

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v9i17.0331>

**FACTORES DETERMINANTES EN LA ADOPCIÓN DE PRÁCTICAS
SOSTENIBLES EN INFRAESTRUCTURA VIAL: ANÁLISIS
CORRELACIONAL BASADO EN EL MODELO TOE EN MANABÍ**

**DETERMINING FACTORS IN THE ADOPTION OF SUSTAINABLE
PRACTICES IN ROAD INFRASTRUCTURE: CORRELATIONAL ANALYSIS
BASED ON THE TOE MODEL IN MANABÍ**

Ramírez-García Cristhian Patricio ¹; Solórzano-Villegas Lucy Elizabeth ²

¹ Maestría en Planificación de Infraestructura Física de Obras Civiles, Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador. Correo: ramirez-cristhian6850@unesum.edu.ec.
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-2055-2546>

² Maestría en Planificación de Infraestructura Física de Obras Civiles, Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador. Correo: lucy.solorzano@unesum.edu.ec.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9903-5304>.

Resumen

Este estudio analiza los factores determinantes en la adopción de prácticas sostenibles en infraestructura vial en Manabí, Ecuador, aplicando el modelo TOE (Tecnología-Organización-Ambiente). Mediante un diseño cuantitativo correlacional de corte transversal, se encuestaron 107 profesionales del sector construcción utilizando un cuestionario basado en escala Likert. Los resultados confirmaron las tres hipótesis planteadas, revelando correlaciones positivas y significativas entre los factores tecnológicos ($p=0.691$), organizacionales ($p=0.750$) y ambientales ($p=0.821$) con el nivel de adopción de prácticas sostenibles. El hallazgo principal indica que los factores ambientales ejercen la mayor influencia, evidenciando que presiones institucionales como demanda de clientes, competencia sectorial y normativas son los principales motores de adopción. Aunque las cuatro dimensiones alcanzaron niveles altos ($M>3.68$), persiste una brecha entre intención de adopción ($M=3.95$) e implementación actual ($M=3.69$). El perfil predominante corresponde a ingenieros civiles jóvenes capacitados formalmente en sostenibilidad (65.4%), trabajando independientemente o en pequeñas empresas (74.8%). Los factores organizacionales, especialmente recursos limitados y escasa experiencia previa, constituyen las principales barreras operativas. El estudio concluye que la transición hacia infraestructura vial sostenible requiere un enfoque sistémico que fortalezca simultáneamente el marco institucional, desarrolle capacidades organizacionales y mejore el ecosistema de proveedores tecnológicos regionales.

Palabras clave: modelo TOE, construcción verde, innovación tecnológica, políticas ambientales, capacidades organizacionales.

Abstract

This study analyzes the determining factors in the adoption of sustainable practices in road infrastructure in Manabí, Ecuador, applying the TOE (Technology-Organization-Environment) model. Through a cross-sectional correlational quantitative design, 107 construction sector professionals were surveyed using a Likert scale-based questionnaire. The results confirmed the three proposed hypotheses, revealing positive and significant correlations between technological ($p=0.691$), organizational ($p=0.750$), and environmental ($p=0.821$) factors with the level of adoption of sustainable practices. The main finding indicates that environmental factors exert the greatest influence, evidencing that institutional pressures such as client demand, sectoral competition, and regulations are the primary drivers of adoption. Although all four dimensions reached high levels ($M>3.68$), a gap persists between adoption intention ($M=3.95$) and current implementation ($M=3.69$). The predominant profile corresponds to young civil engineers formally trained in sustainability (65.4%), working independently or in small businesses (74.8%). Organizational factors, especially limited resources and lack of previous experience, constitute the main operational barriers. The study concludes that the transition to sustainable road infrastructure requires a systemic approach that simultaneously strengthens the institutional framework, develops organizational capacities and improves the ecosystem of regional technology providers.

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 11 de diciembre de 2025.

Fecha de aceptación: 10 de febrero de 2026.

Fecha de publicación: 10 de marzo de 2026.

trained in sustainability (65.4%), working independently or in small companies (74.8%). Organizational factors, especially limited resources and scarce prior experience, constitute the main operational barriers. The study concludes that the transition toward sustainable road infrastructure requires a systemic approach that simultaneously strengthens the institutional framework, develops organizational capabilities, and improves the regional technological supplier ecosystem.

Keywords: TOE model, green construction, technological innovation, environmental policies, organizational capabilities.

1. Introducción

El sector de la construcción es un componente crítico en el análisis de sostenibilidad, dado que es responsable de aproximadamente el 40% del consumo global de energía y alrededor del 36% de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) (Laad, 2022; Mercader-Moyano et al., 2021). Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), las actividades del sector construcción no solo impactan la energía y el clima, sino que también generan cerca de un tercio de los residuos sólidos a nivel mundial (Mas'uddin et al., 2023). En términos específicos de infraestructura vial, la construcción, operación y mantenimiento de carreteras y puentes conllevan efectos ambientales significativos, que incluyen la extracción intensiva de materiales naturales y emisiones contaminantes (Kong et al., 2020).

En particular, Ecuador, como firmante del Acuerdo de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, enfrenta el desafío de transitar hacia prácticas constructivas más sostenibles. Esto es especialmente relevante en la provincia de Manabí, donde la actividad de reconstrucción post-terremoto de 2016 presenta una oportunidad para aplicar principios de sostenibilidad en proyectos de infraestructura vial (Menoscal-Cevallos & Córdova-Montufar, 2022). A pesar de esta oportunidad, la adopción de prácticas sostenibles en la construcción vial es limitada y desigual, lo que enfatiza la necesidad de investigar los factores que pueden facilitar o dificultar dicha implementación (Tabrizikahou & Nowotarski, 2021).

La literatura muestra que existe una brecha considerable entre el conocimiento teórico sobre prácticas sostenibles y su aplicación en

proyectos de infraestructura vial. Barreras como los altos costos percibidos, la falta de conocimiento técnico, la inexistencia de regulaciones claras y limitaciones en la cadena de suministro han sido identificadas como obstáculos significativos (Yi, Kyoo-Jin, 2012). Comprender estos factores es fundamental para diseñar políticas públicas eficaces y desarrollar estrategias empresariales que promuevan la transición hacia infraestructuras más sostenibles (Melella et al., 2021). Esta integración de la sostenibilidad en la construcción no solo se alinea con los objetivos globales, sino que también potencia la resiliencia local ante los desafíos ambientales y climáticos que enfrenta el país.

1.1. Construcción sostenible en infraestructura vial

La construcción sostenible en infraestructura vial se refiere al diseño, construcción, operación y mantenimiento de sistemas de transporte que minimizan los impactos ambientales negativos, optimizan el uso de recursos naturales, promueven la eficiencia energética y contribuyen al bienestar

social (Muñiz Pionce et al., 2024) y económico de las comunidades (Backes & Traverso, 2021). Este enfoque integral considera dimensiones ambientales, económicas y sociales a lo largo del ciclo de vida de la infraestructura, desde la planificación inicial hasta su eventual desmantelamiento o reutilización. Según Backes y Traverso (2021), aspectos como la implementación de tecnologías sostenibles durante todas las etapas del ciclo de vida son importantes para alcanzar estos objetivos.

Las prácticas sostenibles en la construcción vial son diversas y abarcan el uso de materiales innovadores (Cantos et al., 2025), incluyendo la utilización de agregados reciclados y la reducción del contenido de cemento en el concreto mediante el uso de materiales cementantes suplementarios, lo que se ha demostrado que disminuye el impacto ambiental (Georgiou & Loizos, 2021). Por ejemplo, la investigación sugiere que el asfalto que incorpora componentes reciclados puede resultar en mezclas más duraderas y sostenibles (Caputo et al., 2025).

Adicionalmente, los procesos constructivos sostenibles involucran técnicas como el reciclaje in situ de pavimentos y la gestión eficiente de residuos (Martin & Point, 2012; Thorne et al., 2009).

Los beneficios asociados con la construcción de infraestructuras viales sostenibles son numerosos y están bien documentados. Desde una perspectiva ambiental, estas prácticas contribuyen a la reducción de la extracción de recursos naturales vírgenes y a la disminución de las emisiones de CO₂, lo que se ha evidenciado en múltiples estudios (Liljenström et al., 2022). Económicamente, aunque pueda haber costos iniciales más altos, estudios sugieren que a largo plazo se generan ahorros significativos debido a su mayor durabilidad y menores costos de mantenimiento (Maibaum et al., 2022). Socialmente, la construcción sostenible puede mejorar la calidad del aire y fomentar la creación de empleos verdes, ayudando a las comunidades a ser más resilientes ante eventos climáticos extremos (Shi et al., 2015).

En términos de diseño, el análisis del ciclo de vida se encuentra en el

centro de la evaluación de alternativas para asegurar que se eligen las opciones con la menor huella ambiental posible. Esto puede incluir la integración de pavimentos permeables, la creación de corredores verdes que fomentan la biodiversidad, y la elección de rutas que minimizan la afectación de ecosistemas sensibles (Martin & Point, 2012). Por lo tanto, es fundamental continuar promoviendo estas prácticas dentro del ámbito de la construcción vial para alcanzar un desarrollo más sostenible.

1.2. Marco teórico: Modelo TOE

El modelo TOE (Technology-Organization-Environment), desarrollado por Tornatzky y Fleischer (1990), se ha consolidado como un marco teórico para entender la adopción de innovaciones tecnológicas y organizacionales en diversas industrias (Sun et al., 2024). Este modelo sostiene que la decisión de una organización de adoptar una innovación depende de tres contextos que interactúan entre sí: el contexto tecnológico, organizacional y ambiental. Baker destaca que esta teoría permite abordar las complejidades de la adopción al

considerar tanto las características de la tecnología como las capacidades internas de la organización y los factores externos que afectan la dinámica del mercado (Gangwar et al., 2014).

En el contexto tecnológico, el modelo TOE evalúa características de las innovaciones, como la ventaja relativa, la compatibilidad, la complejidad, la posibilidad de experimentación y la observabilidad, conceptos que Rogers definió como esenciales para entender la difusión de innovaciones (Alraja et al., 2022). En el ámbito de la construcción sostenible, este contexto implica analizar la disponibilidad de materiales ecológicos y la accesibilidad de información sobre su aplicación, elementos que son básicos para facilitar la adopción de prácticas sostenibles (Lutfi et al., 2023; Zavala Vásquez et al., 2024).

El contexto organizacional también juega un papel clave, abarcando los recursos internos de la empresa, como el apoyo de la alta dirección y la cultura organizacional (Pandey & Pathak, 2025). Un estudio de Wang et al. (2024) ilustra cómo la disponibilidad presupuestaria para la

sostenibilidad y la capacitación del personal son fundamentales para la adopción de innovaciones en la construcción (López-Paredes et al., 2025). Del mismo modo, la disposición del liderazgo hacia la sostenibilidad puede influir en la capacidad de una organización para implementar prácticas constructivas más verdes y efectivas frente a los desafíos actuales (Alraja et al., 2022).

Por su parte, el contexto ambiental se refiere a factores externos como regulaciones gubernamentales y tendencias del sector que pueden igualar o presionar para fomentar la innovación (Martin Lucas et al., 2024). En la infraestructura vial, la existencia de normativas que promuevan la sostenibilidad y exigencias de licitaciones públicas son ejemplos de factores que pueden impulsar la adopción de prácticas sostenibles (Oke et al., 2024). Investigaciones previas han demostrado que la presión de los competidores y el comportamiento del mercado son elementos determinantes en este proceso (Singh et al., 2024).

La aplicación del modelo TOE ha sido exitosa en estudios sobre innovación en construcción, como lo demuestran las investigaciones de Liu et al. (2020) y Chittipaka et al. (2023), que han identificado cómo las condiciones regulatorias y el apoyo organizacional impactan en la adopción de tecnologías sostenibles. Además, Liu (2020) refuerza la aplicabilidad del TOE en la gestión de la cadena de suministro en la construcción, resaltando su utilidad para entender la dinámica de la innovación.

1.3. Estudios previos sobre adopción de prácticas sostenibles

La investigación sobre la adopción de prácticas sostenibles en la construcción ha tenido un desarrollo significativo en las últimas décadas, abarcando una variedad de contextos geográficos y tipos de construcción. En un estudio realizado en Singapur, Hwang y Tan (2012) identificaron diversas barreras para la construcción sostenible, tales como la falta de conocimiento profesional, la percepción de altos costos iniciales y la ausencia de demanda entre los clientes. Sin embargo, también encontraron que el apoyo

gubernamental a través de regulaciones e incentivos emergía como el factor facilitador más importante para promover prácticas sostenibles en la construcción (Aragón León et al., 2024).

Darko y Chan (2017), en una revisión sistemática sobre barreras para la construcción verde, corroboraron que los costos percibidos, la falta de conciencia y conocimiento, y la ausencia de políticas de apoyo fueron barreras consistentemente reportadas a nivel global. Este análisis sugiere que, a pesar de la creciente atención al tema, existen obstáculos considerables para la adopción de prácticas sostenibles en el sector de la construcción (Fajardo Jiménez et al., 2024).

En contextos asiáticos, donde la construcción sostenible ha mostrado un avance notable, Qi et al. (2010) estudiaron los "drivers" de innovación verde en contratistas en China, concluyendo que factores como las regulaciones gubernamentales y la presión de los clientes tienen un impacto más significativo que los beneficios económicos directos. Además, Hwang y Ng (2013) enfatizaron que el conocimiento y las habilidades del

personal de proyecto son críticos para superar desafíos técnicos en la construcción verde.

Aunque la investigación sobre prácticas sostenibles en el ámbito latinoamericano es menos abundante, está emergiendo. Vasquez-Palacios y Quesada-Molina (2017) estudiaron las barreras y facilitadores para la gestión sostenible de infraestructura en Ecuador, identificando la falta de capacitación técnica, recursos financieros limitados en gobiernos locales y la ausencia de incentivos gubernamentales como los principales obstáculos.

En relación a la infraestructura vial, la investigación se ha centrado predominantemente en aspectos técnicos, como el uso de pavimentos reciclados y el análisis de emisiones de CO₂, mientras que se ha prestado menos atención a los factores organizacionales e institucionales que determinan la aceptación de estas tecnologías en la práctica (Alvear et al., 2022). Esta brecha es especialmente evidente en Ecuador, donde faltan estudios que examinen sistemáticamente los determinantes de la adopción de prácticas

sostenibles en la construcción vial desde una perspectiva organizacional o institucional, lo que limita la capacidad para diseñar políticas públicas y estrategias empresariales efectivas en contextos específicos.

1.4. Objetivo e hipótesis

Ante esta brecha de conocimiento, el objetivo de este estudio es determinar la relación entre los factores tecnológicos, organizacionales y ambientales con el nivel de adopción de prácticas sostenibles en construcción de infraestructura vial en Manabí, Ecuador, utilizando el modelo TOE como marco conceptual. Específicamente, se busca: (a) caracterizar el perfil de los profesionales del sector construcción vial en Manabí, (b) evaluar la percepción sobre factores tecnológicos, organizacionales y ambientales relacionados con prácticas sostenibles, (c) medir el nivel actual de adopción e intención futura de implementar prácticas sostenibles, y (d) determinar la magnitud y significancia de las relaciones entre cada dimensión de factores y el nivel de adopción.

Con base en el modelo TOE y la evidencia de estudios previos, se plantean las siguientes hipótesis de investigación:

H₁: Existe una correlación positiva significativa entre los factores tecnológicos (disponibilidad de tecnologías, compatibilidad, ventajas técnicas, complejidad, observabilidad, proveedores, información) y el nivel de adopción de prácticas sostenibles en construcción vial en Manabí.

H₂: Existe una correlación positiva significativa entre los factores organizacionales (recursos, apoyo directivo, cultura organizacional, capacitación, experiencia previa, tamaño empresarial, presupuesto I+D) y el nivel de adopción de prácticas sostenibles en construcción vial en Manabí.

H₃: Existe una correlación positiva significativa entre los factores ambientales (normativas, demanda de clientes, competencia, incentivos gubernamentales, fiscalización, valoración social, proveedores regionales) y el nivel de adopción de prácticas sostenibles en construcción vial en Manabí.

Este estudio contribuye al conocimiento científico al proporcionar evidencia empírica sobre determinantes de adopción de prácticas sostenibles en construcción vial en Ecuador e identificar cuáles factores ejercen mayor influencia para orientar intervenciones efectivas. Los hallazgos tienen relevancia práctica para formuladores de políticas públicas que buscan promover sostenibilidad en infraestructura, empresas constructoras que consideran adoptar estas prácticas, instituciones educativas que desarrollan programas de formación, y asociaciones profesionales que buscan elevar estándares del sector.

2. Metodología

2.1. Diseño de investigación

Este estudio adoptó un enfoque cuantitativo con alcance correlacional y diseño no experimental de corte transversal. El enfoque cuantitativo permitió la medición objetiva de las percepciones de los profesionales del sector construcción mediante escalas estandarizadas (Carvajal Rivadeneira et al., 2023; Hernandez-

Sampieri & Mendoza, 2018). El alcance correlacional fue apropiado para el objetivo de investigación, ya que se buscaba determinar la relación entre los factores tecnológicos, organizacionales y ambientales (variables independientes) con el nivel de adopción de prácticas sostenibles (variable dependiente), sin manipulación de variables (Creswell & Creswell, 2017). El diseño transversal implicó la recolección de datos en un único momento temporal, proporcionando una fotografía del estado actual de la adopción de prácticas sostenibles en infraestructura vial en Manabí.

2.2. Población y muestra

La población objetivo estuvo conformada por profesionales del sector construcción en la provincia de Manabí, Ecuador, específicamente aquellos involucrados en proyectos de infraestructura vial. Dada la ausencia de un registro oficial completo de profesionales del sector en la región, se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, técnica apropiada cuando el acceso a la población es limitado (Etikan,

2016). Los criterios de inclusión establecidos fueron: (a) ser ingeniero civil u otro profesional relacionado con la construcción (arquitectos, contratistas, constructores, gerentes de proyecto), (b) tener experiencia laboral activa en el sector construcción, y (c) haber participado o estar participando en proyectos de infraestructura en Manabí. Se excluyeron estudiantes sin experiencia laboral profesional, asegurando que todos los participantes tuvieran conocimiento práctico del sector. La muestra final estuvo compuesta por 107 profesionales que completaron voluntariamente el cuestionario. Este tamaño muestral es considerado adecuado para análisis correlacionales, cumpliendo con el mínimo recomendado de 100 casos para obtener estimaciones estables de correlaciones (Hair et al., 2013).

2.3. Instrumento de recolección de datos

Se utilizó un cuestionario estructurado basado en el modelo TOE (Technology-Organization-Environment), que ha sido previamente validado y aplicado en investigaciones sobre adopción de

prácticas sostenibles en el sector construcción (Baker, 2012; Shen et al., 2017). El instrumento fue adaptado al contexto específico de infraestructura vial en Ecuador, manteniendo la estructura conceptual original del modelo.

El cuestionario constó de 28 ítems distribuidos en dos secciones principales:

Sección demográfica (5 ítems): Incluyó variables de caracterización de los participantes: (D1) años de experiencia laboral (menos de 5 años, 5-10 años, 11-20 años, más de 20 años), (D2) rol u ocupación principal (ingeniero civil, arquitecto, contratista, constructor, gerente de proyecto, otro), (D3) tipo de proyectos en los que participa mayormente (residencial, comercial, infraestructura pública vial, industrial, mixto), (D4) tamaño de la empresa u organización (independiente/freelance, pequeña 1-10 empleados, mediana 11-50 empleados, grande 51 o más empleados), y (D5) capacitación formal recibida en construcción sostenible (sí/no).

Sección de factores y adopción (23 ítems): Organizada en cuatro dimensiones según el modelo TOE:

Factores Tecnológicos (FT, 7 ítems): Evaluó la disponibilidad de tecnologías y materiales sostenibles (FT1), compatibilidad con procesos actuales de construcción vial (FT2), ventajas técnicas evidentes como durabilidad y resistencia (FT3), complejidad técnica de implementación (FT4), observabilidad y medición de resultados (FT5), existencia de proveedores confiables en Manabí (FT6), y accesibilidad de información técnica (FT7).

Factores Organizacionales (FO, 7 ítems): Midió recursos organizacionales suficientes (FO1), apoyo activo de la alta dirección (FO2), cultura organizacional orientada a sostenibilidad (FO3), capacitación del personal (FO4), experiencia previa en implementación (FO5), facilitación por tamaño empresarial (FO6), y presupuesto específico para investigación e innovación en sostenibilidad (FO7).

Factores Ambientales/Contextuales (FA, 7 ítems): Exploró la promoción

activa de normativas ecuatorianas (FA1), exigencia de criterios de sostenibilidad por clientes (FA2), adopción de prácticas por competidores (FA3), existencia de incentivos gubernamentales (FA4), fiscalización por entidades reguladoras (FA5), valoración social positiva (FA6), y establecimiento de proveedores de materiales sostenibles en la región (FA7).

Nivel de Adopción (NA, 2 ítems): Evaluó la implementación actual de prácticas sostenibles en proyectos viales (NA1), intención de adoptar o incrementar uso futuro (NA2), y frecuencia de utilización de materiales o procesos sostenibles (NA3).

Todos los ítems de las dimensiones FT, FO, FA y NA se midieron mediante una escala Likert de 5 puntos, donde 1 = Totalmente en desacuerdo, 2 = En desacuerdo, 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 = De acuerdo, y 5 = Totalmente de acuerdo. Esta escala permite capturar variabilidad en las percepciones mientras mantiene simplicidad en la respuesta (Joshi et al., 2015).

El instrumento fue implementado en formato digital mediante Google Forms, facilitando la distribución, recolección y tabulación de datos

2.4. Procedimiento de recolección de datos

La recolección de datos se realizó mediante un cuestionario digital autoadministrado, distribuido a través de dos canales principales: (a) correo electrónico directo a profesionales del sector identificados mediante redes profesionales, y (b) grupos de WhatsApp de asociaciones profesionales de ingeniería civil en Manabí. Esta estrategia de distribución múltiple permitió alcanzar una muestra diversa de profesionales en términos de roles, experiencia y tipo de organización.

El cuestionario incluyó como primera sección un consentimiento informado explícito, donde los participantes debían aceptar voluntariamente antes de proceder con las preguntas. Se garantizó la confidencialidad mediante la recolección anónima de datos, sin solicitar información identificable como nombres o correos

electrónicos. La configuración del formulario permitió una única respuesta por persona para evitar duplicados, sin restringir la participación de múltiples profesionales de una misma organización.

No se ofrecieron incentivos por participación, asegurando que las respuestas reflejaran motivación intrínseca y compromiso genuino con el tema de investigación. Los 107 cuestionarios recolectados estuvieron completos, sin datos perdidos, gracias a que todos los ítems fueron configurados como obligatorios en el formulario digital.

2.5. Técnicas de análisis de datos

Los datos recolectados fueron procesados y analizados mediante el software IBM SPSS Statistics versión 25. El análisis se desarrolló en tres fases secuenciales. En la fase descriptiva, se calcularon frecuencias absolutas y porcentajes para las variables demográficas categóricas (D1-D5), así como medias y desviaciones estándar para los ítems de escala Likert. Se crearon variables compuestas para cada dimensión del modelo TOE mediante el cálculo del promedio

aritmético de los ítems correspondientes:

FACTOR_TECNOLOGICO =
MEAN(FT1-FT7),

FACTOR_ORGANIZACIONAL =
MEAN(FO1-FO7),

FACTOR_AMBIENTAL =
MEAN(FA1-FA7), y

NIVEL_ADOPCION = MEAN(NA1, NA2). Las medias de las dimensiones fueron interpretadas según la escala: valores entre 1.00-2.33 como nivel bajo, 2.34-3.66 como moderado, y 3.67-5.00 como alto (Pimentel, 2010).

Para el análisis correlacional, se empleó el coeficiente Rho de Spearman, una prueba no paramétrica apropiada para datos ordinales provenientes de escalas Likert, donde no se puede asumir intervalos iguales entre categorías ni distribución normal (Norman, 2010).

2.6. Consideraciones éticas

La investigación se desarrolló bajo principios éticos de investigación con seres humanos. Se obtuvo consentimiento informado explícito de todos los participantes mediante una declaración al inicio del cuestionario, donde se explicó el propósito del estudio, la

voluntariedad de la participación y el derecho a retirarse en cualquier momento.

Los datos fueron recolectados de forma completamente anónima, sin solicitar información que permitiera identificar a los participantes individuales. Esto garantizó la confidencialidad y protección de la privacidad de los profesionales que colaboraron con el estudio. Los datos recolectados fueron utilizados exclusivamente con fines académicos y de investigación, siendo almacenados de manera

segura y accesibles únicamente al equipo de investigación.

3. Resultados y discusión

3.1. Caracterización de la muestra

La muestra estuvo conformada por 107 profesionales del sector construcción en Manabí, Ecuador, quienes participaron voluntariamente en el estudio. La Tabla 1 presenta las características demográficas y profesionales de los participantes.

Tabla 1. Características demográficas de los participantes

Variable	Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Experiencia laboral	Menos de 5 años	73	68.2%
	5-10 años	20	18.7%
	11-20 años	5	4.7%
	Más de 20 años	9	8.4%
Rol/Ocupación principal	Ingeniero civil	76	71.0%
	Contratista	17	15.9%
	Arquitecto	9	8.4%
	Gerente de proyecto	5	4.7%
Tipo de proyectos	Residencial	38	35.5%
	Infraestructura pública (vial-puentes)	25	23.4%
	Mixto	21	19.6%
	Comercial	15	14.0%
	Industrial	8	7.5%
Tamaño de empresa	Independiente/freelance	51	47.7%
	Pequeña (1-10 empleados)	29	27.1%
	Mediana (11-50 empleados)	15	14.0%
	Grande (51 o más empleados)	12	11.2%

Variable	Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Capacitación formal en construcción sostenible	Sí	70	65.4%
	No	37	34.6%

El perfil de la muestra está predominantemente conformado por profesionales jóvenes (68.2%, n=73) con menos de 5 años de experiencia, y solo una minoría (13.1%) supera los 10 años. Esto sugiere una muestra de una nueva generación consolidándose en el sector.

En cuanto al rol ocupacional, los ingenieros civiles son el grupo mayoritario (71.0%, n=76), lo cual es esperado en proyectos de infraestructura vial, seguidos por contratistas (15.9%), arquitectos (8.4%) y gerentes de proyecto (4.7%). Esta composición refleja la diversidad de actores, aunque concentrada en ingeniería. Respecto a los proyectos en los que participan, el foco directo del estudio, la infraestructura pública vial y puentes, representa el 23.4% (n=25), siendo la residencial (35.5%, n=38) el área principal para la muestra.

El sector presenta una estructura empresarial fragmentada e individualizada: casi la mitad de los participantes (47.7% trabajan de

forma independiente/freelance) y un 27.1% en pequeñas empresas (1-10 empleados). En total, tres cuartas partes (74.8%) provienen de contextos de pequeña escala, lo que implica limitaciones en la capacidad organizacional y recursos para implementar prácticas sostenibles, a diferencia de los contextos de países desarrollados.

Un hallazgo relevante es que el 65.4% (n=70) de los profesionales ha recibido capacitación formal en construcción sostenible. Esta alta proporción indica un creciente reconocimiento e interés institucional en la sostenibilidad. El perfil predominante es, por tanto, un ingeniero civil joven y capacitado, trabajando en la modalidad independiente o en pequeñas empresas. Si bien la juventud y la formación sugieren receptividad a la innovación (B. Hwang & Tan, 2012), la predominancia de la pequeña escala empresarial (Berrone et al., 2013) plantea barreras financieras y de inversión que mediarán la

adopción efectiva de prácticas sostenibles.

3.2. Análisis descriptivo por dimensión

El análisis descriptivo de las cuatro dimensiones del modelo TOE proporciona una comprensión detallada de las percepciones de los profesionales sobre los factores que influyen en la adopción de prácticas

sostenibles en construcción vial. A continuación, se presentan los resultados para cada dimensión, seguidos de su interpretación y comparación con la literatura existente.

La Tabla 2 presenta los estadísticos descriptivos de los siete ítems que conforman la dimensión de Factores Tecnológicos.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de Factores Tecnológicos

Ítem	Descripción	Media	DE	Nivel
FT1	Disponibilidad de tecnologías y materiales sostenibles	3.77	1.271	Alto
FT2	Compatibilidad con procesos actuales de construcción vial	3.92	1.158	Alto
FT3	Ventajas técnicas evidentes (durabilidad, resistencia)	3.96	1.132	Alto
FT4	Complejidad técnica de implementación	3.76	1.172	Alto
FT5	Observabilidad y medición de resultados	3.93	1.030	Alto
FT6	Proveedores confiables en Manabí	3.62	1.187	Moderado
FT7	Accesibilidad de información técnica	3.83	1.137	Alto
MEDIA GLOBAL DIMENSIÓN		3.83	1.155	Alto

Nota: Escala 1-5 donde 1=Totalmente en desacuerdo, 5=Totalmente de acuerdo. Nivel: 1.00-2.33=Bajo, 2.34-3.66=Moderado, 3.67-5.00=Alto

La dimensión de Factores Tecnológicos (FT) en Manabí muestra un nivel de percepción alto (M=3.83, DE=1.155), lo que indica una visión favorable sobre la tecnología y materiales sostenibles para la construcción vial. Los profesionales reconocen claramente las ventajas técnicas de las prácticas sostenibles, siendo los ítems mejor valorados: las ventajas técnicas evidentes (M=3.96, la puntuación más alta, desmitificando el sacrificio

de calidad), la observabilidad de resultados (M=3.93, facilitando la justificación ante stakeholders), y la compatibilidad con procesos actuales (M=3.92), lo cual es fundamental, ya que facilita la integración sin requerir cambios radicales.

La disponibilidad de tecnologías e información técnica (M=3.77 y M=3.83) también es percibida como favorable. No obstante, el principal desafío en el ámbito tecnológico es

la existencia de proveedores confiables de materiales sostenibles en la región ($M=3.62$, la media más baja). Esta limitación en la cadena de suministro es más común en economías en desarrollo (Darko & Chan, 2017).

A pesar de las ventajas percibidas, persiste una percepción de

complejidad técnica en la implementación ($M=3.76$), una barrera reportada en estudios latinoamericanos por la falta de experiencia y capacitación (Ortiz et al., 2009).

La Tabla 3 muestra los estadísticos descriptivos de la dimensión de Factores Organizacionales.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de Factores Organizacionales

Ítem	Descripción	Media	DE	Nivel
FO1	Recursos organizacionales suficientes	3.65	1.222	Moderado
FO2	Apoyo activo de la alta dirección	3.73	1.233	Alto
FO3	Cultura organizacional orientada a sostenibilidad	3.75	1.304	Alto
FO4	Capacitación del personal	3.67	1.280	Alto
FO5	Experiencia previa en implementación	3.61	1.257	Moderado
FO6	Tamaño empresarial facilita innovación	3.71	1.182	Alto
FO7	Presupuesto específico para I+D en sostenibilidad	3.67	1.188	Alto
MEDIA GLOBAL DIMENSIÓN		3.68	1.238	Alto

La dimensión de Factores Organizacionales (FO) obtuvo una media global de 3.68 ($DE=1.238$), en el umbral del nivel alto, sugiriendo capacidades de adopción adecuadas, pero con margen de mejora. Los factores facilitadores clave son la cultura organizacional orientada a la sostenibilidad ($M=3.75$), la puntuación más alta, que crea un clima favorable, y el apoyo de la alta dirección ($M=3.73$), crítico para asignar recursos estratégicos (Ozorhon & Oral, 2017). El tamaño empresarial ($M=3.71$) también fue percibido positivamente como un facilitador de innovación.

Los aspectos más moderados son la capacitación del personal y el presupuesto específico para I+D (ambos $M=3.67$), indicando que estos esfuerzos no son generalizados ni robustos. La experiencia previa en implementación ($M=3.61$) fue el ítem de menor valoración, lo cual es coherente con el perfil joven de la muestra (68.2% con menos de 5 años de experiencia).

La limitación de recursos organizacionales suficientes ($M=3.65$) se percibe como una barrera tangible, especialmente

relevante dado que tres cuartas partes de los participantes provienen de contextos independientes o de pequeña escala. La alta variabilidad de las respuestas (DE entre 1.182 y 1.304) refleja la heterogeneidad de las capacidades organizacionales en el sector.

Estos resultados coinciden con la literatura que identifica la cultura y el apoyo directivo como críticos (Qi et al., 2010). Sin embargo, la brecha entre una cultura favorable (M=3.75)

y recursos/experiencia limitados (M=3.65 y M=3.61) sugiere que el sector está en una fase temprana de la curva de aprendizaje (B.-G. Hwang & Ng, 2013), con voluntad pero capacidad operativa limitada (Tao et al., 2019), un patrón típico en pequeñas empresas de mercados emergentes.

La Tabla 4 presenta los resultados de la dimensión de Factores Ambientales o Contextuales.

Tabla 4. Estadísticos descriptivos de Factores Ambientales

Ítem	Descripción	Media	DE	Nivel
FA1	Normativas ecuatorianas promueven sostenibilidad	3.70	1.199	Alto
FA2	Cientes exigen criterios de sostenibilidad	3.87	1.133	Alto
FA3	Competidores adoptan prácticas sostenibles	3.79	1.097	Alto
FA4	Incentivos gubernamentales existentes	3.66	1.220	Moderado
FA5	Fiscalización de entidades reguladoras	3.68	1.263	Alto
FA6	Valoración social de empresas sostenibles	3.65	1.245	Moderado
FA7	Proveedores establecidos en la región	3.59	1.243	Moderado
MEDIA GLOBAL DIMENSIÓN		3.71	1.200	Alto

La dimensión de Factores Ambientales (FA) obtuvo la media global más alta (M=3.71, DE=1.200), indicando que el contexto externo ejerce una influencia favorable para la adopción de prácticas sostenibles en Manabí. El factor ambiental más influyente es la exigencia de criterios de sostenibilidad por parte de clientes y contratantes (M=3.87), sugiriendo que la demanda del mercado es el principal motor de

cambio (Porter & Linde, 1995; Sornoza Parrales et al., 2023). La adopción por competidores (M=3.79) también es alta, reflejando un efecto de isomorfismo mimético (DiMaggio & Powell, 1983; Sornoza-Parrales et al., 2024) donde las empresas imitan a sus pares para mantener la competitividad. La promoción de normativas ecuatorianas (M=3.70) complementa este impulso regulatorio.

Los puntos débiles se encuentran en el nivel moderado de: proveedores de materiales sostenibles establecidos en la región ($M=3.59$, coherente con el desafío tecnológico), valoración social de empresas sostenibles ($M=3.65$), e incentivos gubernamentales ($M=3.66$). La moderada valoración de los incentivos gubernamentales y la fiscalización institucional ($M=3.68$) sugieren que las políticas de estímulo y el enforcement son insuficientes o poco visibles, un reto común en economías en desarrollo (Vásquez et al., 2018).

La adopción, por tanto, es impulsada por presiones regulativas (normas) y normativas (clientes/competidores), similar a mercados asiáticos (B.-G. Hwang & Ng, 2013), pero se ve limitada por la insuficiencia de la cadena de suministro y la debilidad de los incentivos públicos, lo que contrasta con países industrializados con robustos esquemas de apoyo (Darko & Chan, 2017).

La Tabla 5 presenta los estadísticos descriptivos de la variable dependiente del estudio: el Nivel de Adopción de prácticas sostenibles.

Tabla 5. Estadísticos descriptivos del Nivel de Adopción

Ítem	Descripción	Media	DE	Nivel
NA1	Implementación actual en proyectos viales	3.69	1.161	Alto
NA2	Intención de adoptar o incrementar uso	3.95	1.169	Alto
MEDIA GLOBAL DIMENSIÓN		3.82	1.165	Alto

El Nivel de Adopción (NA) de prácticas sostenibles obtuvo la media global más alta del estudio ($M=3.82$, $DE=1.165$), indicando un nivel alto de implementación actual e intención de uso futuro en proyectos viales en Manabí. Existe una brecha notable de 0.26 puntos entre la intención de adoptar o incrementar ($M=3.95$, muy alta) y la implementación actual ($M=3.69$). Esta diferencia refleja el "gap

intención-comportamiento"

(Kollmuss & Agyeman, 2002), donde las actitudes favorables no se traducen plenamente en acciones efectivas debido a barreras operacionales, de recursos o de mercado (Bamberg & Möser, 2007; Darko & Chan, 2018; D. Sornoza-Parrales et al., 2020). Sin embargo, la brecha es relativamente modesta.

Al comparar la adopción con las dimensiones habilitantes, el NA

(M=3.82) es similar a los Factores Tecnológicos (M=3.83) pero superior a los Factores Organizacionales (M=3.68) y Ambientales (M=3.71). Esto sugiere que las capacidades internas organizacionales son la limitación más pronunciada para una mayor implementación, a pesar de la disponibilidad tecnológica favorable y las fuertes presiones ambientales.

El análisis descriptivo de esta investigación es moderadamente optimista: las cuatro dimensiones se ubican en el nivel alto (M>3.68). Los Factores Tecnológicos (M=3.83) son los más favorables; los Organizacionales (M=3.68) son los más limitados (recursos y experiencia); y los Ambientales

(M=3.71) están fuertemente impulsados por la presión del mercado. El alto potencial (Intención) debe capitalizarse a través de intervenciones que reduzcan las barreras operativas para cerrar la brecha de implementación.

3.3. Análisis correlacional: Relación entre factores y nivel de adopción

El análisis correlacional constituye el núcleo central de este estudio, permitiendo examinar las relaciones entre los factores del modelo TOE y el nivel de adopción de prácticas sostenibles en construcción vial. La Tabla 6 presenta la matriz de correlaciones de Spearman entre las cuatro dimensiones analizadas.

Tabla 6. Matriz de correlaciones de Spearman entre dimensiones del modelo TOE

Dimensión	Factor Tecnológico	Factor Organizacional	Factor Ambiental	Nivel de Adopción
Factor Tecnológico	1.000	.717**	.774**	.691**
Factor Organizacional	.717**	1.000	.800**	.750**
Factor Ambiental	.774**	.800**	1.000	.821**
Nivel de Adopción	.691**	.750**	.821**	1.000

Nota: ** La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral). Interpretación de magnitud según Cohen (1988): débil <0.30, moderada 0.30-0.50, moderada-alta 0.50-0.70, fuerte >0.70

Los resultados del análisis correlacional revelan hallazgos significativos que validan el modelo TOE en el contexto de construcción vial sostenible en Manabí. Todas las

correlaciones entre las dimensiones de factores y el nivel de adopción fueron positivas, fuertes y estadísticamente significativas ($p <$

.001), confirmando las tres hipótesis planteadas en este estudio.

Confirmación de Hipótesis 1 (H₁): Factores Tecnológicos y Nivel de Adopción

Se encontró una correlación positiva fuerte y significativa entre los Factores Tecnológicos y el Nivel de Adopción ($\rho = .691$, $p < .001$), confirmando la primera hipótesis del estudio. Este coeficiente indica que existe una relación directa sustancial entre la percepción favorable de la disponibilidad, compatibilidad, ventajas técnicas y accesibilidad de tecnologías sostenibles con la implementación efectiva de prácticas sostenibles en proyectos viales. La magnitud de esta correlación ($\rho = .691$) se aproxima al umbral de correlación muy fuerte ($\rho > .70$), sugiriendo que las características tecnológicas son determinantes importantes, aunque no únicos, del nivel de adopción.

Este hallazgo es consistente con la Teoría de Difusión de Innovaciones de Rogers (1995), que postula que las innovaciones con ventajas relativas claras, alta compatibilidad con prácticas existentes, baja complejidad y resultados

observables tienen mayor probabilidad de adopción. En el contexto de este estudio, los profesionales que perciben que las tecnologías sostenibles están disponibles, ofrecen beneficios técnicos evidentes y son compatibles con sus procesos actuales, muestran mayores niveles de implementación efectiva. La correlación significativa valida que el componente tecnológico del modelo TOE es relevante para explicar la variabilidad en la adopción de prácticas sostenibles en construcción vial.

Confirmación de Hipótesis 2 (H₂): Factores Organizacionales y Nivel de Adopción

La correlación entre Factores Organizacionales y Nivel de Adopción fue positiva, fuerte y significativa ($\rho = .750$, $p < .001$), confirmando la segunda hipótesis. Esta correlación fue más fuerte que la observada con Factores Tecnológicos, indicando que las capacidades organizacionales internas —recursos, apoyo directivo, cultura, capacitación, experiencia previa— ejercen una influencia considerable sobre la implementación de prácticas

sostenibles. El coeficiente de .750 sugiere que aproximadamente el 56% de la varianza compartida entre ambas variables puede atribuirse a esta relación ($r^2 = .563$).

Este resultado subraya que, más allá de la disponibilidad tecnológica, son las capacidades y características organizacionales las que permiten o limitan la materialización de la adopción. Organizaciones con recursos suficientes, liderazgo comprometido (D. R. Sornoza-Parrales, 2021), cultura favorable a la sostenibilidad y personal capacitado están significativamente mejor posicionadas para implementar prácticas sostenibles en sus proyectos viales. Este hallazgo es coherente con la literatura sobre gestión de innovación, que consistentemente identifica el apoyo de la alta dirección y los recursos organizacionales como factores críticos de éxito (Ozorhon & Oral, 2017).

La mayor magnitud de esta correlación en comparación con Factores Tecnológicos ($\Delta p = .059$) sugiere que, en el contexto de Manabí, las barreras organizacionales pueden ser más

determinantes que las barreras tecnológicas. Es decir, aunque las tecnologías sostenibles estén disponibles y sean percibidas como beneficiosas, su adopción efectiva requiere que las organizaciones posean la capacidad interna para implementarlas, lo cual depende de voluntad gerencial, asignación de recursos y desarrollo de competencias del personal.

Confirmación de Hipótesis 3 (H₃): Factores Ambientales y Nivel de Adopción

La correlación más fuerte observada fue entre Factores Ambientales y Nivel de Adopción ($\rho = .821$, $p < .001$), confirmando la tercera hipótesis y revelando que el contexto externo es el determinante más influyente de la adopción de prácticas sostenibles en construcción vial en Manabí. Este coeficiente excepcionalmente alto indica que las presiones normativas, la demanda de clientes, la competencia sectorial, los incentivos gubernamentales y la fiscalización regulatoria ejercen una influencia decisiva sobre la implementación efectiva de prácticas sostenibles.

La primacía de los Factores Ambientales es un hallazgo particularmente significativo que destaca el rol central del entorno institucional y de mercado en impulsar la adopción de innovaciones sostenibles. La correlación de .821 implica que aproximadamente el 67% de la varianza compartida puede atribuirse a esta relación ($r^2 = .674$), una proporción sustancial que evidencia que las empresas y profesionales responden fuertemente a las señales, presiones y oportunidades de su entorno externo.

Este resultado es consistente con la Teoría Institucional, que plantea que las organizaciones adoptan prácticas y estructuras en respuesta a presiones institucionales de su entorno para obtener legitimidad y asegurar su supervivencia (Allán-Baño et al., 2025; DiMaggio & Powell, 1983). En el contexto de este estudio, las empresas constructoras en Manabí adoptan prácticas sostenibles principalmente cuando: (a) las normativas lo exigen o promueven, (b) los clientes y contratantes lo demandan, (c) la competencia lo está haciendo

(presión mimética), y (d) existen incentivos o fiscalización gubernamental. La alta correlación sugiere que estas presiones ambientales son más determinantes que las capacidades tecnológicas u organizacionales internas.

Interrelaciones entre dimensiones de factores

Además de las correlaciones con el Nivel de Adopción, el análisis reveló correlaciones fuertes y significativas entre las tres dimensiones de factores del modelo TOE. La correlación entre Factores Tecnológicos y Organizacionales fue de $p = .717$ ($p < .001$), entre Factores Tecnológicos y Ambientales de $p = .774$ ($p < .001$), y entre Factores Organizacionales y Ambientales de $p = .800$ ($p < .001$). Estas intercorrelaciones elevadas indican que los tres tipos de factores no operan de manera independiente, sino que forman un sistema interconectado.

La correlación más alta entre factores fue entre Factores Organizacionales y Ambientales ($p = .800$), sugiriendo que las organizaciones con mayores capacidades internas tienden a estar

más expuestas o ser más sensibles a presiones ambientales, o viceversa, que las presiones ambientales estimulan el desarrollo de capacidades organizacionales. Esta relación bidireccional refleja procesos de co-evolución entre organizaciones y su entorno (Lewin & Volberda, 1999; Parrales Poveda et al., 2023). Por ejemplo, organizaciones que invierten en cultura de sostenibilidad y capacitación (factores organizacionales) probablemente buscan activamente clientes que valoren estas prácticas (Moreira Cañarte et al., 2018) y están más atentas a cambios normativos (factores ambientales).

La correlación entre Factores Tecnológicos y Ambientales ($\rho = .774$) sugiere que la disponibilidad y características de tecnologías sostenibles están vinculadas con el contexto regulatorio e institucional. Cuando existen normativas favorables, incentivos gubernamentales y demanda de mercado, se desarrollan ecosistemas de proveedores y se mejora el acceso a información técnica. Similarmente, la correlación entre Factores Tecnológicos y

Organizacionales ($\rho = .717$) indica que organizaciones con recursos, cultura favorable y personal capacitado tienen mejor acceso a tecnologías sostenibles y las perciben como menos complejas.

Estas intercorrelaciones validan el supuesto fundamental del modelo TOE de que los contextos tecnológico, organizacional y ambiental interactúan sinérgicamente para influir en la adopción de innovaciones (Baker, 2012). Los resultados sugieren que intervenciones efectivas para promover construcción vial sostenible deben abordar simultáneamente los tres dominios, ya que mejoras en uno amplificarán los efectos de los otros.

4. Conclusiones

Este estudio confirmó que los factores tecnológicos, organizacionales y ambientales del modelo TOE correlacionan positiva y significativamente con el nivel de adopción de prácticas sostenibles en construcción vial en Manabí, validando las tres hipótesis planteadas. El hallazgo principal es que los Factores Ambientales

ejercen la mayor influencia ($p = .821$, $p < .001$), superando a los Factores Organizacionales ($p = .750$) y Tecnológicos ($p = .691$). Esto revela que el contexto institucional — presión de clientes, competencia sectorial, marco normativo y fiscalización— constituye el motor principal de adopción, mientras que la disponibilidad tecnológica y las capacidades organizacionales, aunque importantes, juegan roles complementarios. Todas las dimensiones alcanzaron niveles altos ($M > 3.68$), evidenciando condiciones favorables para la sostenibilidad, aunque persiste una brecha entre intención ($M=3.95$) e implementación actual ($M=3.69$).

Teóricamente, este estudio valida la aplicabilidad del modelo TOE en construcción vial ecuatoriana y refuerza perspectivas institucionalistas sobre la primacía del contexto externo en economías emergentes. Prácticamente, los resultados orientan intervenciones específicas: el sector público debe fortalecer normativas, incentivos fiscales y fiscalización; las empresas constructoras requieren desarrollar capacidades organizacionales internas para capitalizar presiones

de mercado; las instituciones educativas deben ampliar formación en sostenibilidad vial; y las asociaciones profesionales pueden promover certificaciones y compartir experiencias exitosas. La alta capacitación formal (65.4%) y fuerte intención de adopción indican que existe capital humano preparado, requiriendo principalmente mejoras en el ecosistema institucional.

Futuras investigaciones deberían replicar el estudio en otras provincias ecuatorianas y países latinoamericanos con muestreo probabilístico, desarrollar diseños longitudinales para establecer relaciones causales, complementar datos de percepción con medidas objetivas de adopción, emplear modelamiento de ecuaciones estructurales para analizar efectos simultáneos, explorar variables moderadoras como tamaño empresarial y experiencia, e investigar barreras específicas mediante métodos cualitativos. La transición hacia infraestructura vial sostenible en Manabí requiere un enfoque sistémico que fortalezca simultáneamente presiones institucionales, capacidades

organizacionales y disponibilidad tecnológica.

Bibliografía

- Allán-Baño, G. M., Naranjo-Sagñay, W. C., Zavala-Ponce, C. V., & Sornoza-Parrales, D. (2025). El rol del liderazgo en la creación de una cultura organizacional positiva: Una revisión de la literatura. *Revista Científica Arbitrada de Investigación En Comunicación, Marketing y Empresa REICOMUNICAR*. ISSN 2737-6354., 8(15), 688–706.
- Alraja, M. N., Imran, R., Khashab, B. M., & Shah, M. (2022). Technological Innovation, Sustainable Green Practices and SMEs Sustainable Performance in Times of Crisis (COVID-19 pandemic). *Information Systems Frontiers*, 24(4), 1081–1105. <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10250-z>
- Alvear, A., Esmaeili, M., González-Mahecha, E., Hernandez, C., & Minoja, L. (2022). *Edificios verdes: Lineamientos para la incorporación y contabilización de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0004627>
- Aragón León, R. J., Ávila Calle, M. B., & Toledo Toledo, J. F. (2024). Análisis del impacto del proceso de diseño de viviendas de interés social aplicando la metodología BIM en la provincia de Pastaza, Ecuador. *Technology Rain Journal*, 3(2). <https://doi.org/10.55204/trj.v3i2.e53>
- Backes, J. G., & Traverso, M. (2021). Application of Life Cycle Sustainability Assessment in the Construction Sector: A Systematic Literature Review. *Processes*, 9(7), 1248. <https://doi.org/10.3390/pr9071248>
- Baker, J. (2012). The Technology–Organization–Environment Framework. In Y. K. Dwivedi, M. R. Wade, & S. L. Schneberger (Eds.), *Information Systems Theory* (Vol. 28, pp. 231–245). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6108-2_12
- Bamberg, S., & Möser, G. (2007). Twenty years after Hines, Hungerford, and Tomera: A new meta-analysis of psychosocial determinants of pro-environmental behaviour. *Journal of Environmental Psychology*, 27(1), 14–25. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2006.12.002>

- Berrone, P., Fosfuri, A., Gelabert, L., & Gomez-Mejia, L. R. (2013). Necessity as the mother of 'green' inventions: Institutional pressures and environmental innovations. *Strategic Management Journal*, 34(8), 891–909.
<https://doi.org/10.1002/smj.2041>
- Cantos, G. N. P., Cedeño, E. G. V., Mendoza, I. C. O., Ponce, A. M. P., Ponce, L. A. M., Alvarez, M. J. A., Pilay, M. M. P., Sierra, D. E. L., Vines, M. L. P., Lucio, D. A. C., & others. (2025). Infraestructura y Desarrollo Rural en Ecuador: Fundamentos para el Desarrollo Comunitario: ISBN: 978-9942-846-86-0.
EDITORIAL INTERNACIONAL RUNAIKI, 1–109.
- Caputo, P., Oliviero Rossi, C., Calandra, P., Policastro, D., Giorno, E., Godbert, N., & Aiello, I. (2025). Improving Bitumen Properties with Chitosan: A Sustainable Approach to Road Construction. *Molecules*, 30(5), 1170.
<https://doi.org/10.3390/molecules30051170>
- Carvajal Rivadeneira, D. D., Ponce Reyes, F. S., Sornoza-Parrales, D., Pincay Pilay, M., Antonio, Q. S., & Miller Zavala, J. H. (2023). Elementos básicos de la investigación científica: ISBN: 978-9942-846-51-8.
EDITORIAL INTERNACIONAL RUNAIKI, 1–75.
- Chittipaka, V., Kumar, S., Sivarajah, U., Bowden, J. L.-H., & Baral, M. M. (2023). Blockchain Technology for Supply Chains operating in emerging markets: An empirical examination of technology-organization-environment (TOE) framework. *Annals of Operations Research*, 327(1), 465–492.
<https://doi.org/10.1007/s10479-022-04801-5>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Darko, A., & Chan, A. P. C. (2017). Review of Barriers to Green Building Adoption. *Sustainable Development*, 25(3), 167–179.
<https://doi.org/10.1002/sd.1651>
- Darko, A., & Chan, A. P. C. (2018). Strategies to promote green building technologies adoption in developing countries: The case of Ghana. *Building and Environment*, 130, 74–84.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.12.022>

- DiMaggio, P. J., & Powell, W. W. (1983). The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields. *American Sociological Review*, 48(2), 147. <https://doi.org/10.2307/2095101>
- Etikan, I. (2016). Comparison of Convenience Sampling and Purposive Sampling. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.11>
- Fajardo Jiménez, J. J., Angumba Aguilar, P., & Rivela Carballal, B. (2024). Uso del Jacinto de agua del Embalse Baba como fibra para mejorar la resistencia de bloques artesanales. *AlfaPublicaciones*, 6(1.1), 170–191. <https://doi.org/10.33262/ap.v6i1.1.462>
- Gangwar, H., Date, H., & Raoot, A. D. (2014). Review on IT adoption: Insights from recent technologies. *Journal of Enterprise Information Management*, 27(4), 488–502. <https://doi.org/10.1108/JEIM-08-2012-0047>
- Georgiou, P., & Loizos, A. (2021). Characterization of Sustainable Asphalt Mixtures Containing High Reclaimed Asphalt and Steel Slag. *Materials*, 14(17), 4938. <https://doi.org/10.3390/ma14174938>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2013). *Multivariate Data Analysis*. Pearson Education Limited. <https://books.google.com.ec/books?id=VvXZnQEACAAJ>
- Hernandez-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. In *McGraw Hill Mexico*.
- Hwang, B., & Tan, J. S. (2012). Green building project management: Obstacles and solutions for sustainable development. *Sustainable Development*, 20(5), 335–349. <https://doi.org/10.1002/sd.492>
- Hwang, B.-G., & Ng, W. J. (2013). Project management knowledge and skills for green construction: Overcoming challenges. *International Journal of Project Management*, 31(2), 272–284. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.05.004>
- Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2002). Mind the Gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-

- environmental behavior?
Environmental Education Research, 8(3), 239–260.
<https://doi.org/10.1080/13504620220145401>
- Kong, A., Kang, H., He, S., Li, N., & Wang, W. (2020). Study on the Carbon Emissions in the Whole Construction Process of Prefabricated Floor Slab. *Applied Sciences*, 10(7), 2326.
<https://doi.org/10.3390/app10072326>
- Laad, M. (2022). Nanomaterial Reinforced Portland Pozzolana Cement Composite with Improved Strength for Reduced Carbon Emission. *ECS Transactions*, 107(1), 445–452.
<https://doi.org/10.1149/10701.0445ecst>
- Lewin, A. Y., & Volberda, H. W. (1999). Prolegomena on Coevolution: A Framework for Research on Strategy and New Organizational Forms. *Organization Science*, 10(5), 519–534.
<https://doi.org/10.1287/orsc.10.5.519>
- Liljenström, C., Björklund, A., & Toller, S. (2022). Including maintenance in life cycle assessment of road and rail infrastructure—A literature review. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 27(2), 316–341.
<https://doi.org/10.1007/s11367-021-02012-x>
- Liu, Y., Dong, J., & Shen, L. (2020). A conceptual development framework for prefabricated construction supply chain management: An integrated overview. *Sustainability*, 12(5), 1878.
<https://doi.org/10.3390/su12051878>
- López-Paredes, J. P., Montesdeoca-Lóor, R., Valdivieso-Álvarez, K. A., & Sornoza-Parrales, D. (2025). Planificación presupuestaria y mantenimiento de obras: Desafíos y estrategias. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*. ISSN: 2737-6249., 8(15), 135–145.
- Lutfi, A., Alqudah, H., Alrawad, M., Alshira'h, A. F., Alshirah, M. H., Almaiah, M. A., Alsyoud, A., & Hassan, M. F. (2023). Green Environmental Management System to Support Environmental Performance: What Factors Influence SMEs to Adopt Green Innovations? *Sustainability*, 15(13), 10645.
<https://doi.org/10.3390/su151310645>
- Maibaum, J., Block, M., & König, M. (2022). Resource indicator-oriented building information modeling for the management of infrastructure. *IOP Conference Series: Earth and*

- Environmental Science*, 1101(6), 062034. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1101/6/062034>
- Martin, J.-C., & Point, P. (2012). Road project opportunity costs subject to a regional constraint on greenhouse gas emissions. *Journal of Environmental Management*, 112, 292–303. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.07.016>
- Martin Lucas, M., Moreno-Luna, L., Roets, A. O. S. B., & Al-Jaberi, S. (2024). Technological, organisational and environmental drivers of sustainability in hotels. *South African Journal of Business Management*, 55(1). <https://doi.org/10.4102/sajbm.v55i1.4815>
- Mas'uddin, M., Karlinasari, L., Pertiwi, S., & Erizal, E. (2023). Urban Heat Island Index Change Detection Based on Land Surface Temperature, Normalized Difference Vegetation Index, and Normalized Difference Built-Up Index: A Case Study. *Journal of Ecological Engineering*, 24(11), 91–107. <https://doi.org/10.12911/22998993/171371>
- Melella, R., Di Ruocco, G., & Sorvillo, A. (2021). Circular Construction Process: Method for Developing a Selective, Low CO₂eq Disassembly and Demolition Plan. *Sustainability*, 13(16), 8815. <https://doi.org/10.3390/su13168815>
- Menoscal-Cevallos, J. J., & Córdova-Montufar, M. A. (2022). La planificación local y su enfoque de gestión de riesgos en el Ecuador a partir del terremoto de 2016. *Quivera Revista de Estudios Territoriales*, 24(1), 65. <https://doi.org/10.36677/qret.v24i1.15859>
- Mercader-Moyano, P., Anaya-Durán, P., & Romero-Cortés, A. (2021). Eco-Efficient Ventilated Facades Based on Circular Economy for Residential Buildings as an Improvement of Energy Conditions. *Energies*, 14(21), 7266. <https://doi.org/10.3390/en14217266>
- Moreira Cañarte, M., Parrales Poveda, M., & Sornoza Parrales, D. (2018). Cultura Tributaria. *Mawil Publicaciones de Ecuador*, 10.
- Muñiz Pionce, J. A., Orejuela Mendoza, I. C., Eguez Morales, J. M., & Sornoza-Parrales, D. (2024). El Enfoque Social de las Ciencias y la Tecnología: Implicaciones en la Educación Superior. *Technology Rain*

- Journal*, 3(1).
<https://doi.org/10.55204/trj.v3i1.e26>
- Norman, G. (2010). Likert scales, levels of measurement and the “laws” of statistics. *Advances in Health Sciences Education*, 15(5), 625–632.
<https://doi.org/10.1007/s10459-010-9222-y>
- Oke, A. E., Aliu, J., Farhana, M. Z., Jesudaju, O. T., & Lee, H.-P. (2024). A capability assessment model for implementing digital technologies in Nigerian heavy construction firms. *Smart and Sustainable Built Environment*.
<https://doi.org/10.1108/SASB-E-04-2024-0112>
- Ortiz, O., Castells, F., & Sonnemann, G. (2009). Sustainability in the construction industry: A review of recent developments based on LCA. *Construction and Building Materials*, 23(1), 28–39.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2007.11.012>
- Ozorhon, B., & Oral, K. (2017). Drivers of Innovation in Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(4), 04016118.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001234](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001234)
- Pandey, S., & Pathak, D. K. (2025). An integrated model for blockchain technology adoption and resilience in construction supply chains: An analysis using extended TOE framework and fuzzy AHP. *Journal of Enterprise Information Management*, 1–31.
<https://doi.org/10.1108/JEIM-07-2023-0409>
- Parrales Poveda, M. L., Rodríguez Gutiérrez, K. G., Sornoza-Parrales, D. R., & Fienco Parrales, M. J. (2023). *Clima Laboral. Factores a considerar en una Institución de Educación Superior*.
- Pimentel, J. L. (2010). A note on the usage of Likert Scaling for research data analysis. *USM R&D Journal*, 18(2), 109–112.
- Porter, M. E., & Linde, C. V. D. (1995). Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 97–118.
<https://doi.org/10.1257/jep.9.4.97>
- Qi, G. Y., Shen, L. Y., Zeng, S. X., & Jorge, O. J. (2010). The drivers for contractors’ green innovation: An industry perspective. *Journal of Cleaner Production*, 18(14), 1358–1365.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.04.017>

- Shen, L., Zhang, Z., & Zhang, X. (2017). Key factors affecting green procurement in real estate development: A China study. *Journal of Cleaner Production*, 153, 372–383. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.021>
- Shi, J., Hu, Y., Li, S., Li, Z., Zhang, X., & Mao, C. (2015). Simulation and analysis of road construction traffic flow in urban road networks. *Advances in Mechanical Engineering*, 7(11), 1687814015618176. <https://doi.org/10.1177/1687814015618176>
- Singh, A. K., Mohandes, S. R., Awuzie, B. O., Omotayo, T., Kumar, V. R. P., & Kidd, C. (2024). A roadmap for overcoming barriers to implementation of blockchain-enabled smart contracts in sustainable construction projects. *Smart and Sustainable Built Environment*. <https://doi.org/10.1108/SASB-E-10-2023-0303>
- Sornoza Parrales, D., Eguez Morales, J. M., Pincay Pilay, M. M., & Terán García, M. (2023). Balancing Ethics and Efficiency in Civil Engineering: Navigating Construction Challenges: Equilibrar la ética y la eficiencia en la ingeniería civil: Navegar por los desafíos de la construcción. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(2), 4853–4863. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.942>
- Sornoza-Parrales, D., Parrales Cantos, G. N., Cobos Lucio, D. A., & Villavicencio Cedeño, E. (2024). Evaluation of Physical Infrastructure and Seismic Vulnerability in the Community of Joa, Jipijapa Canton. *Arandu UTIC*, 11(2), 329–343.
- Sornoza-Parrales, D., Parrales Poveda, M. L., Sornoza Parrales, G. I., Cañarte Rodríguez, T. C., Castillo Merino, M. A., Guaranda Sornoza, V. F., & Delgado Luca, D. L. (2020). *Fundamentos de emprendimiento*.
- Sornoza-Parrales, D. R. (2021). From leaders to leaders' creators: A hierarchy of styles to promote leadership sustainability in education. *Docencia, Ciencia y Humanidades: Hacia Una Enseñanza Integral En La Universidad Del Siglo XXI*, 691–709.
- Sun, Y., Tan, C., Lim, K. H., Liang, T., & Yeh, Y. (2024). Strategic contexts, strategic orientations and organisational technology adoption: A configurational

- approach. *Information Systems Journal*, 34(4), 1355–1401.
<https://doi.org/10.1111/isj.12497>
- Tabrizikahou, A., & Nowotarski, P. (2021). Mitigating the Energy Consumption and the Carbon Emission in the Building Structures by Optimization of the Construction Processes. *Energies*, 14(11), 3287.
<https://doi.org/10.3390/en14113287>
- Tao, F., Sui, F., Liu, A., Qi, Q., Zhang, M., Song, B., Guo, Z., Lu, S. C. Y., & Nee, A. Y. C. (2019). Digital twin-driven product design framework. In *International Journal of Production Research* (Vol. 57, Issue 12, pp. 3935–3953). Taylor and Francis Ltd. michael.wagreich@univie.ac.at.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1443229>
- Thorne, J. H., Girvetz, E. H., & McCoy, M. C. (2009). Evaluating Aggregate Terrestrial Impacts of Road Construction Projects for Advanced Regional Mitigation. *Environmental Management*, 43(5), 936–948.
<https://doi.org/10.1007/s00267-008-9246-8>
- Tornatzky, L. G., Fleischer, M., & Chakrabarti, A. K. (1990). The processes of technological innovation. (No Title).
- Vásquez, C. A. A., Vera, H. F. R., Cedeño, G. M. C., Flores, F. K. C., Parrales, D. R. S., & Nieto, L. M. (2018). *Los procesos, las técnicas de negociación y la tecnología* (Vol. 41). 3Ciencias.
- Vasquez-Palacios, J. R., & Quesada-Molina, J. F. (2017). Determinación del costo de construcción de las diferentes clasificaciones para una vivienda sustentable en la ciudad de Cuenca, Ecuador. *Revista Hábitat Sustentable*, 28–39.
<https://doi.org/10.22320/07190700.2017.07.02.03>
- Wang, X., Zhu, L., Tang, Y., Deng, H., & Wang, H. (2024). Multiple Paths to Green Building Popularization Under the TOE Framework—A Qualitative Comparative Analysis of Fuzzy Sets Based on 26 Chinese Cities. *Sustainability*, 16(21), 9360.
<https://doi.org/10.3390/su16219360>
- Yi, Kyoo-Jin. (2012). Modelling the Estimation Process of Greenhouse Gas Emission in the Construction of Buildings. *Journal of the Korea Institute of Building Construction*, 12(3), 266–274.
<https://doi.org/10.5345/JKIBC.2012.12.3.266>

Zavala Vásquez, C. J., Lino Calle.,
V., Cordero Garcés, M. O., &
Sornoza Parrales, D. (2024).
EL ROL DE LA INGENIERÍA
CIVIL EN EL DESARROLLO
SOSTENIBLE: TENDENCIAS
Y DESAFÍOS. *REVISTA
ALCANCE*, 7(1).
[https://doi.org/10.47230/ra.v7i
1.57](https://doi.org/10.47230/ra.v7i1.57)