

ALTERNATIVAS ECOLÓGICAS DE LOS MATERIALES TRADICIONALES EN LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

ECOLOGICAL ALTERNATIVES TO TRADITIONAL MATERIALS IN SUSTAINABLE CONSTRUCTION

Javier Cárcel-Carrasco

ITM Instituto Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València. Valencia, (España).
E-mail: fracarcl@csa.upv.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2776-533X>

Aurora Martínez-Corral

ITM Instituto Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València. Valencia, (España).
E-mail: aumarcor@csa.upv.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8222-0864>

Jaime Llinares Millán

Dept. Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. Valencia, (España).
E-mail: jllinares@csa.upv.es

Jangveer Kaur

ITM Instituto Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València. Valencia, (España).
E-mail: jankau@arq.upv.es

Recepción: 18/02/2022 **Aceptación:** 02/03/2022 **Publicación:** 14/03/2022

Citación sugerida:

Cárcel-Carrasco, J., Martínez-Corral, A., Llinares, J., y Kaur, J. (2022). Alternativas ecológicas de los materiales tradicionales en la construcción sostenible. *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 11(1), 17-29. <https://doi.org/10.17993/3ctecno/2022.v11n1e41.17-29>

RESUMEN

En el presente artículo se analizan los diferentes materiales del sector con el fin de conseguir una mejora y concienciación hacia una construcción más sostenible. Como foco del artículo se ha estudiado el comportamiento de estos materiales y sus respuestas a las fases de la construcción. Tras realizar el análisis, se ha podido demostrar que la evolución controlada de ciertos materiales como el uso de Clinker o la cementita, mejora significativamente el contexto de la construcción sostenible. Por otro lado, al sustituir el cemento por otros materiales como las cenizas volantes o la escoria se puede mejorar la durabilidad en un 50% lo que supone una cifra elevada relacionada con el punto de vista sostenible, pudiendo así reducir el impacto sobre el medio ambiente.

PALABRAS CLAVE

Sostenibilidad, Construcción, Materiales Ecológicos, Medio Ambiente, Hormigón, Cemento.

ABSTRACT

This article analyzes the different materials of the sector in order to achieve an improvement and awareness towards a more sustainable construction. As the focus of the article, the behavior of these materials and their responses to the phases of construction have been studied. After carrying out the analysis, it has been possible to demonstrate that the controlled evolution of certain materials such as the use of Clinker or cementite, significantly improves the context of sustainable construction. On the other hand, by replacing cement with other materials such as fly ash or slag, durability can be improved by 50%, which is a high figure related to the sustainable point of view, thus reducing the impact on the environment.

KEYWORDS

Sustainability, Construction, Ecological Materials, Environment, Concrete, Cement.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente hay muchas actividades que resultan ser desfavorables para el medio ambiente, sin embargo, las que destacan son del sector industrial, el transporte junto con el sector de la construcción (Weiser *et al.*, 2021), que a través de varios factores termina afectando el medio ambiente de manera negativa. Por otro lado, cabe mencionar la concienciación del medio ambiente en los últimos años, y esto se puede ver al aumentar los estudios dirigidos exclusivamente a factores que afectan el medio ambiente, por lo que se puede decir que la percepción respecto a la construcción tradicional está cambiando hacia un futuro más ecológico y sostenible (Del Rio Merino *et al.*, 2010).

El mundo de la construcción también es conocido por su impacto en el medio ambiente tanto por el proceso de construcción como por los materiales utilizados (Coelho y De Berito, 2012). Este artículo analiza los diversos materiales de construcción y su impacto en el medio ambiente junto con el estudio de cómo mejorar el sistema actual.

En el caso de España, el ámbito de la construcción y la demolición es uno de los motores económicos (Bielsa y Duarte, 2011), es tanto que la economía de este país está ligada a las tendencias del sector de la construcción, lo que se ha comprobado tras la crisis de 2006. Los puntos negativos relacionados con el campo de la construcción se deben a varios factores, siendo el más importante el uso de los materiales utilizados en el mismo y la etapa final de estos (Sandinet *et al.*, 2014). Este último punto se debe principalmente a la fase de la demolición donde los materiales se depositan en su mayoría sin tratar para otros usos. El resultado del impacto desfavorable del sector de la construcción se puede ver en el cambio climático, la deforestación, o la pérdida de la biodiversidad (Comisión Europea, 2021).

Estos efectos sobre el medio ambiente se deben principalmente al uso de materiales junto con la energía utilizada en el proceso. Para reducir estos impactos, es necesario entender el concepto de materiales sostenibles, ya que son los que generan menos impacto ambiental (Miller e Ip, 2013). Al ser materiales, cuyo origen es natural, los convierte en materiales con alto potencial para ser reciclados. Esta virtud hace

que su impacto no sea tan grave como los materiales tradicionales. Los materiales sostenibles también tienen una baja cantidad de energía utilizada tanto en el proceso de extracción como durante toda la vida útil de los mismos (Xundi *et al.*, 2010). Los residuos de energía se encuentran principalmente en materiales que se manejan mucho y tienen poco potencial de reciclaje.

El uso de energía para la extracción de materiales se produce en grandes cantidades. Este punto hace que en algunos casos este tipo de práctica se manifieste de manera insostenible. (Brady y Abdellatif, 2017). En el caso de España, se ha podido ver la evolución de la extracción de materiales a través del Observatorio de Sostenibilidad de España (OBSE, 2021).

Se analizan las construcciones sostenibles con el fin de mitigar los impactos ambientales que tienen lugar en las ciudades con mayor crecimiento económico y social. Junto con estos crecimientos, también vale la pena señalar el aumento de la contaminación por contaminantes aéreos y la degradación de la capa de ozono junto con otros impactos descritos en este artículo. A continuación, también se realiza el estudio de los materiales con el fin de poder conocer las oportunidades en el sistema actual de la gestión de residuos de construcción y demolición, además de promover y reforzar el uso de materiales verdes o sostenibles para fomentar su uso en construcciones actuales y futuras.

Así, este artículo analiza los materiales más adecuados para crear un ciclo sostenible dentro del campo de la construcción, por lo que comienza describiendo los materiales elegidos y luego analiza los comportamientos de los mismos.

2. METODOLOGÍA

Con el fin de obtener los datos sobre el comportamiento de los diferentes materiales, se han estudiado las diferentes características de los materiales y sus impactos en el medio ambiente en general. Se ha tenido en cuenta tanto la producción como el fin de estos materiales. Sin embargo, para el presente estudio, se

han recopilado datos sobre los puntos relevantes como el consumo de la energía, el impacto en el efecto invernadero y la capa de ozono junto con su potencial para ser reciclados.

Estas características fueron recogidas utilizando bases de datos disponibles en INE (Instituto Nacional de Estadística) (INE, 2021) y Statista (STATISTA, 2021) junto con otras citadas en este trabajo. Con los datos se pretende evaluar y conocer las características técnicas de una variedad de materiales de construcción. Tras analizar estos factores, se pretende hacer llegar los resultados a los agentes implicados en el sector de la construcción y demolición para su posterior difusión a los usuarios. Además, es necesario tener en cuenta la generación de residuos procedentes de la construcción y demolición, ya que, al estar en grandes cantidades, afecta al medio ambiente directa e indirectamente, dependiendo de la composición de los residuos de C&D (Construcción y demolición) y puede ser tóxico en algunos casos (Duan *et al.*, 2019).

3. ANÁLISIS DE LOS MATERIALES

El estudio de materiales es muy útil para conocer también el comportamiento de la energía involucrada en el proceso. Con la extracción de materias primas la energía se desperdicia en grandes cantidades y a esto, hay que sumar el uso de energía una vez que el edificio ya está construido, esta es la razón por la que es necesario conocer ciertos materiales. A continuación, se estudian los materiales con el fin de concluir los resultados dentro del campo de la construcción y demolición. Por lo tanto, de acuerdo con la fabricación de materiales, hay tres tipos de materiales que quedan descritos en la Tabla 1.

Tabla 1. Tipos de materiales en función de su proceso de fabricación.

Tipos	Descripción	Ejemplos
Naturales	No requiere de tratamiento posterior a la extracción	Corcho, piedra, pared, agregados en general
Transformados	Materiales manipulados para su correcto funcionamiento	Hormigón, plásticos y materiales sintéticos
Mixtos	Materiales de fuente natural que requieren de otros materiales complementarios para ser utilizados	Aglomerados y similares.

Fuente: elaboración propia con datos recogidos de (Hornbostel, 1991).

Los materiales seleccionados en este estudio corresponden a aquellos materiales que tienen un alto potencial para ser sostenibles, sin embargo, en la actualidad, se utilizan masivamente sin considerar el punto ecológico de los mismos. Por lo tanto, los materiales para el análisis son materiales tradicionales que se pueden utilizar en el futuro con un impacto reducido en el medio ambiente. Empezando por el material más utilizado en el sector de la construcción, el hormigón.

Actualmente, el sector de la construcción utiliza el 40% de la energía primaria (Walker; Pavia *et al.*, 2014). Esto también conlleva a altas emisiones de CO₂. En el caso de construcciones o edificios ya construidos, el material más utilizado en este sector es el hormigón ya que gracias a su capacidad mecánica hace que el proceso sea ágil y duradero. El hormigón es un compuesto de varios elementos como cemento, agregados o aditivos químicos con el fin de mejorar su comportamiento y características mecánicas (Alwathaf *et al.*, 2011).

En este trabajo, el análisis se realiza sobre el hormigón sostenible conocido como hormigón de cáñamo-cal o también llamado Hempcrete en inglés. Este tipo de hormigón es un compuesto bio que se realiza con el núcleo de la madera procedente de la planta de cáñamo cuya fibra central, se mezcla con la cal y otros materiales adicionales para preparar el producto final. Tener estas características hace de este material un componente perfecto en el proceso de mejora del campo de la construcción actual mediante la implementación de alternativas sostenibles. Además de sus características sostenibles, es importante conocer el comportamiento térmico de este material ya que tiene un excelente rendimiento con alta capacidad térmica al tener una densidad media y baja conductividad térmica lo que dota al hormigón de una mejor capacidad de aislamiento. En la Figura 1, se puede observar la capacidad mecánica de este material:

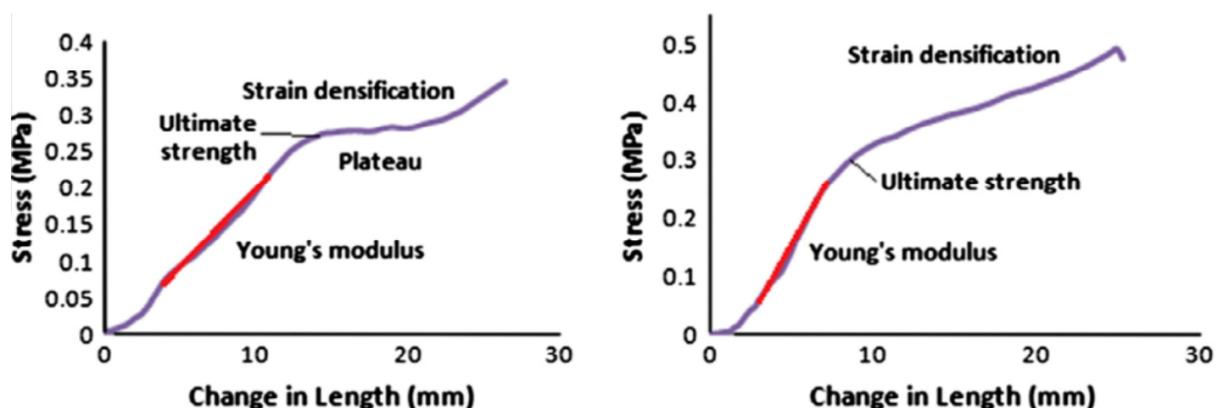


Figura 1. Dos diagramas representativos del comportamiento típico del hormigón de cáñamo-cal bajo una carga axial compresiva. La figura de la izquierda tiene una deformación grande para un pequeño aumento de la tensión que la figura derecha.

El Hormigón de cáñamo-cal (LHC en inglés) tiene propiedades que difieren de las del hormigón convencional. Como es el caso de la resistencia del LHC es menor que los materiales de construcción convencionales. La resistencia a la compresión de este material es inferior a 2 MPa. Esta baja resistencia a la compresión, en combinación con el bajo módulo de Young de LHC indica la característica de este material que no se puede utilizar como muro de carga si se utiliza como compuesto. Para esta aplicación se necesita una mayor rigidez y resistencia a la compresión.

En el caso del hormigón convencional, también cabe destacar la producción de Clinker, ya que al ser uno de los componentes para la producción de cemento hace que sea en mayor parte el elemento responsable de altas emisiones (Sousa y Bogas, 2021). Junto con la producción de Clinker y otros elementos que se representan en la Figura 2:

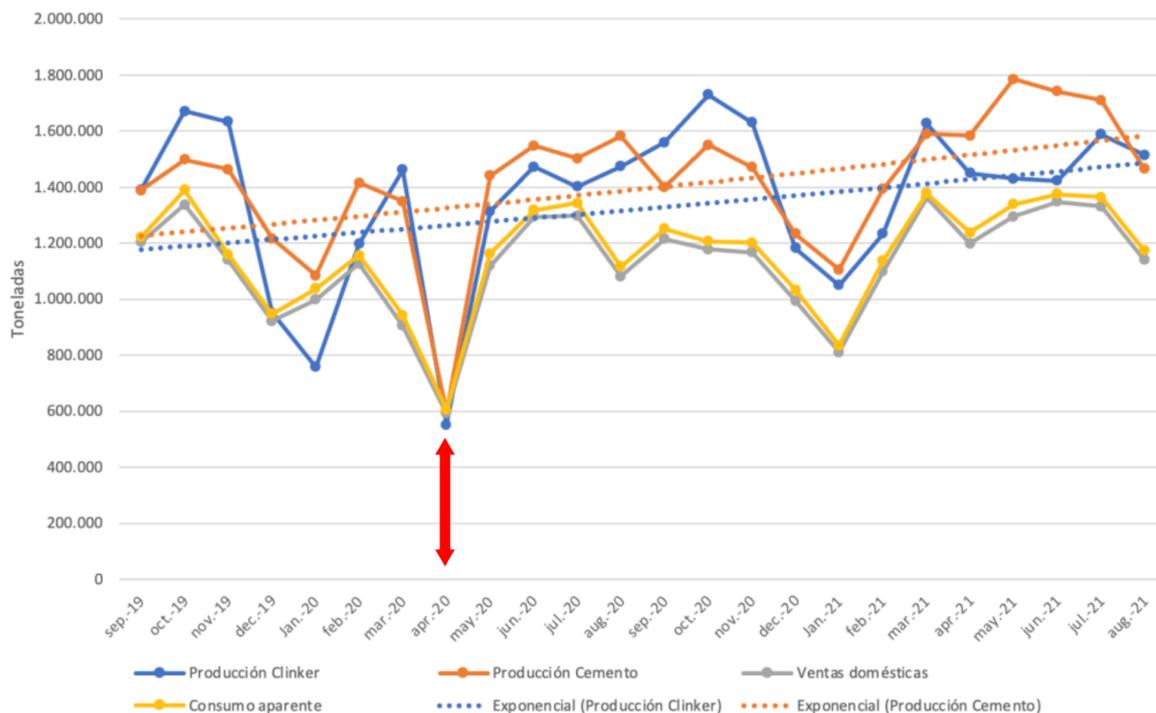


Figura 2. La evolución de la producción de los diferentes materiales junto con el consumo y la venta interna de diversos elementos. Fuente: elaboración propia a partir de datos recogidos de (Ministerio de comercio, industria y turismo, 2021).

La Figura 2 indica la evolución de la producción de los diferentes materiales junto con el consumo y las ventas internas de diversos elementos. Los principales materiales que se han analizado son el Clinker y el cemento, luego están representados por las toneladas producidas desde septiembre de 2019 hasta agosto de 2021. Con estos datos, se puede hacer una predicción para el futuro de la sostenibilidad en términos del uso del hormigón en los campos de la construcción.

Se puede observar cómo en septiembre la producción de cemento se aproximó a las 1400.000 toneladas, sin embargo, estos valores bajaron con la aparición de la pandemia del COVID-19. La subida se produjo tras la pandemia alcanzando valores máximos en el mes de abril y marzo de 2021. Una tendencia muy

similar se puede observar en la producción de clínker, donde en septiembre de 2019 los valores indican una disminución que bajó en el período de pandemia con más del 50% de reducción en la generación de clínker. Estos valores subieron tras el COVID-19 donde se cobró un incremento, pero siempre con valores inferiores al del año 2019. En cuanto a las ventas internas y el consumo aparente, se puede observar cómo la tendencia de los dos parámetros sigue la misma línea con un patrón muy similar en términos de disminuciones y aumentos. Se puede observar cómo el efecto de la pandemia ha sido evidente tanto en el consumo como en las ventas, por otro lado, cabe mencionar la ligera disminución de estos parámetros en términos del año 2021. En el periodo de estudio de septiembre de 2019 a agosto de 2021, la cifra máxima alcanzada por ventas y consumo ha sido de 1400.000 toneladas y los valores mínimos tras la pandemia han sido de 800.000 toneladas. Sin embargo, en agosto de 2021 se muestra una reducción con las cifras que indican una ligera disminución tanto en el consumo como en las ventas internas.

4. CONCLUSIONES

Tras estudiar el comportamiento de los diferentes materiales a los que se hace referencia en los apartados anteriores, este estudio puede concluirse con varios puntos relevantes. El impacto positivo de los materiales sostenibles es ampliamente conocido tanto social como económicamente. La lenta demanda de estos materiales hace que el mercado actual pierda su enfoque en los materiales de construcción sostenibles, lo que en consecuencia afecta indirectamente al medio ambiente (Arinas, 2019). Si estos materiales se utilizan adecuadamente y con una alta demanda por parte de los usuarios, se puede lograr una mejora en varios aspectos, como el estado del medio ambiente en general, junto con la salud humana. Otro punto a tener en cuenta es el cambio de la mentalidad respecto a la eficiencia de los materiales sostenibles; a través de la transparencia entre los productores y los usuarios finales, puede aumentar la demanda de estos materiales. Por parte de los agentes activos en el sector de la construcción, se les puede exigir que adopten un modelo de economía circular (Arinas, 2019). Después de implementar este modelo en las prácticas actuales, se han visto mejoras, ya que el ciclo de vida de los materiales se trata

como un punto focal, por lo tanto, es un método sostenible. Además de esto, la sostenibilidad se puede lograr incluso en las primeras etapas de la construcción, como la fase de diseño, la ejecución o en la elección de la materialidad para los proyectos. Así pues, el impacto negativo y amplio de esta actividad se puede reducir de varias maneras teniendo en cuenta las diferentes características y comportamiento de los materiales.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha llevado a cabo en el marco del proyecto Condereff project (Ref. PGI05560-Condereff) Construction & demolition waste management policies for improved resource efficiency. Así mismo, este trabajo se ha llevado a cabo en el marco del grupo de investigación PREDILAB, dentro de la investigación realizada en la Universidad de Castilla La Mancha y titulada "Metodología y sistemas para la mejora del mantenimiento y la eficiencia energética en la rehabilitación y reutilización del patrimonio industrial. Fase 1 y 2.

REFERENCIAS

- Alwathaf, A. H., Ali, A., Jaafar, M. S., & Algorafi, M. A.** (2011). Stress-strain modelling of reinforced concrete membrane structures. *International Journal of Physical Sciences*, 6(30), 6820-6828.
- Arinas, R. J. S.** (2019). Economía circular: líneas maestras de un concepto jurídico en construcción. *Revista Catalana de Dret Ambiental*, 10(1).
- Bielsa, J., & Duarte, R.** (2011). Size and linkages of the Spanish construction industry: key sector or deformation of the economy?. *Cambridge Journal of Economics*, 35(2), 317-334.
- Brady, L., & Abdellatif, M.** (2017). Assessment of energy consumption in existing buildings. *Energy and Buildings*, 149, 142-150.

- Coelho, A., & De Brito, J.** (2012). Influence of construction and demolition waste management on the environmental impact of buildings. *Waste Management*, 32(3), 532-541.
- Comisión Europea.** (2022). https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_20_886
- del Río Merino, M., Izquierdo, P., & Weis, I. S.** (2010). Sustainable construction: construction and demolition waste reconsidered. *Waste management & research*, 28(2), 118-129.
- Duan, H., Miller, T. R., Liu, G., & Tam, V. W.** (2019). Construction debris becomes growing concern of growing cities. *Waste Management*, 83, 1-5.
- Hornbostel, C.** (1991). *Construction materials: Types, uses and applications*. John Wiley & Sons.
- INE. Instituto Nacional de Estadística.** (2021). https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica_P&cid=1254735576757
- Miller, A., & Ip, K.** (2013). Sustainable construction materials. In *Design and management of sustainable built environments* (pp. 341-358). Springer, London.
- Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.** (2021). <https://industria.gob.es/es-es/estadisticas/Documents/Estadistica-Cemento/principales-resultados/estadisticas-cemento-2019.pdf>
- OBSE.** (2021). <https://www.observatoriosostenibilidad.com/documents/2009%20OS.pdf>
- Sandin, G., Peters, G. M., & Svanström, M.** (2014). Life cycle assessment of construction materials: the influence of assumptions in end-of-life modelling. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 19(4), 723-731.
- Sousa, V., & Bogas, J. A.** (2021). Comparison of energy consumption and carbon emissions from clinker and recycled cement production. *Journal of Cleaner Production*, 306, 127277.
- Statista.** (s.f.). <https://www.statista.com/topics/974/construction/>

- Walker, R., Pavia, S., & Mitchell, R.** (2014). Mechanical properties and durability of hemp-lime concretes. *Construction and Building Materials*, *61*, 340-348.
- Wieser, A. A., Scherz, M., Passer, A., & Kreiner, H.** (2021). Challenges of a Healthy Built Environment: Air Pollution in Construction Industry. *Sustainability*, *13*(18), 10469.
- Xundi, D., Liyin, S., Saixing, Z., Jorge, O. J., & Xiaoling, Z.** (2010). Relationship between energy consumption and economic development in the construction industry. *Journal of Engineering, Design and Technology*.