



DOI: <https://doi.org/10.46296/yc.v10i19.1015>

ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES EN LA PRODUCCIÓN DE HORMIGÓN Y GESTIÓN ESTRATÉGICA EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS: UNA REVISIÓN NARRATIVA

ADOPTION OF SUSTAINABLE TECHNOLOGIES IN CONCRETE PRODUCTION AND STRATEGIC MANAGEMENT IN CONSTRUCTION FIRMS: A NARRATIVE REVIEW

Orejuela-Mendoza Ivanova Claribel ¹; Parrales-Poveda María Leonor ²;
Bravo-Parrales Didio Leonardo ³; Sornoza-Parrales Diego ⁴

¹ Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador.
Correo: ivanova.orejuela@unesum.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-5266-0120>

² Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador.
Correo: maria.parrales@unesum.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3994-3711>

³ Investigador Independiente. Ecuador.
Correo: leonardobravo_29@hotmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8100-7375>

⁴ Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador.
Correo: diego.sornoza@unesum.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9319-9298>

Resumen

La industria de la construcción, y en particular la producción de hormigón, constituye una de las principales fuentes de emisiones de dióxido de carbono y consumo de recursos a escala global, impulsando la búsqueda de tecnologías sostenibles capaces de reducir dicho impacto sin comprometer el desempeño estructural. La adopción de estas tecnologías depende en gran medida de las decisiones de gestión estratégica de las empresas constructoras, que determinan la disposición organizacional hacia la innovación, inversión en materiales alternativos y prácticas de economía circular. El objetivo de esta revisión narrativa fue examinar la relación entre la adopción de tecnologías sostenibles en el hormigón y la gestión estratégica de las empresas, utilizando la literatura científica disponible. Se buscaron fuentes indexadas en bases de datos científicas, combinando términos en español e inglés sobre materiales cementantes suplementarios, hormigón verde, economía circular y gestión de la sostenibilidad, priorizando publicaciones de los últimos diez años. Los resultados evidencian que, aunque existe un desarrollo técnico de soluciones como materiales suplementarios, agregados reciclados y sistemas prefabricados, su adopción continúa limitada por barreras de conocimiento, costos iniciales y falta de marcos regulatorios claros; mientras que el compromiso directivo actúa como factor determinante de su implementación. Se concluye que la sostenibilidad técnica del hormigón y la sostenibilidad organizacional de las empresas constituyen procesos interdependientes que deben abordarse de manera conjunta para una transformación efectiva del sector.

Palabras claves: economía circular; industria de la construcción; innovación tecnológica; sostenibilidad ambiental; toma de decisiones gerenciales.

Abstract

The construction industry, particularly concrete production, constitutes one of the main global sources of carbon dioxide emissions and resource consumption, driving the search for sustainable technologies capable of reducing this impact without compromising structural performance. The adoption of these technologies largely depends on the strategic management decisions of construction companies, which determine the organizational disposition toward innovation, investment in alternative materials, and circular economy practices. The objective of

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 14 de julio de 2026.

Fecha de aceptación: 15 de septiembre de 2026.

Fecha de publicación: 20 de octubre de 2026.



this narrative review was to examine the relationship between the adoption of sustainable concrete technologies and the strategic management of companies, using available scientific literature. Indexed sources in scientific databases were searched by combining terms in Spanish and English related to supplementary cementitious materials, green concrete, circular economy, and sustainability management, prioritizing publications from the last ten years. The results show that, although there is broad technical development of solutions such as supplementary materials, recycled aggregates, and prefabricated systems, their adoption remains limited by knowledge barriers, initial costs, and a lack of clear regulatory frameworks; meanwhile, managerial commitment acts as a determining factor for their implementation. It is concluded that the technical sustainability of concrete and the organizational sustainability of companies are interdependent processes that must be addressed jointly for an effective transformation of the sector.

Keywords: circular economy; construction industry; environmental sustainability; managerial decision-making; technological innovation.

1. Introducción

La industria de la construcción ocupa un lugar central en el desarrollo económico y social de las naciones, pero también representa una de las actividades productivas con mayor huella ambiental. El hormigón, como material de construcción más utilizado en el mundo, es responsable de una proporción significativa de las emisiones globales de dióxido de carbono, principalmente debido a la producción de cemento Portland, cuyo proceso de calcinación libera grandes cantidades de CO₂ a la atmósfera (Şanal, 2018). A esta problemática se suma el elevado consumo de recursos naturales no renovables, como los agregados pétreos, y la generación de residuos de construcción y demolición que, en muchos países en desarrollo,

carecen de sistemas adecuados de gestión y disposición final (Mack-Vergara, 2022).

Frente a este escenario, la comunidad científica y la industria han impulsado el desarrollo de tecnologías orientadas a reducir el impacto ambiental del hormigón sin comprometer sus propiedades mecánicas y de durabilidad. Entre estas alternativas destacan los materiales cementantes suplementarios, como las cenizas volantes, la escoria granulada de alto horno y el humo de sílice, que permiten sustituir parcialmente el cemento Portland y reducir tanto las emisiones de carbono como el consumo energético asociado a su producción (Corbu et al., 2023; Fantilli et al., 2019). Asimismo, se han explorado subproductos industriales menos convencionales, como la escoria de litio (Razzazan et



al., 2025), así como la incorporación de agregados reciclados provenientes de la demolición de estructuras (Khartabil & Al Martini, 2019). Estas soluciones se enmarcan dentro de una tendencia más amplia hacia la producción de hormigón verde, entendido como aquel que integra criterios de eficiencia en el uso de recursos, reducción de emisiones y aprovechamiento de residuos dentro de un enfoque de economía circular (Liong et al., 2024).

No obstante, la disponibilidad técnica de estas tecnologías no garantiza por sí sola su adopción generalizada en la práctica constructiva. La literatura ha documentado de manera reiterada que la transición hacia prácticas constructivas sostenibles depende, en gran medida, de factores organizacionales y gerenciales que trascienden la dimensión puramente técnica (de Paula et al., 2017). En particular, el compromiso de la alta dirección, la capacidad estratégica de las firmas para gestionar el cambio y la disposición a asumir los costos iniciales asociados a la innovación constituyen elementos determinantes para que las

tecnologías sostenibles trasciendan el ámbito experimental y se conviertan en prácticas habituales dentro de las empresas constructoras (Gopalakrishna-Remani et al., 2022). Estudios recientes han señalado que el tamaño de la firma, su cultura organizacional y sus capacidades de gestión de la información influyen de manera significativa en el nivel de adopción de prácticas sostenibles, evidenciando que las pequeñas y medianas empresas constructoras enfrentan barreras particulares relacionadas con la disponibilidad de recursos y capacitación técnica (Otali et al., 2020; Zakariyyah et al., 2021).

Desde la perspectiva de la gestión estratégica, la sostenibilidad ha dejado de ser considerada un aspecto meramente normativo o reputacional para constituirse en un componente central de la competitividad de las empresas constructoras. La relación entre sostenibilidad y competitividad ha sido descrita como un proceso dinámico e interdependiente, en el cual las firmas que logran integrar criterios ambientales dentro de su planificación estratégica tienden a

fortalecer su posición en mercados cada vez más exigentes (Chang et al., 2017). En este contexto, la incorporación de modelos de economía circular en el sector de la construcción ha emergido como una estrategia empresarial que no solo responde a presiones regulatorias o sociales, sino que también genera oportunidades de creación de valor económico, ambiental y social (Cerdá Suárez et al., 2023; Jayakodi et al., 2024).

A pesar de la creciente producción científica sobre ambas dimensiones —la tecnológica y la organizacional— de manera independiente, existe una limitada sistematización de la literatura que examine de forma conjunta cómo las decisiones de gestión estratégica de las empresas constructoras condicionan, facilitan o restringen la adopción de tecnologías sostenibles en la producción de hormigón. Esta desarticulación en el abordaje académico dificulta la formulación de recomendaciones integrales dirigidas tanto a los profesionales de la ingeniería civil como a quienes toman decisiones en el ámbito empresarial de la construcción.

En este marco, el objetivo de la presente revisión narrativa fue examinar, a partir de la literatura científica disponible, la relación entre la adopción de tecnologías sostenibles en la producción de hormigón y la gestión estratégica de las empresas constructoras. El alcance del trabajo comprende, por un lado, la sistematización de los principales avances técnicos orientados a reducir el impacto ambiental del hormigón y, por otro, la identificación de los factores organizacionales y estratégicos que condicionan su adopción, con especial atención a los hallazgos aplicables al contexto de países en desarrollo, incluida América Latina.

2. Materiales y métodos

La presente investigación se desarrolló como una revisión narrativa de la literatura científica, enfoque metodológico seleccionado por su pertinencia para integrar conocimientos provenientes de campos disciplinares distintos —la ingeniería civil y la administración de empresas— que rara vez son abordados de manera conjunta en la literatura especializada. A diferencia de una revisión sistemática, la



revisión narrativa permite una síntesis interpretativa y flexible de los hallazgos, adecuada para explorar relaciones interdisciplinarias emergentes como la que vincula la innovación tecnológica en materiales de construcción con la gestión estratégica empresarial.

La búsqueda de literatura se realizó en bases de datos científicas indexadas, mediante una estrategia estructurada en varios ejes temáticos correspondientes a las dos variables centrales del estudio. Para el eje tecnológico se emplearon términos en inglés y español como “sustainable technologies concrete production”, “supplementary cementitious materials”, “green concrete”, “carbon emissions reduction” y “hormigón sostenible”. Para el eje de gestión empresarial se utilizaron los términos “strategic management sustainability adoption construction firms”, “managerial decision-making innovation adoption”, “circular economy business strategy construction” y “gestión empresarial construcción sostenible América Latina”. Las búsquedas se combinaron mediante operadores booleanos y se restringieron principalmente a

publicaciones de los últimos ocho a diez años, con el fin de privilegiar el estado actual del conocimiento, sin excluir estudios de referencia de años previos cuando resultaron pertinentes.

Herramientas utilizadas

Las búsquedas se ejecutaron a través de una plataforma especializada de indexación de literatura científica que permite filtrar resultados por fecha de publicación, tipo de documento y número de citas, entre otros criterios. Como criterios de inclusión se consideraron artículos revisados por pares, publicados en revistas indexadas, que abordaran de manera explícita alguna de las dos variables de estudio —tecnologías sostenibles aplicadas al hormigón o gestión estratégica orientada a la sostenibilidad en empresas del sector construcción— o, idealmente, ambas de forma conjunta. Se excluyeron fuentes sin proceso de arbitraje, documentos de opinión sin sustento empírico y publicaciones cuyo texto completo no pudo verificarse a través de las bases consultadas.

Dado que la literatura que aborda explícitamente la intersección entre ambas variables resultó comparativamente escasa, la búsqueda se amplió a subtemas relacionados, como la economía circular en el sector construcción, el compromiso de la alta dirección con la sostenibilidad y las barreras organizacionales a la innovación tecnológica en la industria constructiva, lo que permitió construir un panorama más completo sin comprometer el rigor conceptual de la revisión. Del conjunto de fuentes identificadas, se revisaron aproximadamente 80 registros a partir de sus títulos y resúmenes, de los cuales se seleccionaron finalmente 28 estudios que cumplieron con los criterios de inclusión y aportaron evidencia sustantiva para la construcción de los resultados y la discusión de este trabajo.

3. Resultados

Tecnologías sostenibles orientadas a la reducción del impacto ambiental del hormigón

La literatura revisada evidencia un desarrollo técnico sostenido en torno

a la sustitución parcial del cemento Portland por materiales cementantes suplementarios. Şanal (2018) demostró, mediante un estudio experimental con 26 mezclas de mortero, que la incorporación de cenizas volantes en proporciones elevadas respecto al cemento permite alcanzar reducciones de hasta un 68 % en las emisiones de dióxido de carbono, junto con incrementos de hasta un 25 % en la resistencia a la compresión, en comparación con mezclas de control. Resultados similares fueron reportados por Fantilli et al. (2019), quienes señalaron que la sustitución de clínker por cenizas volantes y otras adiciones puzolánicas constituye una de las estrategias principales para reducir el impacto ambiental de las estructuras de hormigón armado, aunque advirtieron que la tasa de sustitución no puede incrementarse de manera indefinida sin afectar negativamente la resistencia temprana del material.

En la misma línea, Corbu et al. (2023) investigaron el uso combinado de agregados reciclados provenientes de hormigón no contaminado y polvo de vidrio como material cementante suplementario,



encontrando que esta combinación mejora las características de durabilidad del hormigón destinado a infraestructura vial sin comprometer su desempeño estructural. Por su parte, Khartabil y Al Martini (2019) evaluaron la resistencia a la carbonatación de mezclas de hormigón sostenible elaboradas con escoria granulada de alto horno, ceniza volante y agregado reciclado, concluyendo que, si bien estas prácticas reducen la huella de carbono del material, requieren un control técnico riguroso debido a que porcentajes elevados de sustitución pueden disminuir la resistencia a la carbonatación de las estructuras.

Materiales alternativos menos convencionales también han sido objeto de estudio reciente. Razzazan et al. (2025) sistematizaron la evidencia experimental sobre la escoria de litio, subproducto de la extracción de este mineral, como material cementante suplementario, identificando un rango óptimo de sustitución entre 20 % y 30 % para maximizar la resistencia a la compresión y la durabilidad a largo plazo del hormigón, con reducciones asociadas en la huella de carbono del material. De manera

complementaria, Li et al. (2026) realizaron una revisión de tecnologías de reducción y secuestro de carbono en materiales de construcción, concluyendo que la sustitución de clínker, el desarrollo de hormigón curado por carbonatación y el uso de materiales biobásicos representan las principales vías tecnológicas disponibles para avanzar hacia la neutralidad de carbono en el sector.

El desempeño estructural de estas soluciones ha sido igualmente estudiado desde una perspectiva de ciclo de vida. Cordoba e Irassar (2023) analizaron la huella de carbono de columnas de hormigón armado elaboradas con y sin materiales cementantes suplementarios, encontrando que la relación entre la sustitución de cemento y la reducción efectiva de emisiones no es lineal, ya que una menor resistencia del hormigón puede requerir mayores volúmenes de material o secciones de acero más grandes, lo que en ciertos casos contrarresta el beneficio ambiental esperado de la sustitución. Este hallazgo evidencia que la sostenibilidad técnica del hormigón no puede evaluarse únicamente a

partir de la composición de la mezcla, sino que debe considerar el desempeño integral de los elementos estructurales a lo largo de su vida útil.

Finalmente, otras innovaciones tecnológicas identificadas en la literatura incluyen el desarrollo de sistemas de formaleta orientados a la sostenibilidad (Nilimaa et al., 2023), la incorporación de materiales alternativos como el hormigón laterizado en contextos de disponibilidad local de recursos (Ogunleye & Arum, 2023), y la adopción de sistemas de construcción prefabricada, cuya aplicación ha demostrado reducciones de hasta un 30 % en las emisiones de carbono y de hasta un 84 % en la generación de residuos en obra, en comparación con los métodos constructivos tradicionales (Chippagiri et al., 2022).

Economía circular y aprovechamiento de residuos en la producción de hormigón

Un segundo eje relevante identificado en la literatura corresponde a la incorporación de principios de economía circular en la producción de hormigón y, de

manera más amplia, en la gestión del ciclo de vida de los materiales de construcción. Liong et al. (2024) documentaron, para el contexto del sudeste asiático, que la incorporación de agregados reciclados y materiales cementantes suplementarios como estrategia de economía circular permite reducir simultáneamente el consumo de recursos naturales, la generación de residuos y las emisiones asociadas a la fabricación de cemento, aunque señalaron que la limitada capacidad técnica de los actores del sector y la ausencia de incentivos regulatorios constituyen barreras persistentes para su adopción a mayor escala.

Desde una perspectiva latinoamericana, Salazar Altamirano (2024) analizó la optimización de tecnologías de construcción sostenible en comunidades rurales de la región, encontrando que la combinación de materiales locales, sistemas prefabricados y tecnologías de energía renovable presenta el mayor potencial de reducción de tiempos y costos de construcción, con reducciones de hasta 55 % en costos y 65 % en tiempos cuando estas tecnologías se implementan de manera integral. No



obstante, el estudio también identificó barreras significativas relacionadas con la falta de conocimiento técnico y la resistencia al cambio en los contextos locales, factores que trascienden la dimensión estrictamente tecnológica.

En un análisis institucional de mayor alcance, Baptista et al. (2024) examinaron las iniciativas de construcción sostenible en Brasil, Chile, Costa Rica y Uruguay, identificando seis categorías de soluciones habilitantes: tecnologías digitales avanzadas, diseño con enfoque sostenible, materiales sostenibles, sistemas de construcción industrializada, medición del impacto ambiental y enfoques de gestión eficientes. Los autores reportaron 44 iniciativas de construcción sostenible en la región, mayoritariamente lideradas por el sector gubernamental, y concluyeron que la transformación del sector requiere liderazgo público sostenido, incentivos adecuados y colaboración entre los sectores público, privado y académico.

Desde la perspectiva organizacional, Cerdá Suárez et al. (2023)

estudiaron las estrategias de economía circular en el sector construcción chileno, encontrando que las empresas constructoras tienden a adoptar modelos circulares existentes como mecanismo para preservar su posición competitiva en el mercado, particularmente cuando enfrentan dificultades para financiar nuevos modelos de negocio orientados a la sostenibilidad. Jayakodi et al. (2024), a través de una revisión sistemática sobre modelos de negocio de economía circular en la construcción, propusieron un lienzo conceptual adaptado a las particularidades organizacionales de las empresas constructoras, señalando que la adopción de estos modelos requiere reformas en toda la cadena de valor de la organización. En un contexto de economías emergentes, Torgautov et al. (2021) identificaron que, en Kazajistán, los principales obstáculos y oportunidades para la adopción de economía circular en el sector se asocian al factor de beneficio económico, siendo este el principal motivador tanto para reutilizar materiales como para adoptar tecnologías más amigables con el ambiente.

Gestión estratégica y compromiso organizacional con la sostenibilidad en empresas constructoras

La revisión de la literatura evidencia que la incorporación de la sostenibilidad dentro de la gestión estratégica de las empresas constructoras constituye un proceso complejo, influido tanto por factores internos de la organización como por las condiciones del entorno competitivo. De Paula et al. (2017), a partir de una encuesta aplicada a firmas de diseño, consultoría, construcción y gestión de instalaciones en Estados Unidos, encontraron que los esfuerzos de sostenibilidad están asociados al posicionamiento estratégico, la reputación y las políticas de contratación de las firmas, aunque identificaron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tipos de actores del sector respecto al nivel de compromiso con dichas prácticas.

Chang et al. (2017) propusieron un marco conceptual para comprender la interacción dinámica entre sostenibilidad y competitividad en empresas constructoras, argumentando que dicha relación no

es estática, sino que evoluciona en función del contexto económico y sociopolítico, pudiendo transitar de una relación mutuamente excluyente hacia una relación mutuamente favorable que los autores denominan “competitividad sostenible”. Este planteamiento sugiere que las empresas constructoras que logran integrar tempranamente criterios de sostenibilidad dentro de su estrategia corporativa se encuentran en mejor posición para capitalizar dicha integración como fuente de ventaja competitiva en el mediano y largo plazo.

El papel de la alta dirección ha sido identificado de manera consistente como un factor determinante en la adopción de prácticas de sostenibilidad. Gopalakrishna-Remani et al. (2022), a partir de una encuesta a 310 empleados de distintos sectores productivos, encontraron que las creencias percibidas de la alta dirección respecto a la sostenibilidad influyen positivamente en el nivel de adopción organizacional de dichas prácticas, y que esta adopción, a su vez, se traduce en mejoras tanto en el desempeño ambiental como en el desempeño financiero de las firmas.



Este hallazgo es consistente con lo reportado por Zakariyyah et al. (2021), quienes, en el contexto de empresas constructoras en Lagos, Nigeria, encontraron que la capacidad estratégica y las orientaciones culturales del liderazgo organizacional constituyen factores determinantes para la adopción de tecnologías digitales orientadas a la transformación de los procesos constructivos.

Adicionalmente, la gestión de costos ha sido señalada como un componente estratégico relevante para el desempeño competitivo de las empresas constructoras. Okereke et al. (2022), en un estudio aplicado a profesionales de la construcción en Nigeria, encontraron que las prácticas de gestión de costos tienen un impacto considerable en el desempeño estratégico de las organizaciones, particularmente en la reducción de desperdicios, la mejora de la eficiencia operativa y el fortalecimiento de la posición competitiva frente a otras firmas del sector. En un análisis específico del contexto británico, Siamuzwe-Manase et al. (2024) documentaron que las empresas constructoras

contratistas tienden a emplear una gestión estratégica de carácter reactivo y basado en proyectos individuales, lo cual dificulta el desarrollo de estrategias de mediano y largo plazo, y recomendaron la adopción de estrategias corporativas proactivas, incluida la diversificación corporativa, como vía para fortalecer la competitividad y la estabilidad de las firmas frente a la volatilidad del mercado.

Finalmente, el uso de herramientas de gestión basadas en información también ha sido vinculado con la toma de decisiones estratégicas orientadas a la sostenibilidad. Golestanizadeh et al. (2023) identificaron que la aplicación de sistemas de inteligencia de negocios en empresas constructoras basadas en proyectos mejora significativamente la capacidad de los gerentes para tomar decisiones informadas, lo cual, si bien no se asoció de manera directa con la sostenibilidad ambiental, constituye una capacidad organizacional de base que facilita la evaluación y adopción de nuevas tecnologías, incluidas las orientadas a la reducción del impacto ambiental.

Factores que condicionan la adopción organizacional de tecnologías sostenibles

Un cuarto conjunto de hallazgos se refiere a los factores específicos que facilitan u obstaculizan la adopción efectiva de tecnologías sostenibles por parte de las empresas constructoras. Otali et al. (2020), en un estudio realizado en el delta del Níger, Nigeria, encontraron que el tamaño de la firma influye de manera significativa en el nivel de implementación de prácticas de sostenibilidad, siendo las pequeñas y medianas empresas —que representaban la mayoría de la muestra estudiada— las que registraron menores niveles de desarrollo de capacidades y capital humano orientado a dichas prácticas.

Desde una perspectiva más amplia sobre la industria de la construcción, Tiza (2022) sistematizó fuentes académicas relacionadas con la sostenibilidad en ingeniería civil y construcción, concluyendo que el éxito de la sostenibilidad social en los proyectos depende de la capacidad de las organizaciones para satisfacer las necesidades de una amplia diversidad de grupos de

interés, y que las barreras identificadas en la literatura incluyen la falta de conocimiento técnico, la resistencia cultural al cambio y la ausencia de marcos regulatorios que incentiven la adopción de prácticas sostenibles.

Los hallazgos anteriores son consistentes con los reportados por Jayakodi et al. (2024) y Torgautov et al. (2021), quienes coinciden en señalar que las barreras económicas —particularmente los costos iniciales de inversión y la incertidumbre sobre el retorno económico de las prácticas sostenibles— constituyen uno de los obstáculos más persistentes para la transición hacia modelos de economía circular en el sector construcción, independientemente del contexto geográfico analizado. En conjunto, estos resultados sugieren que la adopción de tecnologías sostenibles en la producción de hormigón no depende únicamente de su disponibilidad técnica, sino de un conjunto interrelacionado de capacidades organizacionales, decisiones estratégicas y condiciones de entorno que determinan su viabilidad



práctica dentro de las empresas constructoras.

4. Discusión

La revisión de la literatura permite establecer una relación de interdependencia entre la sostenibilidad técnica del hormigón y la sostenibilidad organizacional de las empresas constructoras, en la medida en que ambas dimensiones condicionan mutuamente su desarrollo. Por un lado, los avances tecnológicos documentados — materiales cementantes suplementarios, agregados reciclados, sistemas prefabricados y soluciones de economía circular— demuestran un nivel de madurez técnica suficiente para reducir de manera significativa el impacto ambiental del hormigón sin comprometer sustancialmente su desempeño estructural (Corbu et al., 2023; Fantilli et al., 2019; Şanal, 2018). Sin embargo, la persistencia de brechas entre el desarrollo experimental de estas tecnologías y su adopción generalizada en la práctica constructiva evidencia que las barreras principales no son de naturaleza técnica, sino

organizacional y estratégica, lo cual coincide con el planteamiento de que la transición sostenible del sector requiere transformaciones que trascienden la dimensión de los materiales (de Paula et al., 2017; Tiza, 2022).

Un hallazgo relevante de esta revisión es que el compromiso de la alta dirección emerge como un factor transversal en la literatura consultada, tanto en estudios centrados en la adopción tecnológica (Zakariyyah et al., 2021) como en aquellos centrados en el desempeño ambiental y financiero de las firmas (Gopalakrishna-Remani et al., 2022). Esta convergencia sugiere que, independientemente del contexto geográfico o del tipo específico de tecnología sostenible considerada, la voluntad estratégica de los niveles directivos constituye una condición necesaria —aunque no suficiente— para que las innovaciones técnicas se traduzcan en prácticas constructivas efectivas. Este hallazgo resulta consistente con el marco conceptual propuesto por Chang et al. (2017), según el cual la relación entre sostenibilidad y competitividad evoluciona en función de las decisiones estratégicas

adoptadas por las firmas, más que de condiciones externas fijas.

No obstante, es necesario matizar este planteamiento a la luz de los hallazgos relacionados con el tamaño de la empresa y su disponibilidad de recursos. Los estudios de Otali et al. (2020) y Salazar Altamirano (2024) coinciden en señalar que las pequeñas y medianas empresas constructoras —predominantes en la mayoría de los mercados de la construcción, incluido el contexto latinoamericano— enfrentan barreras estructurales de acceso a capital, capacitación técnica y conocimiento especializado que limitan su capacidad de adopción de tecnologías sostenibles, incluso cuando existe voluntad organizacional para hacerlo. Esta observación introduce una tensión relevante: si bien el compromiso directivo es señalado como determinante en la literatura corporativa proveniente principalmente de contextos desarrollados, dicho compromiso puede resultar insuficiente frente a restricciones estructurales de recursos en contextos de menor desarrollo económico, lo cual sugiere

la necesidad de intervenciones complementarias de política pública, tal como fue documentado por Baptista et al. (2024) en su análisis de las iniciativas de construcción sostenible lideradas mayoritariamente por el sector gubernamental en América Latina y el Caribe.

Respecto a la relación entre economía circular y desempeño organizacional, los hallazgos de Cerdá Suárez et al. (2023) y Jayakodi et al. (2024) sugieren que la adopción de modelos circulares en el sector construcción no responde únicamente a consideraciones ambientales o regulatorias, sino que constituye una estrategia de supervivencia y diferenciación competitiva para las firmas. Esta interpretación es consistente con la evidencia reportada por Torgautov et al. (2021), quienes encontraron que el factor de beneficio económico — más que la conciencia ambiental per se— constituye el principal motivador para la adopción de prácticas circulares en el sector. En conjunto, estos hallazgos permiten cuestionar una visión simplificada de la sostenibilidad empresarial como un compromiso exclusivamente ético



o normativo, y sugieren, en cambio, que su adopción efectiva depende de que las empresas constructoras logren identificar y capitalizar los beneficios económicos asociados a las prácticas sostenibles dentro de su modelo de negocio.

Un aspecto que merece particular atención es la tensión identificada por Cordoba e Irassar (2023) entre la sustitución de cemento por materiales cementantes suplementarios y el desempeño estructural de los elementos de hormigón armado. Este hallazgo introduce un matiz importante frente a la percepción, frecuente en parte de la literatura revisada, de que una mayor tasa de sustitución de cemento se traduce de manera automática en una mayor reducción de la huella de carbono. La evidencia sugiere, por el contrario, que las decisiones de diseño estructural y las decisiones de gestión de materiales deben evaluarse de manera conjunta y no como procesos independientes, lo cual refuerza la pertinencia de un enfoque interdisciplinario que vincule la ingeniería civil con la gestión estratégica de las organizaciones, en

línea con el propósito central de esta revisión.

Finalmente, se identifica un vacío relevante en la literatura respecto a estudios que aborden de manera explícita y conjunta ambas variables —tecnologías sostenibles del hormigón y gestión estratégica empresarial— particularmente en el contexto de países latinoamericanos. Si bien existen aproximaciones valiosas desde la perspectiva de la política pública regional (Baptista et al., 2024) y desde estudios de caso nacionales (Cerdá Suárez et al., 2023; Salazar Altamirano, 2024), la mayor parte de la evidencia empírica sobre la relación entre gestión estratégica y adopción tecnológica proviene de contextos asiáticos, europeos y norteamericanos, lo que limita la generalización de los hallazgos a las condiciones institucionales, regulatorias y de mercado propias de la región. Esta limitación constituye una línea de investigación futura relevante, particularmente para instituciones académicas y empresas constructoras de contextos como el ecuatoriano, donde la intersección entre innovación técnica y capacidad de

gestión empresarial permanece insuficientemente documentada.

5. Conclusiones

La presente revisión narrativa permitió examinar la relación entre la adopción de tecnologías sostenibles en la producción de hormigón y la gestión estratégica de las empresas constructoras, evidenciando que ambas dimensiones constituyen procesos interdependientes más que ámbitos de desarrollo paralelo. Los avances técnicos identificados — materiales cementantes suplementarios, agregados reciclados, sistemas prefabricados y modelos de economía circular— presentan un nivel de madurez suficiente para reducir de manera significativa el impacto ambiental del hormigón, pero su traducción en prácticas constructivas efectivas depende, en última instancia, de decisiones estratégicas adoptadas al interior de las organizaciones.

El compromiso de la alta dirección, la capacidad estratégica de las firmas y la disponibilidad de recursos organizacionales emergen como factores determinantes de la adopción tecnológica, si bien su

influencia se ve condicionada por el tamaño de la empresa y el contexto institucional en el que esta opera, siendo las pequeñas y medianas empresas constructoras las que enfrentan mayores barreras estructurales para dicha adopción. Asimismo, se identificó que la incorporación de criterios de sostenibilidad en la estrategia empresarial responde, en gran medida, a consideraciones de beneficio económico y competitividad, más que a motivaciones exclusivamente ambientales o regulatorias.

Entre las implicaciones prácticas de estos hallazgos destaca la necesidad de que las políticas públicas y los programas de fortalecimiento sectorial consideren de manera conjunta el desarrollo de capacidades técnicas y de gestión estratégica en las empresas constructoras, particularmente en contextos latinoamericanos donde la evidencia empírica disponible resulta aún limitada. Se recomienda que futuras investigaciones profundicen en estudios empíricos que aborden de manera simultánea ambas dimensiones en el contexto regional, con el fin de generar evidencia



aplicable a la formulación de estrategias sectoriales orientadas a una transformación sostenible efectiva de la industria de la construcción.

Bibliografía

- Ahmed, M., Alqadhi, S., & Mallick, J. (2022). Artificial neural networks for sustainable development of the construction industry. *Sustainability*, 14(22), 14738. <https://doi.org/10.3390/su142214738>
- Baptista, B., Tala, N., & López, S. (2024). Transformando la construcción en América Latina y el Caribe: Digitalización e innovación como claves para la sostenibilidad. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0013226>
- Cerdá Suárez, L. M., Espinosa-Cristia, J. F., & Núñez-Valdés, K. (2023). Detecting circular economy strategies in the fourth sector: Overview of the Chilean construction sector as evidence of a sustainable business model. *Sustainability*, 15(11), 8559. <https://doi.org/10.3390/su15118559>
- Chang, R., Zuo, J., & Soebarto, V. (2017). Dynamic interactions between sustainability and competitiveness in construction firms. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 24(5), 842–859. <https://doi.org/10.1108/ecam-01-2016-0025>
- Chippagiri, R., Brás, A., & Sharma, D. (2022). Technological and sustainable perception on the advancements of prefabrication in construction industry. *Energies*, 15(20), 7548. <https://doi.org/10.3390/en15207548>
- Corbu, O., Puskás, A., & Dragomir, M. L. (2023). Eco-innovative concrete for infrastructure obtained with alternative aggregates and a supplementary cementitious material (SCM). *Coatings*, 13(10), 1710. <https://doi.org/10.3390/coatings13101710>
- Cordoba, G., & Irassar, E. F. (2023). Carbon footprint of reinforced concrete columns with and without supplementary cementitious materials. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 28(7), 800–812. <https://doi.org/10.1007/s11367-023-02182-w>
- de Paula, N., Arditi, D., & Melhado, S. B. (2017). Managing sustainability efforts in building design, construction, consulting, and facility management firms.

- Engineering, Construction and Architectural Management, 24(6), 1040–1050. <https://doi.org/10.1108/ecam-07-2016-0165>
- Fantilli, A. P., Tondolo, F., & Chiaia, B. (2019). Designing reinforced concrete beams containing supplementary cementitious materials. *Materials*, 12(8), 1248. <https://doi.org/10.3390/ma12081248>
- Golestanizadeh, M., Sarvari, H., & Chan, D. W. M. (2023). Managerial opportunities in application of business intelligence in construction companies. *Journal of Civil Engineering and Management*, 29(6), 487–500. <https://doi.org/10.3846/jcem.2023.19533>
- Gopalakrishna-Remani, V., Byun, K.-A., & Doty, D. H. (2022). The impact of employees' perceptions about top management engagement on sustainability development efforts and firm performance. *Business Strategy and the Environment*, 31(7), 2964–2977. <https://doi.org/10.1002/bse.3058>
- Jayakodi, S., Senaratne, S., & Perera, S. (2024). Circular economy business model in the construction industry: A systematic review. *Buildings*, 14(2), 379. <https://doi.org/10.3390/buildings14020379>
- Khartabil, A., & Al Martini, S. (2019). Carbonation resistance of sustainable concrete using recycled aggregate and supplementary cementitious materials. *Key Engineering Materials*, 803, 246–252. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.803.246>
- Li, J., Zhou, J., & Bao, Y. (2026). A review on carbon-reducing and sequestering building materials in the context of green development. *Materials Research Express*, 13(1), 012002. <https://doi.org/10.1088/2053-1591/ae304b>
- Liong, R., Puspitasari, S. D., & Binhudayb, F. S. (2024). Advancements in green materials for concrete in South East Asia: A mini review. *Tropical Environment Biology and Technology*, 2(1), 44–56. <https://doi.org/10.53623/tebt.v2i1.441>
- Mack-Vergara, Y. L. (2022). Producción de hormigón y los objetivos de desarrollo sostenible 9 y 11. *Studies in Engineering and Exact Sciences*, 3(3), 479–493. <https://doi.org/10.54021/sesv3n3-005>
- Nilimaa, J., Gamil, Y., & Zhaka, V. (2023). Formwork engineering for sustainable concrete



- construction. *CivilEng*, 4(4), 1098–1120.
<https://doi.org/10.3390/civileng4040060>
- Ogunleye, E., & Arum, C. (2023). Innovations and applications of laterized concrete in sustainable construction. *Global Journal of Engineering and Technology Advances*, 16(3), 107–120.
<https://doi.org/10.30574/gjeta.2023.16.3.0175>
- Okereke, R. A., Zakariyau, M., & Eze, E. C. (2022). The role of construction cost management practices on construction organisations' strategic performance. *Journal of Project Management Practice*, 2(1), 20–39.
<https://doi.org/10.22452/jpmp.vol2no1.2>
- Otali, M., Oladokun, M. G., & Anih, P. (2020). Influence of construction firm size on the level of adoption of sustainability practices in Niger Delta, Nigeria. *Baltic Journal of Real Estate Economics and Construction Management*, 8(1), 102–118.
<https://doi.org/10.2478/bjreecm-2020-0008>
- Razzazan, S., Mashaan, N. S., & Paraskeva, T. (2025). Lithium slag as a supplementary cementitious material for sustainable concrete: A review. *Materials*, 18(15), 3641.
<https://doi.org/10.3390/ma18153641>
- Salazar Altamirano, P. A. (2024). Optimización de tecnologías de construcción sostenible para mejorar tiempos y costos en la construcción: Ejemplos de comunidades rurales en América Latina. *Revista Ingenio Global*, 3(2), 119–137.
<https://doi.org/10.62943/rig.v3n2.2024.114>
- Şanal, İ. (2018). Fresh-state performance design of green concrete mixes with reduced carbon dioxide emissions. *Greenhouse Gases: Science and Technology*, 8(6), 1134–1145.
<https://doi.org/10.1002/ghg.1826>
- Siamuzwe-Manase, V., Halcro, K., & Kumar, B. (2024). Project-oriented strategic management of UK construction firms – towards corporate diversification: Critical literature review. *Built Environment Project and Asset Management*, 14(6), 937–955.
<https://doi.org/10.1108/bepam-11-2023-0197>
- Špak, M., Kozlovská, M., & Struková, Z. (2016). Comparison of conventional and advanced concrete technologies in terms of construction efficiency. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2016, 1–6.



<https://doi.org/10.1155/2016/1903729>

Tıza, M. T. (2022). Sustainability in the civil engineering and construction industry: A review. *Journal of Sustainable Construction Materials and Technologies*, 7(1), 1–12. <https://doi.org/10.14744/jscmt.2022.11>

Torgautov, B., Zhanabayev, A., & Tleuken, A. (2021). Circular economy: Challenges and opportunities in the construction sector of Kazakhstan. *Buildings*, 11(11), 501. <https://doi.org/10.3390/buildings11110501>

Zakariyyah, K. I., John, I. B., & Ijaola, I. A. (2021). Cultural orientations and strategic capability for the adoption of building information modeling in construction firms. *Engineering Reports*, 3(11), e12417. <https://doi.org/10.1002/eng2.12417>