser.2018.06.001>.
- D. Datta. Latex in 24 hours: A practical guide for scientific writing. *Springer*, 2017. URL <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://link.springer.com/content/pdf/bfm:978-3-319-47831-9/1?pdf=chapter%20toc>.
- Joseph Iano Edward allen. Building construction materials and methods. *John Wiley and Sons. Inc. Hoboken, New Jersey*.
- Leroy Gardner. Stability and design of stainless steel structures – review and outlook. *Thin-Walled Structures*, 141, 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tws.2019.04.019>.
- Barbara Kitchenham, O. Pearl Brereton, David Budgen, Mark Turner, John Bailey, and Stephen Linkman. Systematic literature reviews in software engineering – a systematic literature review. *Information and Software Technology*, 51(1):7–15, 2009. doi: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.09.009>.
- Arthur Lyons. Materials for architects and builders. *Routledge*, 2012. doi: <https://doi.org/10.4324/9780080465791>.
- M. Maliha, Y. Abu Aisheh, B. Tayeh, and A. Almalki. Safety barriers identification, classification, and ways to improve safety performance in the architecture, engineering, and construction (aec) industry: Review study. *Sustainability*, vol. 13(no. 6):p. 3316, Mar 2021. doi: <https://doi.org/10.3390/SU13063316>.

- Emilija Nikolić, Ivana Delić-Nikolić, Mladen Jovičić, Ljiljana Miličić, and Nevenka Mijatović. Recycling and reuse of building materials in a historical landscapemdash;viminacium natural brick (serbia). *Sustainability*, 15(3), 2023. URL <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/3/2824>.
- Adam J. Sadowski, J. Michael Rotter, Thomas Reinke, and Thomas Ummenhofer. Statistical analysis of the material properties of selected structural carbon steels. *Structural Safety*, 53, 2015. doi: <https://doi.org/10.1016/j.strusafe.2014.12.002>.
- R. Vagtholm, Amy. Matteo, Behrang V., and Tupenaite L. Evolution and current state of building materials, construction methods, and building regulations in the u.k.: Implications for sustainable building practices. *Buildings MDPI*, 13(6), 2023. doi: <https://doi.org/10.3390/buildings13061480>.
- Jingjing Wu, Hongyang Wei, and Li Peng. Research on the evolution of building technology based on regional revitalization. *Buildings MDPI*, 9(7), 2019. doi: <https://doi.org/10.3390/buildings9070165>.
- Asif Khan Mehdi Iftekharul Alam Yaser Abdellatef, Mohammad Amil Khan and Mirosława Kavgić. Mechanical, thermal, and moisture buffering properties of novel insulating hemp-lime composite building materials. *Materials MDPI*, 13(21), 2020. doi: <https://doi.org/10.3390/ma13215000>.