



Factores Críticos de Éxito en la Gestión de Proyectos de Construcción Sostenible

Andrés Felipe Vargas Peñaloza

Carlos Andrés Bedoya García

Universidad EAN
Facultad de Ingeniería
Maestría en Gerencia de proyectos
Bogotá, Colombia
15/Noviembre/2024

Factores Críticos de Éxito en la Gestión de Proyectos de Construcción Sostenible

Andrés Felipe Vargas Peñaloza

Carlos Andrés Bedoya García

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magister en Gerencia de Proyectos

Director (a):

Hernán Antonio González Urrego

Modalidad:

Monografía

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Maestría en Gerencia de proyectos

Bogotá, Colombia

15/Noviembre/2024

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Ciudad, 15/Noviembre/2024

Dedicatoria:

A mi abuela María del Carmen Niño de Peñaloza quien a lo largo de su vida me inspiro y motivo a dar lo mejor de mí en cada momento. Este trabajo es el reflejo del compromiso y determinación que aprendí de ti, y aunque tus últimos días coincidieron con el desarrollo de este trabajo, sé que siempre estuviste a mi lado, apoyándome como solo tú sabías hacerlo. ¡Gracias y hasta siempre Carmencita!

A mi familia García que cada día me expresan su lealtad y amor incondicional, por su constante apoyo en la construcción de mis proyectos de vida, en aras de brindarles un camino lleno de amor y tranquilidad. ¡El amor de familia me ha llevado a obtener mis mayores logros y retos cumplidos!

Agradecimientos

Agradecemos profundamente a Hernán Antonio Gonzáles Urrego, nuestro director de trabajo, por su invaluable apoyo, guía y buena disposición a lo largo del desarrollo de este proyecto. Sus explicaciones claras y detalladas, junto con su capacidad para motivarnos y brindarnos herramientas prácticas, fueron fundamentales para la realización de esta tesis. Su compromiso como docente y su pasión por enseñar lo convierten en uno de los mejores profesores que hemos tenido a lo largo de nuestras vidas, dejándonos un aprendizaje que trasciende lo académico y que marcó significativamente nuestro crecimiento profesional.

De igual manera, extendemos nuestra gratitud al profesor Milton Januario Rueda Varón, quien, con su disposición y experticia, nos brindó un apoyo invaluable en la comprensión y aplicación de los temas estadísticos necesarios para el desarrollo de esta investigación. Sus explicaciones claras y su paciencia fueron esenciales para resolver desafíos clave en este trabajo, dejando un impacto duradero en nuestra formación y en el logro de los objetivos planteados.

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo identificar y calificar los factores críticos de éxito en la gestión de proyectos de construcción sostenible, abordando las dimensiones del desarrollo sostenible: económico, social y ambiental. Ante los desafíos que enfrenta el sector de la construcción en términos de sostenibilidad, se propone un modelo integrado que permita optimizar la gestión de estos proyectos, fortaleciendo la toma de decisiones y aumentando las probabilidades de éxito.

La metodología empleada incluyó un análisis bibliográfico detallado y la consulta de expertos mediante un cuestionario diseñado específicamente para identificar y ponderar los factores críticos de éxito relevantes. Se aplicaron herramientas como el análisis factorial exploratorio y la modelación de ecuaciones estructurales para construir el modelo. Los resultados destacan la relevancia de factores como el compromiso de la alta dirección, la gestión de stakeholders, el monitoreo y control durante todo el ciclo de vida del proyecto, la formación de equipos multidisciplinarios, y la identificación de riesgos, los cuales demuestran ser determinantes para garantizar la sostenibilidad y eficiencia en los proyectos.

Como conclusión, el modelo desarrollado se constituye en una herramienta clave como guía para la gestión de proyectos de construcción sostenible, facilitando la integración de prácticas responsables y promoviendo un impacto positivo a largo plazo en el sector.

Palabras clave: (Factores Críticos de Éxito, Gerencia de proyectos, Construcción Sostenible, Modelo integrado, desarrollo sostenible).

Abstract

This research aims to identify and validate the critical success factors in the management of sustainable construction projects, addressing the dimensions of sustainable development: economic, social, and environmental. In response to the challenges faced by the construction sector regarding sustainability, an integrated model is proposed to optimize the management of these projects, strengthen decision-making, and increase the likelihood of success.

The methodology employed included a detailed bibliographic analysis and expert consultation through a specifically designed questionnaire to identify and prioritize relevant critical success factors. Tools such as exploratory factor analysis and structural equation modeling were applied to construct the model. The results highlight the significance of factors such as senior management commitment, stakeholder management, monitoring and control throughout the project lifecycle, the formation of multidisciplinary teams, and risk identification, which prove to be crucial in ensuring sustainability and efficiency in projects.

In conclusion, the developed model constitutes a key tool for guiding the management of sustainable construction projects, facilitating the integration of responsible practices and promoting a long-term positive impact in the sector.

Keywords: (Critical Success Factors, Project Management, Sustainable Construction, Integrated Model, sustainable development).

Contenido

	Pág.
Lista de Figuras.....	10
Lista de Tablas.....	11
1. Introducción.....	12
1.1. Enunciado de la idea de investigación.....	12
1.2. Enunciado del problema.....	12
1.3. Contextualización del problema de investigación.....	15
1.4. Preguntas de investigación.....	16
2. Objetivos.....	17
2.1. Objetivo general.....	17
2.2. Objetivos específicos.....	17
3. Justificación.....	18
4. Marco Teórico.....	20
4.1. Revisión teórica de factores críticos de éxito.....	20
4.2. Análisis comparativo de los factores críticos de éxito en la literatura.....	27
5. Metodología.....	34
5.1. Diseño del Modelo.....	34
5.2. Identificación de Variables.....	35
5.3. Construcción de Modelo.....	43
5.3.1. Diseño de cuestionario para consulta de expertos.....	44
5.3.2. Expertos consultados.....	45
6. Resultados.....	48
6.1. Validación del cuestionario.....	48
6.1.1. Análisis de las respuestas de los expertos.....	48
6.1.2. Determinación de posibles outliers.....	49
6.1.3. Test de fiabilidad mediante Alpha de Cronbach y Análisis del coeficiente de variación de las preguntas.....	50

- 6.2. Definición del modelo52
 - 6.2.1. Análisis de los datos52
 - 6.2.2. identificación de factores53
 - 6.2.2.1. Factores del Compromiso de la Alta Dirección con el proyecto.....55
 - 6.2.2.2. Factores de la Gestión de Stakeholders57
 - 6.2.2.3. Factores del Equipo multidisciplinario y capacitado59
 - 6.2.2.4. Factores del ciclo de vida del proyecto60
 - 6.2.2.5. Factores del Monitoreo y Control de las actividades del proyecto.....62
 - 6.2.2.6. Factores de la identificación de los riesgos del proyecto.....64
 - 6.2.2.7. Comportamiento conjunto de los factores en el modelo.....65
- 7. Conclusiones.....71
- 8. Recomendaciones.....74
- 9. Referencias76

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Dimensiones para la gestión del desarrollo sostenible.	13
Figura 2 Objetivos de Desarrollo Sostenible que impacta la construcción sostenible.	14
Figura 3 Planteamiento de un modelo de integración de los componentes Factores Críticos, gestión de proyectos y Desarrollo Sostenible.	15
Figura 4 Diagnostico bibliométrico, palabras clave.	21
Figura 5 Diagnostico bibliométrico, palabras clave promedio por año.	22
Figura 6 Diagnostico bibliométrico de autores.	23
Figura 7 Diagrama de flujo construcción del modelo para la integración de indicadores de desarrollo sostenible en la gestión de proyectos de construcción.	35
Figura 8 Evaluación del grado de relación entre variables de estudio.	45
Figura 9 Diagrama de cajas-bigotes con base en las calificaciones obtenidas.	50
Figura 10 Análisis del coeficiente de variación.	51
Figura 11 Plano de correlaciones múltiples de los factores totales.	54
Figura 12 Factor Total 1 Compromiso de la alta Dirección.	55
Figura 13 Factor Total 2 Gestión de Stakeholders.	57
Figura 14 Factor Total 3 Equipo multidisciplinario y capacitado.	60
Figura 15 Factor Total 4 Ciclo de vida del proyecto.	61
Figura 16 Factor Total 5 Monitoreo y control de las actividades del proyecto.	63
Figura 17 Factor Total 6 Identificación de riesgos del proyecto.	64
Figura 18 Modelo para la integración de indicadores de desarrollo sostenible en los procesos de la gestión de proyectos de construcción.	66

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Sinterización los factores críticos de éxito abordados por cada autor.	33
Tabla 2 Matriz para la identificación de variables.	34
Tabla 3 Matriz de identificación de variables en artículos científicos seleccionados. 1 de 10.	36
Tabla 4 Matriz de identificación de variables en artículos científicos seleccionados. 2 de 10.	36
Tabla 5 Matriz de identificación de variables en artículos científicos seleccionados. 3 de 10.	37
Tabla 6 Matriz de identificación de variables en artículos científicos seleccionados. 4 de 10.	38
Tabla 7 Matriz de identificación de variables en artículos científicos seleccionados. 5 de 10.	39
Tabla 8 Matriz de identificación de variables en artículos científicos seleccionados. 6 de 10.	40
Tabla 9 Matriz de identificación de variables en artículos científicos seleccionados. 7 de 10.	40
Tabla 10 Matriz de identificación de variables en artículos científicos seleccionados. 8 de 10.	41
Tabla 11 Matriz de identificación de variables en artículos científicos seleccionados. 9 de 10.	42
Tabla 12 Matriz de identificación de variables en artículos científicos seleccionados. 10 de 10.	42
Tabla 13 Descripción de perfiles de los encuestados.	47

1. Introducción

1.1. Enunciado de la idea de investigación

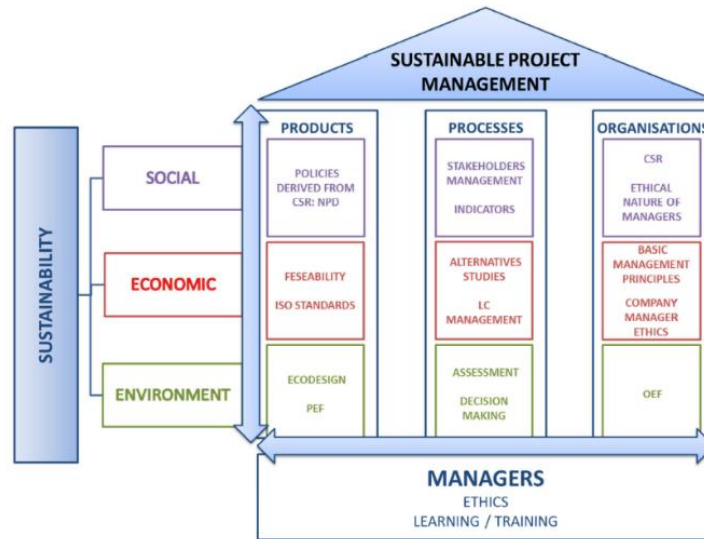
Construcción de un modelo que permita integrar componentes e indicadores del desarrollo sostenible, vinculados a los factores críticos de éxito, gestión de proyectos y construcción sostenible.

1.2. Enunciado del problema

En el ámbito de la gestión de proyectos de construcción sostenible, se enfrenta una problemática fundamental: La identificación y comprensión de los factores críticos que determinan el éxito de estos proyectos. Incluir factores de sostenibilidad como un desafío adicional a la gestión de proyectos, requiriendo un enfoque integral y multidisciplinario. Por lo tanto, se plantea la necesidad de desarrollar un modelo exhaustivo que no solo permita identificar estos factores, sino también analizar su impacto y relación dentro del contexto de la construcción sostenible. Este modelo se fundamentará en un enfoque que integre aspectos técnicos, económicos, ambientales y sociales, con el objetivo de proporcionar una guía práctica y estratégica para los profesionales involucrados en la gestión de proyectos de esta índole. Se espera que la implementación de este modelo contribuya significativamente a mejorar la eficiencia, la efectividad y la sostenibilidad de los proyectos de construcción sostenible, fomentando prácticas responsables y orientadas al cuidado del medio ambiente y el bienestar social.

Con relación al desarrollo sostenible, Marcelino-Sádaba et al. (2015), identificaron 4 dimensiones, mostradas en la Figura 1, vinculadas al desarrollo sostenible en los proyectos: La sostenibilidad del producto, los procesos, la organización y los individuos. La siguiente figura refleja las categorías con base en las tres dimensiones de la sostenibilidad.

Figura 1 Dimensiones para la gestión del desarrollo sostenible.



Nota. Tomado de “Using Project Management as a way to sustainability. From a comprehensive review to a framework definition”, por Marcelino-Sádaba et al., 2015, p. 11.

<https://doi.org/10.1016/j.iclepro.2015.03.020>

En el contexto actual de creciente conciencia ambiental y preocupaciones sobre el cambio climático, en donde el desarrollo sostenible implica ocuparse de las necesidades presentes sin comprometer las oportunidades de las generaciones futuras ONU (2023), y la construcción sostenible; se ha convertido en una prioridad en todo el mundo. Según el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, por sus siglas CCCS (2021), la construcción sostenible tiene un impacto tan amplio que impacta de manera directa al cumplimiento de 12 de los 17 ODS, presentados en la Figura 2, adoptados por el gobierno nacional, los cuales son: salud y bienestar, educación de calidad, agua limpia y saneamiento, energía asequible y no contaminante, trabajo decente y crecimiento económico, industria, innovación e infraestructura, reducción de las desigualdades, ciudades y comunidades sostenibles, producción y consumo responsable, acción por el clima, vida de ecosistemas terrestres y alianzas para lograr los objetivos.

Figura 2 *Objetivos de Desarrollo Sostenible que impacta la construcción sostenible.*



Nota. Tomado de “Como impactamos” por Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2021, Sostenibilidad en la construcción.

<https://www.cccs.org.co/wp/sostenibilidad-en-la-construccion/>

Es por ello que se crea la necesidad de desarrollar y gestionar proyectos de construcción que minimicen su impacto ambiental, promover la eficiencia energética y fomentar prácticas sociales responsables es cada vez más evidente. En este sentido, la identificación de los factores críticos de éxito en la gestión de proyectos de construcción sostenible se vuelve crucial para garantizar la viabilidad y el impacto positivo de estas iniciativas.

Los desafíos inherentes a la gestión de proyectos en el ámbito de la construcción sostenible, como los que identifica Hwang y Ng (2013), delinean una serie de obstáculos críticos que los gerentes de proyectos deben enfrentar en la implementación de prácticas de construcción verde. Estos desafíos van desde la prolongada duración del proceso de pre-construcción y diseño hasta la complejidad de seleccionar subcontratistas especializados en construcción verde, junto con la incertidumbre asociada con materiales y equipos sostenibles y los costos elevados derivados a estos componentes sostenibles. Se encuentran otros múltiples desafíos derivados del incremento de reuniones y coordinación requeridas con consultores y expertos en ingeniería sostenible, con los constantes cambios solicitados en la fase de diseño durante la construcción, añaden capas adicionales de complejidad. Adicional a la magnitud de estos desafíos, se incrementa debido a la dificultad que se encuentra en el momento que no todos los colaboradores del proyecto llegan a comprender las especificaciones sostenibles en los detalles del contrato y las circunstancias imprevistas en la ejecución de proyectos sostenibles, viéndose en la necesidad de adoptar planificaciones de secuencias y técnicas de construcción no tradicionales.

Como lo sugiere Chan et al. (2004), es necesario profundizar en la identificación de la relación entre los factores críticos de éxito de los proyectos con los indicadores clave de desempeño

derivados de la triple restricción de los proyectos, por ello y adicional a lo anteriormente mencionado, surge el objetivo de establecer una relación entre los Factores Críticos de Éxito, la Gestión de Proyectos y el Desarrollo Sostenible, e incorporar componentes que estén alineados con el alcance enunciado; se plantea en la Figura 3 el siguiente modelo de integración de desarrollo sostenible:

Figura 3 Planteamiento de un modelo de integración de los componentes Factores Críticos, gestión de proyectos y Desarrollo Sostenible.



Nota. Elaboración propia, 2024.

1.3. Contextualización del problema de investigación

En el ámbito de la gestión de proyectos sostenibles, existe diferentes afirmaciones y cuestionamientos estrechamente vinculados a las probabilidades de éxito de los proyectos. Según Robinson (2007), afirma que una de las dificultades más recurrentes es la visión diferente que los clientes tengan del problema. Adicional, menciona el impacto que puede generar la complejidad en el comportamiento del ser humano. Para Clifton (2006), la asignación de riesgos en los proyectos de Alianzas Público-Privadas (APP), deben ser detalladas contractualmente con base en los objetivos de iniciativas de financiación privadas y asociaciones público-privadas. Es decir, que cumpla con las características y requisitos de riesgos, para los proyectos de alianzas.

La gestión de proyectos de construcción sostenible enfrenta una serie de obstáculos que limitan su eficiencia y efectividad en el cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad. Entre estos factores críticos se encuentran la falta de organización interna en las compañías

constructoras, la escasa comunicación con los stakeholders, el bajo compromiso hacia la sostenibilidad y el insuficiente monitoreo de las actividades a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Estas limitaciones contribuyen a la dificultad de implementar una gestión integral y sostenible que alinee los objetivos económicos, sociales y ambientales de los proyectos.

En este contexto, la relevancia de las certificaciones sostenibles surge como un medio para establecer y garantizar estándares de sostenibilidad en la construcción, promoviendo el uso de prácticas responsables y eficientes. Sin embargo, existe la necesidad de un modelo que permita identificar y calificar los factores críticos de éxito en la gestión de proyectos de construcción sostenible, facilitando una toma de decisiones informada y mejorando la viabilidad de los proyectos a lo largo de sus distintas etapas.

1.4. Preguntas de investigación

Pregunta Principal: ¿Cómo un modelo de identificación y validación de factores críticos de éxito puede mejorar la eficiencia y sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción?

Para la construcción del modelo se identificaron tres preguntas:

Pregunta 1: ¿Qué Factores Críticos de Éxito son más reconocidos por los autores principales?

Pregunta 2: ¿Cuáles son las variables que conforman el modelo de integración de Factores Críticos de Éxito, la Gestión de Proyectos y la Construcción Sostenible?

Pregunta 3: ¿Cómo se deben integrar los Factores Críticos de Éxito, la Gestión de Proyectos y la Construcción Sostenible?

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Desarrollar un modelo integral para identificar y calificar los factores críticos de éxito en la gestión de proyectos de construcción sostenible, que permita optimizar la eficiencia y sostenibilidad en el ámbito económico, social y ambiental a lo largo de todas las etapas del ciclo de vida del proyecto.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar los factores críticos de éxito más significativos propuestos por los autores relevantes para identificar las variables que servirán como base del modelo integrado.
- Elaborar los factores críticos de éxito a partir de las variables identificadas, considerando las dimensiones económica, social y ambiental e integrando indicadores de calidad, costo y tiempo para construir el modelo integrado.
- calificar el modelo integrado con expertos, evaluando la interrelación entre los factores críticos de éxito para establecer un modelo teórico que contribuya al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible en la gestión de proyectos de construcción.

3. Justificación

La información obtenida en esta investigación permite analizar cuáles son los factores críticos de éxito, la gestión de proyectos y la construcción sostenible en los proyectos. Esto permite proponer estrategias que reduzcan los desafíos, con el fin de incrementar la eficiencia, mejoras en las competencias y el aprovechamiento en el uso de los recursos. Con base en esta información, los proyectos de construcción sostenible tendrán información valiosa, clara y precisa que permita abarcar y aportar mayores alternativas de solución en la planeación y ejecución de los diferentes proyectos de construcción sostenible.

Una mejor construcción de proyectos permitirá mayores impactos positivos en la población, permitiendo potencializar el desarrollo económico, financiero y social, lo cual proporciona mejores alternativas para llevar a cabo grandes proyectos de construcción. El incremento y exigencia de capacitaciones del personal involucrado y la necesidad de brindar soluciones efectivas a las necesidades del entorno, frente a la globalización y eras tecnológicas futuras.

La implementación de estos factores en las construcciones son un gran desafío de planear y ejecutar, debido a las problemáticas políticas, geográficas, financieras e inflacionarias a las que son sometidas; como algunas de las principales restricciones mundiales a las que se debe confrontar, pero con la visión de construcción de modelos sostenibles para las nuevas generaciones.

Es pertinente demostrar que el objeto de estudio será justificado a partir de información de un modelo de integración, vinculado a los componentes de la triple línea base de los proyectos, como los aspectos Social, Económico y Ambiental; como objeto de análisis en la identificación de variables.

Para complementar esta investigación, se recurre a diferentes fuentes de información relacionadas con la sostenibilidad, como materiales bibliográficos, artículos, trabajos investigativos educativos y objetos de estudio, con el fin de enriquecer y ampliar los conocimientos de la industria y proponer alternativas sólidas y confiables.

Es indispensable destacar que Finger y Dixon (1989), mencionan seis categorías relacionadas con el diseño de los procesos en los proyectos, los cuales son: modelo descriptivo, modelo prescriptivo, modelos basados en computadora, lenguajes, análisis y diseño para manufactura; las cuales hacen parte del ciclo de vida de los proyectos.

Por otra parte, Babar et al. (2017), destaca la importancia de construir un análisis de riesgos relacionados con la triple línea base (Tiempo, Costo y Alcance), con el fin de monitorear

el proyecto y establecer mejores costos estimados. Adicional, resalta fundamentalmente una gestión integrada de riesgos en los procesos de gestión de proyectos.

4. Marco Teórico

4.1. Revisión teórica de factores críticos de éxito

Según Silviu y Schipper (2014), la integración de cuatro componentes que forman parte de la gestión de proyectos sostenibles, son fundamentales para el éxito de los proyectos sostenibles, los cuales son: El entendimiento y consideración del ámbito Social, Ambiental y Económico, los cuales están relacionados a la sostenibilidad. La selección de proyectos sostenibles apropiados, relacionados a la renovación urbana sostenible. La identificación y elaboración de los factores críticos de éxito propios de los proyectos sostenibles de tecnología rural, en países de desarrollo y, por último, la integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos para alcanzar el éxito.

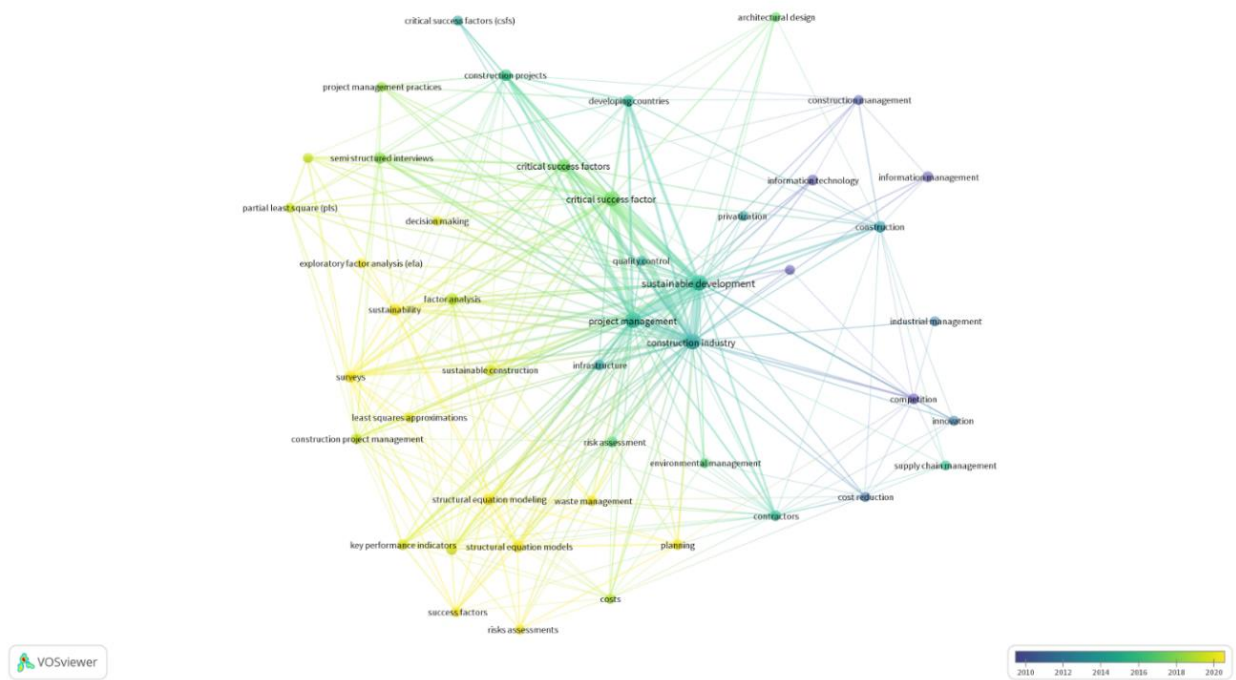
Por otra parte, Kivila et al. (2017), menciona que las dimensiones interdependientes en los campos Social, Ambiental y Económico se encuentran relacionadas entre sí, afectando directamente los proyectos de infraestructura y alianzas. Estos autores expresan que, a menudo los rendimientos del proyecto pueden afectar el valor y los beneficios en el transcurso del ciclo de vida del proyecto. Es por ello que, el rendimiento, los indicadores y el constante monitoreo, pueden ser alternativas para abordar en cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Con relación a la construcción sostenible, Carvalho y Rabechini (2017), describen dos perspectivas y enfoque de los proyectos, los cuales hacen referencia a las áreas del conocimiento estrechamente relacionadas con la sostenibilidad. Una de ellas es la Perspectiva del producto, la cual está alineada con el diseño del medio ambiente y las tecnologías ambientales. La otra es la perspectiva del proyecto que también abarca las áreas del conocimiento y la construcción sostenible, orientadas a las adquisiciones verdes y responsabilidad social de los proyectos.

En este aspecto de la calidad, González y Rueda (2022), recopilan variables en artículos científicos que son integradas en los diferentes procesos de la gestión de proyectos, las cuales están vinculadas con las tres dimensiones sostenibles (Económica, Social y Ambiental), relacionadas con la calidad y los indicadores de desarrollo sostenible. Los mismos autores establecieron a través de un análisis factorial en el año 2020, la relación que existe entre los indicadores del desarrollo sostenible y la calidad en los proyectos en el sector de la construcción, en las siguientes categorías: Las expectativas de los stakeholders, programación de las actividades, los recursos, adquisiciones, comunicaciones y la identificación de los riesgos del proyecto.

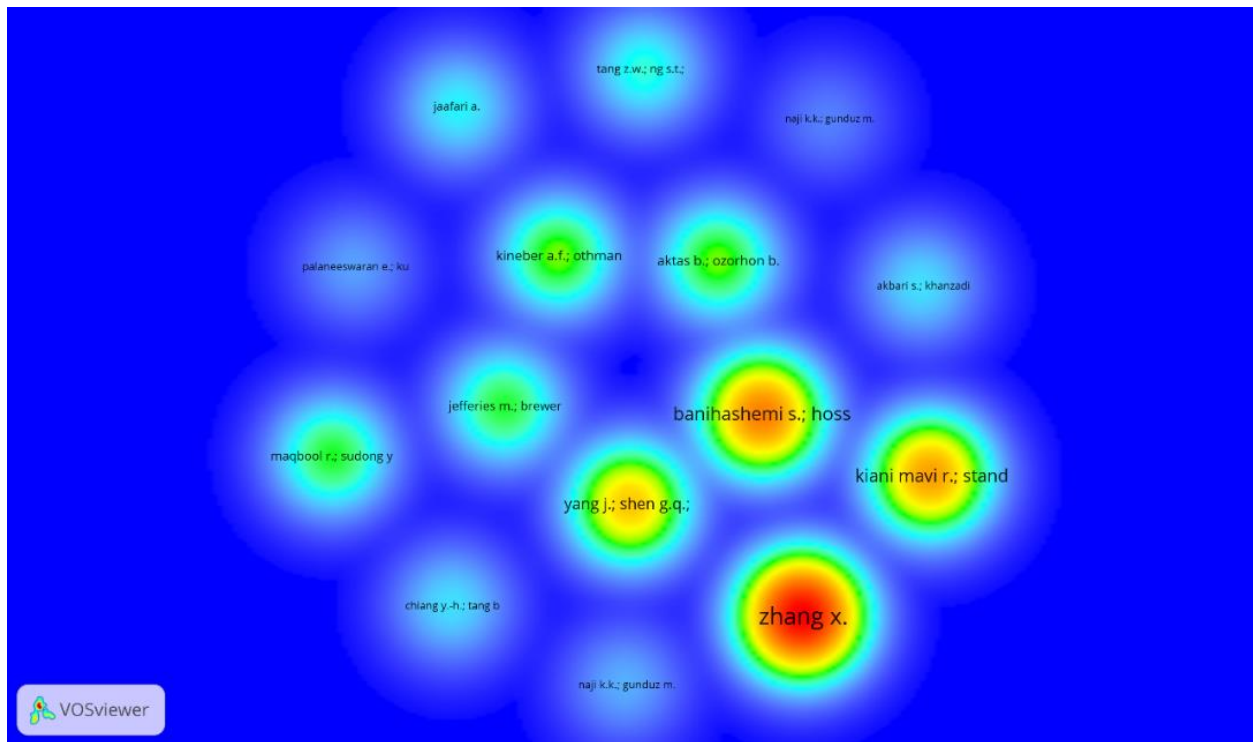
cuarto grupo en el cual se presentan un mayor número de vínculos con otros términos, siendo liderado por el término sustainable construction.

Figura 5 Diagnóstico bibliométrico, palabras clave promedio por año.



Nota. Elaboración propia, 2024.

Sin embargo, este no muestra un vínculo fuerte con los principales términos de los otros grupos. Al observar la Figura 5, se evidencia que este término ha sido referenciado por los autores en promedio en años más recientes, a diferencia de los otros términos principales que han sido tratados en promedio desde los años 2014, del mismo modo podemos identificar tres grupos de términos por promedio que han sido descritos un grupo en años recientes del 2020 en adelante, en donde encontramos términos como toma de decisiones, evaluación del riesgo, planeación, construcción sostenible, costos y gestión de residuos. Entre los años 2016 al 2012, se encuentran algunos de los términos como ciudades sostenibles, desarrollo sostenible, gestión de proyectos, industria de la construcción, infraestructura, contratistas, control de calidad, y por último un grupo de términos que los autores han descrito en documentos entre el 2010 y el 2012, como lo son la gestión de la construcción, gestión de la información, reducción de costos y competencias entre otros.

Figura 6 Diagnóstico bibliométrico de autores.

Nota. Elaboración propia, 2024.

Se puede intuir con base en la Figura 6, debido a la intensidad de los colores que los autores más relevantes en el sitio web Scopus son Zhang, X., Banihashemi, S., Kiani Mavi, R. y Yang, J. y cuentan con un número alto de citas. Para concluir, los siguientes párrafos resumen algunas de las ideas presentadas por los 10 autores más relevantes y más citados en artículos publicados sobre las palabras clave project management, critical success factors y sustainable construction.

El éxito de los proyectos de construcción, según Zhang (2005), está determinado por diversos Factores Críticos de Éxito (FCE), los cuales cuenta con subfactores que resaltan su importancia en el desarrollo del proyecto. En un entorno de inversión favorable, donde los inversionistas perciben garantías gubernamentales proporcionadas por el entorno político, legal, económico y comercial, genera un compromiso por parte de la alta dirección con el desarrollo del proyecto. La viabilidad económica del proyecto emerge como el factor más relevante, ya que determina su factibilidad. Asimismo, contar con un equipo capacitado, multidisciplinario, confiable, técnico, dotado de liderazgo e innovación, es esencial para la ejecución exitosa del proyecto. La asignación de riesgos a través de acuerdos contractuales confiables sirve como garantía antes de iniciar la ejecución del proyecto. Un paquete financiero sólido, con programas

claros de inversión y pago, así como una estructura de préstamos estable, garantiza la solidez financiera y minimiza la toma de decisiones al momento de gestionar el riesgo.

De acuerdo con Banihashemi et al. (2017), la integración exitosa de la sostenibilidad en las prácticas de gestión de proyectos de construcción en países en desarrollo requiere la consideración cuidadosa de varios Factores Críticos de Éxito. En este sentido, el compromiso de la alta dirección juega un papel fundamental al establecer la implementación de prácticas sostenibles. Este compromiso proporciona el respaldo necesario para asignar recursos y tomar decisiones estratégicas que promuevan la sostenibilidad. Además, la gestión de stakeholders es esencial para garantizar que todas las partes interesadas estén involucradas de manera adecuada en el desarrollo del proyecto, esto implica una comunicación clara y una colaboración activa con todas las partes interesadas, desde la planificación inicial hasta la implementación y el seguimiento continuo. Otro aspecto crucial es la formación de un equipo multidisciplinario y capacitado, que cuente con diversas habilidades y perspectivas dentro del equipo que permitan abordar los desafíos de manera integral y encontrar soluciones innovadoras para integrar la sostenibilidad en todas las etapas del proyecto. Por otro lado, la sostenibilidad a lo largo del ciclo de vida del proyecto requiere una atención continua desde la fase de planificación hasta la finalización. Esto implica seleccionar cuidadosamente materiales y tecnologías sostenibles, así como implementar sistemas de medición que permitan gestionar de manera efectiva la cadena de suministro para minimizar el impacto ambiental y maximizar la eficiencia.

Kiani y Standing (2018), identificaron diversos factores críticos de éxito en la gestión de proyectos de construcción sostenible, clasificándolos en cinco categorías clave. En primer lugar, el apoyo de alta gerencia es esencial para respaldar la implementación de prácticas sostenibles a lo largo del ciclo de vida del proyecto y en todos los niveles de la empresa. La viabilidad económica, fundamental en la toma de decisiones, garantiza la rentabilidad del proyecto, considerando tanto los costos directos e indirectos como los beneficios a largo plazo de las prácticas sostenibles. La gestión de stakeholders es crucial para asegurar su participación activa en el proyecto. Además, la gestión del riesgo permite anticipar y mitigar posibles contratiempos que puedan afectar el éxito del proyecto. Por último, los sistemas de medición y retroalimentación son herramientas cruciales para evaluar el desempeño del proyecto, recopilar datos relevantes y tomar decisiones informadas para mejorar continuamente su impacto positivo en el entorno económico, social y ambiental.

Al momento de identificar los factores críticos de éxito en proyectos de construcción, Yang et al. (2009), exponen que la gestión de stakeholders es el aspecto principal que debe ser tenido en cuenta, por lo que proponen que para hacer una gestión exitosa, se deben tener en cuenta

una serie de factores críticos que son: explorar las necesidades y limitaciones de los stakeholders del proyecto, comunicar e involucrar a los stakeholders de manera adecuada y frecuente, establecer una estimación precisa de los stakeholders involucrados en el proyecto, y generar una toma de decisiones informadas para la alta gerencia este comprometida con los proyectos y que consideren el apoyo sostenible a lo largo de todo el proyecto, manejando a los stakeholders más interesados en la responsabilidad social (económica, legales, ambientales y éticos).

Por otra parte, Kineber et al. (2021), identificaron una serie de factores críticos de éxito al momento de implementar la gestión del valor en el desarrollo de proyectos residenciales sostenibles, los cuales los dividen en cuatro grupos: En el primero conformación de un equipo multidisciplinario, donde destacan la importancia de un equipo técnico y capacitado, la competencia del facilitador y el conocimiento y experiencia de los participantes; Cultura y entorno organizacional, en donde se resalta la necesidad de establecer objetivos claros y definidos, así como la participación activa y el apoyo de la alta directiva y el patrocinador o cliente; Talleres dinámicos, donde subrayan la necesidad de un enfoque proactivo, creativo y estructurado, junto con el análisis de elementos y funciones del proyecto durante los talleres; y Estandarización, donde se hacen hincapié en la gestión de los stakeholders o interesados que se benefician o se ven afectados por el desarrollo del proyecto contando con una participación y apoyo activo del gobierno y las autoridades locales, así como la capacidad de comunicar requisitos y requerimientos bien definidos al equipo de diseño del proyecto.

Según Aktas y Ozorhon (2015), el proceso de verificación y certificación sostenible de edificios existentes y nuevos en países en desarrollo es fundamental para mejorar la sostenibilidad en la industria de la construcción. Así se identificaron factores críticos para el éxito del proceso: Uno de ellos es el compromiso organizacional siendo este el liderazgo y apoyo de la alta dirección en el proyecto, y deben contar con un equipo multidisciplinario capacitado con experiencia de sus consultores y personal calificado en el tema de las certificaciones sostenibles, para así, superar las barreras y desafíos como pueden ser la disponibilidad de materiales aprobados por los entes certificadores y los beneficios sostenibles a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto como el impactos del ahorro en consumo de energía y agua y la mejora de la imagen corporativa. Aplicando ingeniería de valor, donde se busca que el proyecto genere una viabilidad económica optimizando los recursos disponibles y maximizar el valor agregado del proyecto.

De acuerdo con Maqbool y Sudong (2018), el compromiso y apoyo de la alta dirección es de vital importancia debido a la integración con la participación de los Stakeholders, con el fin de contribuir al cumplimiento de los objetivos del proyecto, determinando muchos aspectos en el

desarrollo y desempeño del cronograma de trabajo Para ello, es fundamental contar un equipo multidisciplinario y capacitado para el desarrollo de las actividades y la participación activa de los grupos de trabajo. Existen grandes factores, ambientales, sociales, equipos multifuncionales, entre otras especialidades, que cubren el esquema de La sostenibilidad a lo largo del ciclo de vida del proyecto, en aras de contribuir al éxito de los proyectos.

Por su parte Jefferies (2014), afirma que las alianzas Público-privadas son parte elemental de la Gestión de los Stakeholders, debido al involucramiento y compromiso en los términos contractuales en la consecución de relaciones exitosas, que pueden cooperar y respaldar en eventuales acontecimientos durante su ejecución. Con esto se puede lograr algunas reducciones en los esfuerzos y Gestión del riesgo, como parte integral del cumplimiento de la estrategia del proyecto. Esto también está vinculado a unos sistemas de retroalimentación y desempeño que responde a unos indicadores específicos del proyecto, con el fin de monitorear el desarrollo efectivo de las etapas del proyecto.

Para Tang Z- W. et al. (2019), es primordial la comunicación y el engranaje entre las diferentes dependencias, con el fin de fortalecer las alianzas dentro de la organización y cooperación de los grupos de trabajo, facilitando la planeación y operatividad y los filtros en las etapas del proyecto y elevar las comunicaciones de manera más efectiva. Esto forma parte de las habilidades del equipo multidisciplinario y capacitado. Por otro lado, debe existir una orientación realmente efectiva y comunicativa a lo largo de las diferentes etapas del ciclo de vida del proyecto, donde se logra un mejor desarrollo y continuidad en el cumplimiento de los objetivos del proyecto. La Gestión de los contratos durante la planeación de la Gestión del riesgo, se traduce en mayor garantía para la ejecución de los proyectos. Esto está vinculado a la influencia en la gestión de las adquisiciones por parte de los sistemas de medición y retroalimentación, debido a que pueden ser muy complejos a la hora de identificar las diferentes variables dependientes e independientes, con respecto al desempeño del proyecto, dado que se debe tener una visión holística y sistemática del proyecto.

Para Jaafari (2000), la planificación estratégica es fundamental para la identificación de mejoras y oportunidades en el compromiso de la alta dirección con el proyecto, lo cual ayuda a analizar la industria global para posteriormente plantear y satisfacer las necesidades de los requerimientos de los clientes. Esto relacionado con los estándares de aseguramiento de la calidad y que garantice mejores resultados independiente de dónde se realice el proyecto. Adicional a la calidad, se debe prever medidas de planificación estratégica; donde la viabilidad económica y la disminución de tiempos en la ejecución con reducción de costos, impacta directamente la rentabilidad del proyecto.

4.2. Análisis comparativo de los factores críticos de éxito en la literatura

A partir de la revisión teórica desarrollada, se ha identificado un conjunto de factores críticos de éxito (FCE) comúnmente abordados por diversos autores en el ámbito de la construcción sostenible. Estos factores reflejan la evolución conceptual del enfoque sostenible dentro de la gestión de proyectos, destacando elementos como el compromiso de la alta dirección, la gestión de stakeholders, la planificación estratégica, la integración del ciclo de vida y la gestión de riesgos.

Con el objetivo de fortalecer este marco de referencia, se amplía el análisis incluyendo otras fuentes bibliográficas que abordan la sostenibilidad en proyectos desde distintas perspectivas metodológicas. Esta revisión adicional permite contrastar enfoques, identificar factores emergentes o complementarios, y reafirmar aquellos elementos que presentan mayor consenso en la literatura. En conjunto, este análisis busca consolidar una visión comparativa que sustente la selección de variables utilizadas en el modelo propuesto y aporte mayor solidez conceptual a la investigación.

Gunduz y Almuajebh (2020) identifican un conjunto de factores críticos de éxito clave para la gestión sostenible de proyectos de construcción, los cuales pueden extrapolarse a escenarios internacionales por su carácter estructural. Entre los principales FCE se destacan la planificación efectiva, la disponibilidad de recursos financieros, la gestión ambiental proactiva y la cooperación entre partes interesadas y aprobaciones legales en el contexto ambiental. Los autores subrayan la importancia de integrar requisitos sostenibles en las fases tempranas del proyecto y enfatizan que el cumplimiento regulatorio ambiental no debe verse como un requisito externo, sino como una ventaja competitiva para los contratistas. Este enfoque respalda la idea de que una gobernanza sólida, combinada con una cultura organizacional orientada a la sostenibilidad, es esencial para alcanzar el éxito en proyectos de construcción verde.

El Touny et al. (2021) proponen un modelo integral de factores críticos de éxito para proyectos de construcción sostenible, estructurado en tres dimensiones: organizacional, técnica y ambiental. En la dimensión organizacional, destacan el compromiso de la alta dirección, la claridad en los objetivos sostenibles y la formación continua del personal. En el ámbito técnico, sobresalen la disponibilidad de materiales sostenibles, el uso de tecnologías verdes y la gestión eficiente del tiempo y los costos. En cuanto al componente ambiental, enfatizan la reducción de residuos y el control de impactos durante la ejecución. El enfoque de estos autores refuerza la importancia de diseñar proyectos con criterios de sostenibilidad desde el inicio, integrando herramientas como BIM o análisis de ciclo de vida de todo el proyecto.

Por otra parte, Yusuf et al. (2024) analizan los factores que influyen en la implementación efectiva de prácticas sostenibles en proyectos constructivos, especialmente en países en desarrollo. Los autores señalan como FCE fundamentales la educación y capacitación en sostenibilidad, la transparencia en la toma de decisiones, la disponibilidad de incentivos económicos y la alineación de las políticas públicas con los objetivos de sostenibilidad del proyecto. Resaltan que la falta de conocimiento técnico y normativo en sostenibilidad representa una barrera significativa, por lo que proponen fortalecer las capacidades institucionales y fomentar alianzas entre sector público, privado y academia.

Kineber et al. (2024) abordan la gestión de proyectos sostenibles desde una perspectiva ágil, argumentando que la flexibilidad, el aprendizaje iterativo y la retroalimentación constante son condiciones críticas para garantizar la sostenibilidad en proyectos dinámicos. Su investigación destaca factores como la autonomía del equipo multidisciplinario, la adaptabilidad a cambios contextuales, la orientación a resultados sostenibles medibles, y la integración de los stakeholders como parte activa del proceso de desarrollo. Proponen una convergencia entre los principios del Agile Project Management y los objetivos del desarrollo sostenible (ODS), lo cual permite una mayor capacidad de respuesta frente a incertidumbres operativas y cambios normativos. Esta visión aporta al modelo un enfoque adaptativo y centrado en la innovación organizacional como camino hacia la sostenibilidad operativa.

Según Nguyen (2023) analiza los principales impulsores de la innovación hacia la construcción sostenible en países en desarrollo, destacando aquellos relacionados con el desempeño del proyecto, la adaptabilidad organizacional y las demandas del cliente. A través de un modelo el autor identifica doce impulsores clave agrupados en tres niveles: proyecto, empresa e industria. Entre los factores más influyentes se encuentran los requisitos del cliente, la mejora del rendimiento del proyecto, el liderazgo y la complejidad técnica, los cuales inciden directamente en la capacidad del equipo para gestionar adecuadamente los desafíos operativos y responder a criterios de sostenibilidad exigidos por los distintos actores. Estos hallazgos coinciden con enfoques recientes que destacan la importancia del liderazgo estratégico, la preparación técnica del equipo y la capacidad de adaptación a contextos variables como elementos fundamentales para el éxito en proyectos sostenibles. Asimismo, el estudio sugiere que, en contextos con normativas poco exigentes o con débil implementación, los factores internos del proyecto y la gestión efectiva de los interesados resultan más decisivos que las políticas externas para fomentar la innovación con enfoque sostenible.

Gade y Selman (2023) presentan un estudio de caso aplicado al diseño de una escuela y jardín infantil en Dinamarca, enfocado en la implementación temprana de los Objetivos de

Desarrollo Sostenible (ODS) dentro del proceso de planificación de un proyecto de construcción, los autores examinan cómo los actores involucrados perciben y priorizan los ODS en las fases iniciales, destacando una limitada operatividad del marco de los ODS debido a la falta de herramientas de medición y criterios específicos aplicables al sector construcción. No obstante, los ODS se posicionaron como un marco orientador que facilitó el diálogo político, técnico y social, aportando coherencia en la visión del proyecto. Los objetivos con mayor grado de implementación fueron los ODS 4 (educación de calidad), 9 (infraestructura e innovación), 12 (producción y consumo responsable) y 13 (acción por el clima), todos ellos abordados a través de estrategias concretas como el diseño pedagógico sostenible, el uso de materiales circulares, la integración de tecnologías limpias y la certificación ambiental (DGNB). Este estudio refuerza la importancia de considerar la sostenibilidad desde una perspectiva integral, y se generan factores críticos como la participación de los diversos actores, la gestión ambiental del riesgo, la planificación estratégica y el liderazgo institucional.

Waqar et al. (2023) analizan los desafíos y factores que afectan la adopción de tecnologías emergentes como el RFID pasivo (P-RFID) en la gestión de proyectos de construcción de pequeña escala en países en desarrollo. A través de un modelo SEM, identifican seis barreras principales: técnicas, culturales, de privacidad, de interés, de volatilidad y de recursos, todas con influencia significativa en el éxito del proyecto. El estudio demuestra que la superación de estas barreras puede mejorar sustancialmente la trazabilidad de recursos, la seguridad, el cumplimiento normativo y la eficiencia operativa en el sector. Aunque el enfoque está centrado en la transformación digital, los autores destacan la estrecha relación entre la implementación tecnológica y los principios de sostenibilidad, especialmente en términos de reducción de desperdicio, mejor utilización de materiales y transparencia en el manejo de datos. Por lo que integran factores como la cultura organizacional, la gestión del cambio, el liderazgo técnico y la planificación estratégica.

Kazemi et al. (2023) realizan una revisión sistemática de 150 artículos académicos relacionados con el informe de sostenibilidad o sustainability reporting (SR) en el sector de la construcción, identificando su rol como herramienta clave para comunicar, monitorear y gestionar el desempeño sostenible de los proyectos. A través de un enfoque estructurado, los autores clasifican la literatura en cuatro grandes temas: evaluación y medición del desempeño, determinantes del SR, gestión estratégica e implementación, y resultados organizacionales. El estudio resalta la creciente demanda de transparencia y rendición de cuentas en el sector, así como la necesidad de desarrollar marcos de evaluación más completos que incluyan aspectos sociales y de gobernanza, no solo ambientales. Además, subrayan el papel de los stakeholders,

la cultura organizacional, las políticas institucionales y las tecnologías como factores determinantes para la implementación exitosa del SR.

Figueiredo et al. (2024) proponen un marco integrador que combina la Evaluación de Sostenibilidad del Ciclo de Vida (LCSA), los modelos Digital Twin (DT) y la tecnología Blockchain para realizar evaluaciones sostenibles dinámicas a lo largo de todo el ciclo de vida de las edificaciones. A través de una revisión sistemática y un estudio de caso aplicado a un edificio residencial en Brasil, los autores demuestran cómo esta integración permite realizar evaluaciones dinámicas de sostenibilidad que abarcan las fases de diseño, construcción, operación y mantenimiento. El uso de modelos DT permite monitorear continuamente el desempeño ambiental, económico y social del edificio, mientras que la tecnología Blockchain garantiza la integridad, trazabilidad y seguridad de la información generada en el proceso. Esta sinergia tecnológica facilita la toma de decisiones informada desde la etapa de diseño hasta el mantenimiento del edificio, promoviendo un enfoque iterativo de sostenibilidad. El marco propuesto también plantea el uso de contratos inteligentes y plataformas semánticas como herramientas de gobernanza digital, lo que conecta con factores críticos como la planificación estratégica, el liderazgo institucional, la innovación organizacional y la trazabilidad del desempeño sostenible en proyectos constructivos.

Por otra parte, Cai et al. (2025) abordan el fenómeno de oposición comunitaria (efecto NIMBY) frente a proyectos de incineración de biowaste, una tipología clave dentro de la infraestructura para una bioeconomía circular. En el cual identifican factores críticos que desencadenan conflictos sociales, destacando entre ellos la percepción de riesgo ambiental, la falta de participación pública, la ausencia de mecanismos de compensación justa y la poca confianza en las autoridades. El análisis estructurado permite visualizar las relaciones de causalidad entre estos factores, revelando cadenas de impacto en las que el déficit de evaluación de riesgos y comunicación gubernamental intensifican la percepción de amenaza y conducen a una alta probabilidad de conflicto. El estudio propone una gobernanza proactiva que incorpore procesos de diálogo temprano, transparencia en la toma de decisiones y mecanismos de compensación equitativos. Estos resultados refuerzan la importancia de factores como la gestión de stakeholders, la planificación estratégica con enfoque participativo y la gestión del riesgo como determinantes del éxito en proyectos sostenibles con alto componente social.

Díaz Schery et al. (2023), presentan un enfoque centrado en la transformación digital del sector público mediante la adopción de BIM, en donde desarrollan un marco de trabajo basado en factores críticos de éxito para impulsar la digitalización de los proyectos de construcción. A través de una combinación metodológica que incluye revisión sistemática, entrevistas con

expertos en obras públicas y métodos multicriterio, los autores priorizan factores clave como la disponibilidad de información financiera y de rendimiento, la infraestructura tecnológica institucional, la facilidad de aprendizaje de software BIM, el retorno sobre la inversión y la integración del BIM como herramienta de competitividad sectorial. Estos elementos se agrupan en dimensiones estratégicas como tecnología, personas, procesos y cultura organizacional; por lo tanto, refuerzan la importancia de la innovación tecnológica, la planificación estratégica y el desarrollo de capacidades por parte del equipo de trabajo como pilares para el éxito sostenible en proyectos públicos.

Alghuried (2025) realiza una evaluación exhaustiva de los factores críticos de éxito (FCE) aplicables a la gestión de proyectos de construcción sostenible en Arabia Saudita, utilizando una combinación de revisión sistemática, encuestas a expertos y técnicas de análisis como el Índice de Importancia Relativa (RII) y el Proceso Analítico Jerárquico (AHP). El estudio identifica 24 FCE agrupados en cinco dimensiones clave: entrega sostenible y gestión de stakeholders, planificación estratégica y alineación, prácticas de gestión y liderazgo, cumplimiento y gobernanza, y recursos humanos y necesidades de las partes interesadas. Los cinco factores mejor valorados fueron: la implementación de una planificación estratégica eficaz, el cumplimiento de normas anticorrupción, la asignación eficiente de recursos, la experiencia y competencia del gerente de proyecto, y la formulación de políticas públicas para sostenibilidad.

También, Rafeh et al. (2023) abordan el manejo de stakeholders como una dimensión fundamental en la gestión de proyectos de construcción, mediante un estudio empírico en Pakistán. A través de una combinación de análisis de importancia relativa (RII) y análisis factorial, identificaron 18 factores críticos de éxito (FCE) para una gestión eficaz de stakeholders, los cuales fueron organizados en cuatro componentes clave: relaciones y reacciones de los stakeholders, gestión de necesidades y objetivos, identificación e involucramiento de actores, y responsabilidades sociales. Entre los factores mejor posicionados se encuentran la formulación clara de la misión del proyecto, la comunicación efectiva y frecuente con los stakeholders, y la identificación detallada de los actores involucrados. Los autores destacan que estos elementos, cuando son abordados de forma anticipada y estratégica, permiten mitigar conflictos, mejorar la toma de decisiones y aumentar el nivel de aceptación de los proyectos. La investigación refuerza la relevancia de integrar procesos de comunicación planificada, análisis de influencia, comprensión de intereses y mapeo de comportamiento de los stakeholders como acciones críticas para el éxito sostenible.

Por su parte, Shayan et al. (2022) abordan la gestión de riesgos desde una perspectiva poco explorada: la fase de ejecución del proyecto. A través de un enfoque mixto, que incluyó

encuestas y entrevistas a profesionales internacionales de la construcción, identificaron 24 factores críticos de éxito (FCE) agrupados en cuatro dimensiones: organizacional, comportamental humana, procedimental y externa. Los factores más valorados incluyen la capacidad de gestión del proyecto, el conocimiento y experiencia del equipo, la participación temprana de contratistas, y las fuerzas socioculturales. El estudio subraya que, a diferencia de la planificación, la fase de ejecución es donde ocurren la mayoría de los riesgos operativos, de coordinación de diseño y administrativos, por lo que los FCE deben adaptarse a esta etapa para ser efectivos. Los hallazgos refuerzan la necesidad de una cultura organizacional madura en gestión de riesgos, una estrategia clara de comunicación y liderazgo, y una integración dinámica de herramientas como documentación robusta y tecnologías colaborativas.

Por último, Wuni y Shen (2020) desarrollan una de las revisiones sistemáticas más amplias y rigurosas sobre los factores críticos de éxito (FCE) aplicables a proyectos de construcción modular integrada (MiC), una metodología emergente asociada a la industrialización sostenible del sector. A partir del análisis de 55 estudios publicados entre 1993 y 2019, los autores identifican 35 FCE clave para la implementación exitosa de proyectos MiC, destacando la colaboración y comunicación efectiva entre los participantes, la coordinación de la cadena de suministro, el congelamiento temprano del diseño, la participación continua de actores clave, una estrategia de contratación adecuada, y la estandarización de procesos y de mejores prácticas. Además, proponen un modelo estructurado por etapas y un modelo de bucle causal que revela las relaciones interdependientes entre los FCE, subrayando la necesidad de abordarlos desde una perspectiva sistémica y dinámica.

Con base en la revisión teórica y complementaria realizada, se logró consolidar un cuerpo robusto de literatura conformado por 25 estudios clave que abordan desde diversas metodologías, contextos geográficos y enfoques técnicos los principales factores críticos de éxito (FCE) en la gestión de proyectos de construcción sostenible. Esta revisión ha permitido identificar factores comunes entre autores, tales como el compromiso de la alta dirección, la gestión de stakeholders, la planificación estratégica, la cultura organizacional, la gestión del riesgo y la adopción tecnológica como elementos centrales para lograr resultados sostenibles.

Como producto de este análisis comparativo, se incluye a continuación la Tabla 1, en la que se sintetizan los factores críticos de éxito abordados, marcados con una x por cada uno de los autores revisados, permitiendo visualizar su grado de recurrencia y conexión temática con el modelo propuesto en esta investigación.

Tabla 1 sinterización los factores críticos de éxito abordados por cada autor.

Factor crítico Éxito (FCE) Principal	Compromiso Alta Dirección con el Proyecto				Gestión de Stakeholders				Equipo Multidisciplinario y Capacitado			Ciclo de Vida del Proyecto				Monitoreo y Control de las actividades del proyecto			Identificación de los riesgos de proyectos		
	Recursos financieros	Compromiso de la alta dirección	Gestión contractual	Asignación de recursos	Comunicación efectiva y Cooperación entre actores	Gestión ambiental	Participación de stakeholders	Gestión de la cadena de suministro	Educación en sostenibilidad	Autonomía del equipo	Cultura organizacional	Integración de la sostenibilidad en todo el ciclo de vida	Estandarización de procesos	Evaluación temprana de impactos ambientales	Uso de tecnologías digitales e innovación tecnológica	Planificación estratégica	Planificación efectiva	Control de calidad	Gestión de riesgos	Evaluación de riesgos socioambientales	Plan de mitigación temprana de riesgos
Zhang (2005)	X	X	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	
Banihashemi et al. (2017)	X	X	X	X	X	-	X	X	-	-	X	-	-	X	X	X	X	X	-	-	
Kiani & Standing (2018)	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	
Yang et al. (2009)	X	X	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	X	
Kineber et al. (2021)	-	X	-	-	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	
Aktas & Ozorhon (2015)	X	X	X	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	
Maqbool & Sudong (2018)	X	X	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-	
Jefferies (2014)	-	X	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	
Tang Z- W. et al. (2019)	-	X	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	
Jaafari (2000)	-	X	-	X	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	
Gunduz & Almuajebh (2020)	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	
El Touny et al. (2021)	X	X	X	X	X	-	X	X	-	-	-	X	-	X	X	X	X	-	-	-	
Yusuf et al. (2024)	X	X	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	X	-	X	-	X	X	-	-	
Kineber et al. (2024)	-	X	-	-	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	
Nguyen (2023)	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	-	X	-	
Gade & Selman (2023)	-	X	-	-	X	-	X	X	-	-	X	X	-	X	X	X	X	-	X	-	
Waqar et al. (2023)	X	-	X	X	X	-	X	X	-	X	X	-	-	X	X	X	X	-	-	-	
Kazemi et al. (2023)	-	X	-	-	X	-	-	-	X	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	
Figueiredo et al. (2024)	X	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	-	-	X	X	-	-	-	X	-	
Cai et al. (2025)	-	X	-	-	X	X	X	-	-	-	X	-	X	-	X	X	-	X	X	X	
Díaz Schery et al. (2023)	X	X	-	-	-	-	X	-	-	X	X	X	-	X	X	-	-	-	-	-	
Alghuried (2025)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	
Rafeh et al. (2023)	X	X	X	X	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	-	
Shayan et al. (2022)	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	
Wuni & Shen (2020)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	X	-	-	

Nota. Elaboración propia 2024.

5. Metodología

5.1. Diseño del Modelo

Para la construcción del modelo en el cual se integren los factores críticos de éxito de los proyectos, la gestión de proyectos y la construcción sostenible, se establece la matriz de identificación de variables, en la Tabla 1 se exponen las variables encontradas en las principales investigaciones que han realizado los autores anteriormente mencionados, con lo cual se construyó la matriz en donde se identificaron y clasificaron las variables alineadas a la triple restricción (TR) o indicadores clave de rendimiento del proyecto (KPIs, por sus siglas en ingles Key Performance Indicators) y las variables derivadas de la triple línea base (TLB) o indicadores de desarrollo sostenible (IDSs) y como se vinculan al enunciado del alcance del proyecto o a la identificación de los riesgos del proyecto; lo que permite abordar el objetivo específico 1: identificar los factores críticos de éxito en la gestión de proyectos de construcción sostenible a modo de variables.

Tabla 2 Matriz para la identificación de variables.

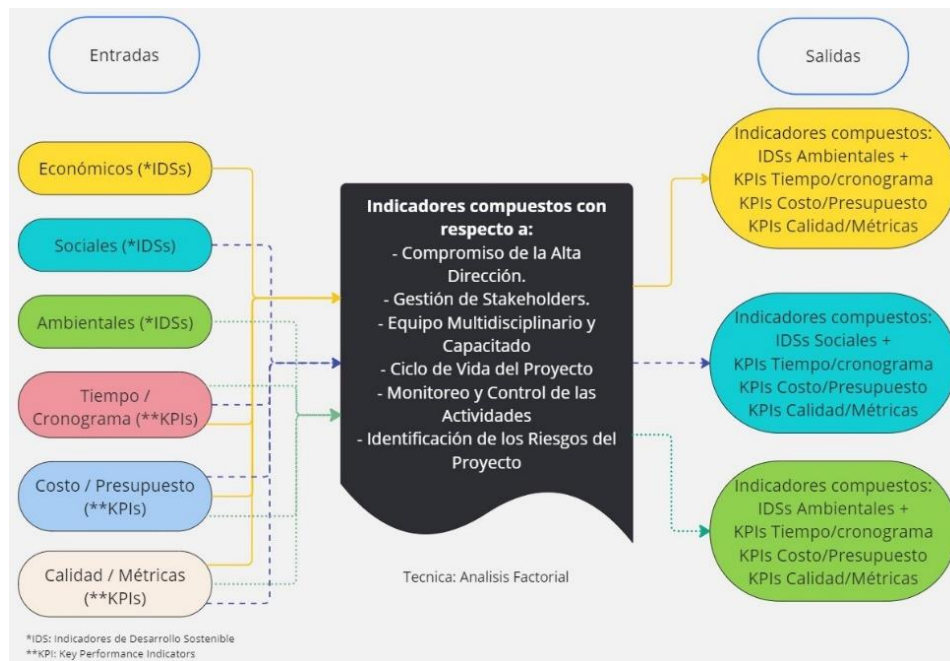
Nombre del artículo	Factores Críticos de Éxito relacionados al enunciado del alcance de proyectos de construcción sostenible											Factores Críticos de Éxito relacionados con la identificación de los riesgos de proyectos de construcción sostenible (R)				
	Compromiso Alta Dirección con el Proyecto (AD)		Gestión de Stakeholders (ST)		Equipo Multidisciplinario y Capacitado (EM)		Ciclo de Vida del Proyecto (CV)		Monitoreo y Control de las actividades del proyecto (CA)							
	COD	VARIABLE	COD	VARIABLE	COD	VARIABLE	COD	VARIABLE	COD	VARIABLE	COD	VARIABLE				
Triple línea base / Indicadores de Desarrollo Sostenible (Proyectos de Construcción)	Económicos (E)															
	Sociales (S)															
	Ambientales (A)															
Triple restricción / Indicadores clave de rendimiento del Proyecto	Tiempo / Cronograma (T)															
	Costo / Presupuesto (P)															
	Calidad / Métricas (Q)															

Nota. Elaboración propia 2024, Adaptado de González Urrego y Rueda Varón, 2022b, p. 23.

Con el propósito de abordar el objetivo específico 2: construir el modelo que identifique los factores críticos de éxito en la gestión de proyectos de construcción sostenible, se estableció indicadores compuestos a través de cada una de las variables, las cuales permiten vincular la triple restricción y la triple línea base de los proyectos; con el fin de construir una relación de sostenibilidad en los proyectos, dado los cambios repentinos que se presentan en los diferentes proyectos, debido a su connotación, contexto, stakeholders y alcances que pueden variar en función de los objetivos trazados.

Con base en lo expresado por Silvius et al. (2017) sobre los riesgos y su vínculo con cada uno de los componentes sociales, ambientales y económicos, se deben evaluar estrechamente con los recursos y los resultados de los entregables del proyecto. De acuerdo con este mismo autor, los principales aspectos de la triple restricción son el costo, el tiempo y la calidad, los cuales debe ser integrados para medir los indicadores y desempeño de los proyectos a lo largo del manejo del tiempo/cronograma, costo/presupuesto y calidad/métricas. En la Figura 7 se realiza el esquema de flujo que se utilizó para la construcción del modelo de integración de los indicadores de sostenibilidad y los indicadores de desempeño de los proyectos.

Figura 7 Diagrama de flujo construcción del modelo para la integración de indicadores de desarrollo sostenible en la gestión de proyectos de construcción.



Nota. Elaboración propia, 2024. Adaptado de González Urrego y Rueda Varón, 2022b, p. 24).

5.2. Identificación de Variables

Con base en el planteamiento de un modelo de integración de los componentes factores críticos de éxito, gestión de proyectos y construcción sostenible, establecido en la Figura 7, se llevó a cabo la construcción de las matrices desde la Tabla 2, hasta la Tabla 11, relacionadas a la identificación de variables en artículos científicos seleccionados, Se aporta matriz completa en el Anexo A pestaña matriz de variables.

La identificación de las variables se basó en un análisis de literatura científica y la integración de perspectivas prácticas obtenidas a través de consultas con expertos. Cada

variable fue seleccionada con base en su relevancia para la triple línea base del desarrollo sostenible, teniendo en cuenta la triple restricción de la gestión de proyectos y el impacto en los factores críticos de éxito identificados. Este enfoque permite que las variables seleccionadas reflejen los desafíos y oportunidades más significativos en la gestión de proyectos de construcción sostenible.

A continuación, cada una de las matrices comprende la relación y combinación de las variables, cada uno de los factores, el factor total y el indicador de aporte de cada una de las variables:

Tabla 3 Matriz de identificación de variables en artículos científicos seleccionados. 1 de 10.

Nombre del artículo		Factores Críticos de Éxito relacionados al enunciado del alcance de proyectos de construcción sostenible										Factores Críticos de Éxito relacionados con la identificación de los riesgos de proyectos de construcción sostenible (R)		
		Compromiso Alta Dirección con el Proyecto (AD)		Gestión de Stakeholders (ST)		Equipo Multidisciplinario y Capacitado (EM)		Ciclo de Vida del Proyecto (CV)		Monitoreo y Control de las actividades del proyecto (CA)				
		COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	
1. Critical success factors for public-private partnerships in infrastructure development (Zhang, X, 2005).	Triple línea base / Indicadores de Desarrollo Sostenible (Proyectos de Construcción)	Económicos (E)	EAD01	Se promueve un entorno de inversión favorable para el proyecto de construcción.					ECV01	Se evalúa la viabilidad económica de la construcción del proyecto				
		Sociales (S)												
		Ambientales (A)												
	Triple restricción / Indicadores clave de rendimiento del Proyecto	Tiempo / Cronograma (T)												
		Costo / Presupuesto (P)							PCV01	Se formula una estructura financiera para todo el ciclo de vida del proyecto de construcción.			PRO1	Se minimiza el riesgo con un equipo de proyecto con conocimientos financieros en el ámbito de la construcción.
		Calidad / Métricas (Q)					QEM01	Se conforma un equipo con fortaleza técnica para dar cumplimiento a todos los parámetros de calidad del proyecto de construcción.						

Nota. Elaboración propia 2024

En la Tabla 2 se identificaron factores en los indicadores económicos relacionados con la alta dirección y el ciclo de vida del proyecto, factores de costo y presupuesto, los cuales están vinculados también al ciclo de vida del proyecto y riesgos asociados al mismo. Por último, las métricas de calidad relacionados al equipo multidisciplinario donde resalta la fortaleza técnica a los parámetros de la calidad.

En este artículo, Zhang (2005), destaca el equipo multidisciplinario como un factor de inversión favorable, que brinde mayores garantías económicas y solidez financiera en términos de costos-presupuesto; lo cual genera mejores proyecciones en el ciclo de vida del proyecto. La importancia de tener en cuenta estos aspectos económicos en el artículo, representa uno de los principales factores que influyen en el proyecto, creando fortaleza financiera en los proyectos de construcción sostenible.

Tabla 4 Matriz de identificación de variables en artículos científicos seleccionados. 2 de 10.

Nombre del artículo	Factores Críticos de Éxito relacionados al enunciado del alcance de proyectos de construcción sostenible										Factores Críticos de Éxito relacionados con la identificación de los riesgos de proyectos de construcción sostenible (R)			
	Compromiso Alta Dirección con el Proyecto (AD)		Gestión de Stakeholders (ST)		Equipo Multidisciplinario y Capacitado (EM)		Ciclo de Vida del Proyecto (CV)		Monitoreo y Control de las actividades del proyecto (CA)					
	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE		
2. Critical success factors (CSFs) for integration of sustainability into construction project management practices in developing countries (Banihashem i, S., Hosseini, M. R., Gohkadeh, H., & Sanjaran, S., 2017)	Triple línea base / Indicadores de Desarrollo Sostenible (Proyectos de Construcción)	Económicos (E)		EST01	Los stakeholders participan en la identificación de necesidades económicas derivadas del proyecto de construcción.					ECA01	Se cuenta con un sistema de gestión de conocimiento para la evaluación económica de los proyectos de construcción.			
		Sociales (S)	SAD01		Se cuenta con una estructura organizacional bien definida con base en las responsabilidades sociales respecto al proyecto de construcción.									
		Ambientales (A)												
	Triple restricción / Indicadores clave de rendimiento del Proyecto	Tiempo / Cronograma (T)									TCA01	Se lleva a cabo el seguimiento y control a las actividades de construcción		
		Costo / Presupuesto (P)												
		Calidad / Métricas (Q)	QAD01		La alta dirección de la organización está comprometida con la calidad de los proyectos de construcción		QEM02	Se conforma un equipo de trabajo que cuente con conocimientos, habilidades y destrezas de gerencia de proyectos de construcción.						

Nota. Elaboración propia 2024.

En la Tabla 3 se evidencia factores de stakeholders y monitores de las actividades del proyecto, relacionados con los indicadores económicos; indicadores sociales que están estrechamente vinculados a la alta dirección; factores de control de actividades ligadas al indicador de tiempo y cronograma e indicadores de calidad relacionados a la alta dirección y equipos multidisciplinarios.

Banihashemi et al. (2017), resaltan en este artículo el compromiso de la alta dirección, dando importancia a la implementación de prácticas sostenibles, generando un mayor respaldo en la gestión de proyectos en los aspectos sociales y de calidad, como factores trascendentales en la construcción sostenible. La importancia de resaltar estos aspectos en este artículo, están relacionados a la sostenibilidad de los proyectos a largo plazo, maximizando la eficiencia y minimizando el impacto ambiental.

Tabla 5 Matriz de identificación de variables en artículos científicos seleccionados. 3 de 10.

Nombre del artículo	Factores Críticos de Éxito relacionados al enunciado del alcance de proyectos de construcción sostenible										Factores Críticos de Éxito relacionados con la identificación de los riesgos de proyectos de construcción sostenible (R)		
	Compromiso Alta Dirección con el Proyecto (AD)		Gestión de Stakeholders (ST)		Equipo Multidisciplinario y Capacitado (EM)		Ciclo de Vida del Proyecto (CV)		Monitoreo y Control de las actividades del proyecto (CA)				
	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	
3. Critical success factors of sustainable project management in construction: A fuzzy DEMATEL-ANP approach. (Kiani Mavi, R., & Standing, C., 2018).	Triple línea base / Indicadores de Desarrollo Sostenible (Proyectos de Construcción)	Económicos (E)	EAD02	El proyecto de construcción se alinea con los objetivos económicos corporativos.								ER01	Se establece un plan de acción para los riesgos derivados de los cambios en la estabilidad económica y política en el desarrollo del proyecto de construcción.
		Sociales (S)											
		Ambientales (A)						ACV01	Se define un plan de gestión de residuos que mitigan el impacto ambiental del proyecto de construcción.				
	Triple restricción / Indicadores clave de rendimiento del Proyecto	Tiempo / Cronograma (T)				TEM01	Los equipos se motivan y cumplen sus metas a tiempo, mediante la asignación de agentes de proyectos competentes			TCA02	Se establecen metodologías de planificación y programación para la ejecución del proyecto de construcción.		
		Costo / Presupuesto (P)							PCV02	Se establece un plan de eficiencia de costos de trabajo para el cumplimiento del presupuesto del proyecto de construcción.			
		Calidad / Métricas (Q)						QCV01	Se persigue el cumplimiento de los parámetros de calidad establecidos para la construcción del proyecto.			QR01	La gestión de riesgos está vinculada a los objetivos y parámetros de calidad del proyecto de construcción

Nota. Elaboración propia 2024.

En la Tabla 4 se observan los factores con mayor relevancia a la derecha de la matriz, reflejando el ciclo de vida del proyecto como uno de los más fuertes indicadores en el artículo. Kiani y Standing (2018), resaltan estos aspectos en todos los niveles de la empresa, de manera trascendental. Adicional, los factores críticos de éxitos vinculados a las variables económicas y métricas de calidad. La importancia de este artículo es vital en la construcción sostenible, dado que aporta gran relevancia en el ciclo de vida y riesgos, como eje principal de la gestión de proyectos.

Tabla 6 Matriz de identificación de variables en artículos científicos seleccionados. 4 de 10.

Nombre del artículo	Factores Críticos de Éxito relacionados al enunciado del alcance de proyectos de construcción sostenible										Factores Críticos de Éxito relacionados con la identificación de los riesgos de proyectos de construcción sostenible (R)		
	Compromiso Alta Dirección con el Proyecto (AD)		Gestión de Stakeholders (ST)		Equipo Multidisciplinario y Capacitado (EM)		Ciclo de Vida del Proyecto (CV)		Monitoreo y Control de las actividades del proyecto (CA)				
	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	
4. Exploring critical success factors for stakeholder management in construction projects (Yang, J., Shen, G. Q., Ho, M., Drew, D. S., & Chan, A. P. C., 2009).	Triple línea base / Indicadores de Desarrollo Sostenible (Proyectos de Construcción)	Económicos (E)		EST02	Se identifican a profundidad los stakeholders que tienen un impacto económico debido al proyecto de construcción.								
				EST03	Se toma decisiones con base en las expectativas económicas que tienen los stakeholders en el proyecto de construcción.								
		Sociales (S)		SST01	Se identifican a profundidad los stakeholders que se ven afectados socialmente por el proyecto de construcción.								
	Triple restricción / Indicadores clave de rendimiento del Proyecto	Ambientales (A)											
		Tiempo / Cronograma (T)											
		Costo / Presupuesto (P)											
		Calidad / Métricas (Q)		QST01	Se establece un plan de comunicaciones a los stakeholders acerca de la ejecución y calidad del proyecto de construcción.								

Nota. Elaboración propia 2024.

En la Tabla 5 se reflejan variables únicamente vinculadas a los factores de stakeholders, pero distribuidas en los indicadores económicos, sociales y métricas de la calidad.

Yang et al. (2009), exponen de manera principal la participación de los stakeholders, dando la mayor importancia a las necesidades y limitaciones de éstos en la gestión de proyectos. el mismo autor indica que la importancia de establecer una comunicación eficiente y precisa con los involucrados. La importancia de destacar este artículo en conjunto con la relación con los stakeholders representa uno de los principales indicadores de éxito que pueda tener un proyecto de construcción sostenible, con el fin de garantizar una mayor probabilidad de éxito en los proyectos.

Tabla 7 Matriz de identificación de variables en artículos científicos seleccionados. 5 de 10.

Nombre del artículo		Factores Críticos de Éxito relacionados al enunciado del alcance de proyectos de construcción sostenible										Factores Críticos de Éxito relacionados con la identificación de los riesgos de proyectos de construcción sostenible (R)		
		Compromiso Alta Dirección con el Proyecto (AD)		Gestión de Stakeholders (ST)		Equipo Multidisciplinario y Capacitado (EM)		Ciclo de Vida del Proyecto (CV)		Monitoreo y Control de las actividades del proyecto (CA)				
		COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	
5. Exploring the value management critical success factors for sustainable residential building – A structural equation modelling approach (Kineber, A. F., Othman, I., Oke, A. E., Chileshe, N., & Zayed, T., 2021).	Triple línea base / Indicadores de Desarrollo Sostenible (Proyectos de Construcción)	Económicos (E)												
		Sociales (S)			SST02	Se establecen alianzas con las entidades gubernamentales y autoridades locales, para que el proyecto de construcción beneficie a las comunidades aledañas.								
		Ambientales (A)	AAD01	Se definen objetivos respecto al impacto ambiental de las actividades de construcción.										
	Triple restricción / Indicadores clave de rendimiento del Proyecto	Tiempo / Cronograma (T)						TCV01	Se garantiza la capacidad de comunicación de los requisitos de calidad al equipo ejecutor de las actividades de construcción.					
		Costo / Presupuesto (P)												
	Calidad / Métricas (Q)					QEM03	Se cuenta con un equipo multidisciplinario, que asegure la calidad del proyecto de construcción sostenible.							

Nota. Elaboración propia 2024.

En la Tabla 6 se evidencia factores de stakeholders en los indicadores sociales, factores de la alta dirección en los indicadores ambientales, factores del ciclo de vida del proyecto relacionados al indicador de tiempo y cronograma y, por último, factores de equipo multidisciplinario ligado a las métricas de la calidad.

Kineber et al. (2021), destacan la importancia del equipo multidisciplinario y los stakeholders, ellos aspectos sociales y ambientales, resaltando el beneficio y afectación que tengan los involucrados en el desarrollo del proyecto. Uno de los aspectos en que hace hincapié este artículo, es cómo se relaciona los involucrados en los proyectos, resaltando la importancia de un enfoque proactivo, creativo y bien estructurado, que permitan mayores garantías de éxito en los proyectos.

Tabla 8 Matriz de identificación de variables en artículos científicos seleccionados. 6 de

10.

Nombre del artículo	Factores Críticos de Éxito relacionados al enunciado del alcance de proyectos de construcción sostenible										Factores Críticos de Éxito relacionados con la identificación de los riesgos de proyectos de construcción sostenible (R)	
	Compromiso Alta Dirección con el Proyecto (AD)		Gestión de Stakeholders (ST)		Equipo Multidisciplinario y Capacitado (EM)		Ciclo de Vida del Proyecto (CV)		Monitoreo y Control de las actividades del proyecto (CA)			
	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE
	6. Green building certification process of existing buildings in developing countries: Cases from Turkey [Review]. Journal of Management in Engineering. (Aktas, B., & Ozorhon, B., 2015).	Económicos (E)										
Sociales (S)												
Ambientales (A)		AAD02	La organización se compromete con la mejora continua de las sostenibilidad ambiental de las actividades de construcción									
Tiempo / Cronograma (T)												
Costo / Presupuesto (P)							PCV03	Se optimizan los recursos disponibles para maximizar el valor agregado del proyecto de construcción				
Calidad / Métricas (Q)					QEM04	Se cuenta con un equipo de consultores con personal calificado y capacitado para la gestión de los proyectos de construcción						

Nota. Elaboración propia 2024.

En la Tabla 7 se evidencian indicadores ambientales en los factores de la alta dirección, indicadores de costo y presupuesto en los factores de ciclo de vida del proyecto e indicadores de calidad en el de equipo multidisciplinario y capacitado.

Aktas y Ozorhon (2015), en estos aspectos, destacan la gran importancia del proceso de verificación y certificación de construcciones sostenibles, a través de la alta dirección en el aspecto ambientales, obteniendo mayores garantías en las métricas de calidad, desafíos en el ahorro del consumo de agua y energías, lo cual reduce considerablemente el impacto ambiental. Este artículo es vital para resaltar que los proyectos adquieran las certificaciones de construcción sostenible, lo cual garantiza una mayor probabilidad y éxito en el ciclo de vida.

Tabla 9 Matriz de identificación de variables en artículos científicos seleccionados. 7 de

10.

Nombre del artículo	Factores Críticos de Éxito relacionados al enunciado del alcance de proyectos de construcción sostenible										Factores Críticos de Éxito relacionados con la identificación de los riesgos de proyectos de construcción sostenible (R)	
	Compromiso Alta Dirección con el Proyecto (AD)		Gestión de Stakeholders (ST)		Equipo Multidisciplinario y Capacitado (EM)		Ciclo de Vida del Proyecto (CV)		Monitoreo y Control de las actividades del proyecto (CA)			
	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE
	7. Critical success factors for renewable energy projects: empirical evidence from Pakistan. (Marhool, R., & Sudong, V., 2018)	Económicos (E)	EAD03	Se realiza una formulación y planificación del proyecto de construcción acorde con las expectativas económicas de la alta dirección.	EST04	Se establece un plan de comunicación y cooperación para lograr los objetivos económicos entre el cliente y el líder del proyecto de construcción.						
Sociales (S)				SST03	se promueve la participación de las comunidades aledañas al proyecto de construcción para generar un beneficio social.							
Ambientales (A)											AR01	La gestión de riesgos medioambientales se establece como un parámetro fundamental en el éxito del proyecto de construcción.
Tiempo / Cronograma (T)												
Costo / Presupuesto (P)												
Calidad / Métricas (Q)					QEM05	Se establece un equipo de trabajo competente y técnicamente capacitado que desarrolla el proyecto de construcción con la más alta calidad.						

Nota. Elaboración propia 2024.

En la Tabla 8 esta matriz se destaca el factor de la alta dirección y la gestión de stakeholders en los indicadores económicos; factores de riesgos en los indicadores ambientales y factores de equipo multidisciplinario en los indicadores de métricas de calidad.

Maqbool y Sudong (2018), destacan el compromiso de la alta dirección y la gestión de stakeholders en los aspectos económicos y sociales, como integración para el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Para estos autores es de gran importancia el trabajo a partir del cronograma y, para ello, contar con un equipo de multidisciplinario que garantice una participación y eficiente en los grupos de trabajo. La importancia de este artículo está relacionado a la integración entre los grupos de trabajo, con el fin de generar mejores resultados a partir del cronograma de actividades.

Tabla 10 Matriz de identificación de variables en artículos científicos seleccionados. 8 de 10.

Nombre del artículo	Factores Críticos de Éxito relacionados al enunciado del alcance de proyectos de construcción sostenible										Factores Críticos de Éxito relacionados con la identificación de los riesgos de proyectos de construcción sostenible (R)		
	Compromiso Alta Dirección con el Proyecto (AD)		Gestión de Stakeholders (ST)		Equipo Multidisciplinario y Capacitado (EM)		Ciclo de Vida del Proyecto (CV)		Monitoreo y Control de las actividades del proyecto (CA)				
	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	
8. Using a case study approach to identify critical success factors for alliance contracting. (Jefferies, M., Brewer, G. J., & Gajendran, T., 2014).	Triple línea base / Indicadores de Desarrollo Sostenible (Proyectos de Construcción)	Económicos (E)		EST05	Se establecen alianzas económicas estratégicas para lograr la ejecución y construcción exitosa del proyecto							ER02	Se identifican los riesgos derivados de las alianzas económicas para la ejecución del proyecto de construcción.
		Sociales (S)		SST04	Se identifican las relaciones entre todas las partes involucradas en el proyecto de construcción.								
		Ambientales (A)											
Triple restricción / Indicadores clave de rendimiento del Proyecto		Tiempo / Cronograma (T)								TCA03	Se establecen indicadores de rendimiento del cronograma para realizar el seguimiento a las actividades del proyecto de construcción.		
		Costo / Presupuesto (P)											
		Calidad / Métricas (Q)						QC002	Se establecen de objetivos y parámetros de calidad de cada fase del proyecto de construcción.	QCA01	Se realizan talleres de mejora continua en todas la actividades del proyecto de construcción		

Nota. Elaboración propia 2024.

En la Tabla 9 se destaca la gestión de stakeholders relacionados a los indicadores económicos y sociales y factores de monitoreo y control de las actividades del proyecto, ligados a los indicadores de tiempo y cronograma y métricas de calidad. En este artículo, Jefferies (2014), resalta el vínculo con las alianzas como eje fundamental con los stakeholders y el respaldo en términos contractuales en los acontecimientos que surjan en la consecución d ellos proyectos. Destaca la importancia de reducir esfuerzos y obtener un mayor monitoreo y control de las actividades del proyecto. Es indispensable destacar este artículo en términos contractuales, debido a la injerencia que tengan los involucrados frente a los posibles acontecimientos a los que esté expuesto el proyecto.

Tabla 11 *Matriz de identificación de variables en artículos científicos seleccionados. 9 de 10.*

Nombre del artículo	Factores Críticos de Éxito relacionados al enunciado del alcance de proyectos de construcción sostenible										Factores Críticos de Éxito relacionados con la identificación de los riesgos de proyectos de construcción sostenible (R)			
	Compromiso Alta Dirección con el Proyecto (AD)		Gestión de Stakeholders (ST)		Equipo Multidisciplinario y Capacitado (EM)		Ciclo de Vida del Proyecto (CV)		Monitoreo y Control de las actividades del proyecto (CA)					
	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE				
9. Influence of procurement systems to the success of sustainable buildings. Journal of Cleaner Production. (Tang, Z. W., Ng, S. T., & Skitmore, M., 2019).	Triple línea base / Indicadores de Desarrollo Sostenible (Proyectos de Construcción)	Económicos (E)				EEM01	Se alinean los objetivos económicos del proyecto con los objetivos del equipo de trabajo del proyecto de construcción.							
		Sociales (S)												
		Ambientales (A)							ACV02	Se establece un plan de adquisiciones de materiales y productos sostenibles confiables y disponibles para el proyecto de construcción.				
	Triple restricción / Indicadores clave de rendimiento del Proyecto	Tiempo / Cronograma (T)					TEM02	Se establecen equipos de trabajo competentes y coordinados entre ellos para la terminación en el tiempo programado de las actividades del proyecto de construcción.						
		Costo / Presupuesto (P)									PCA01	Se plantea un sistema de gestión de monitoreo y control sobre las adquisiciones en todas las actividades del proyecto de construcción.	PRO2	Se establece un plan de mitigación presupuestal y gestión de riesgos de larga duración desde el inicio del proyecto de construcción sostenible.
		Calidad / Métricas (Q)												

Nota. Elaboración propia 2024.

En la Tabla 10 se destacan los factores de equipo multidisciplinario en los indicadores económicos y de tiempo y cronograma, así como factores de monitoreo y control de las actividades y riesgos relacionados a los indicadores de costo y presupuesto.

En este artículo, Tang Z- W. et al. (2019), resaltan la importancia de fortalecer la comunicación entre los diferentes departamentos de la organización, que permita un mayor flujo y claridad en la comunicación, como parte de la orientación en conjunto que deben tener los proyectos en sus diferentes etapas. La importancia de este artículo está relacionada con la mejor comunicación entre dependencias, con el fin de orientar efectivamente los objetivos a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Tabla 12 *Matriz de identificación de variables en artículos científicos seleccionados. 10 de 10.*

Nombre del artículo	Factores Críticos de Éxito relacionados al enunciado del alcance de proyectos de construcción sostenible											Factores Críticos de Éxito relacionados con la identificación de los riesgos de proyectos de construcción sostenible (R)		
	Compromiso Alta Dirección con el Proyecto (AD)		Gestión de Stakeholders (ST)		Equipo Multidisciplinario y Capacitado (EM)		Ciclo de Vida del Proyecto (CV)		Monitoreo y Control de las actividades del proyecto (CA)					
	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.	VARIABLE	COD.			VARIABLE
9. Influence of procurement systems to the success of sustainable buildings. Journal of Cleaner Production. (Tang, Z. W., Ng, S. T., & Skitmore, M., 2019).	Triple línea base / Indicadores de Desarrollo Sostenible (Proyectos de Construcción)	Económicos (E)					EEM01	Se alinean los objetivos económicos del proyecto con los objetivos del equipo de trabajo del proyecto de construcción.						
		Sociales (S)												
		Ambientales (A)							ACV02	Se establece un plan de adquisiciones de materiales y productos sostenibles confiables y disponibles para el proyecto de construcción.				
	Triple restricción / Indicadores clave de rendimiento del Proyecto	Tiempo / Cronograma (T)						TEM02	Se establecen equipos de trabajo competentes y coordinados entre ellos para la terminación en el tiempo programado de las actividades del proyecto de construcción.					
		Costo / Presupuesto (P)									PCA01	Se plantea un sistema de gestión de monitoreo y control sobre las adquisiciones en todas las actividades del proyecto de construcción.	PR02	Se establece un plan de mitigación presupuestal y gestión de riesgos de larga duración desde el inicio del proyecto de construcción sostenible.
		Calidad / Métricas (Q)												

Nota. Elaboración propia 2024.

En la Tabla 11 se indica mayor relación con la triple restricción para los factores de la alta dirección y la gestión de los stakeholders. Adicional, es indispensable destacar el factor de equipo multidisciplinario en los indicadores económicos y el factor de monitoreo y control de las actividades en los indicadores ambientales. En este artículo, Jaafari (2000) destaca la planificación estratégica a través de la integración de la alta dirección y los stakeholders, en los aspectos de triple restricción de tiempo-cronograma, costo-presupuesto y métricas de calidad. La importancia de este artículo resalta los estándares y aseguramiento de la calidad, con el fin de garantizar mejores resultados y una disminución considerable de costos para una mejor rentabilidad del proyecto.

5.3. Construcción de Modelo

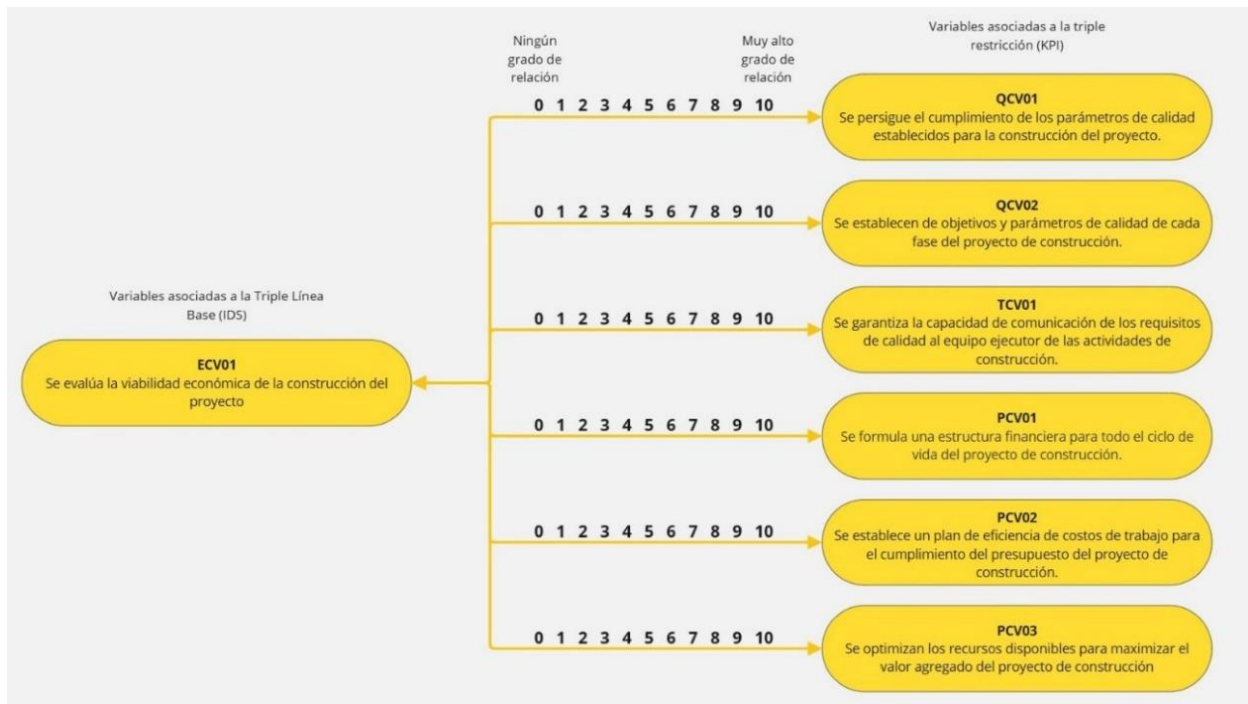
La construcción del modelo se fundamenta en la identificación y vinculación de las variables identificadas, con los indicadores clave de desempeño y los indicadores de desarrollo sostenible que influyen en los proyectos de construcción. Este proceso permitió establecer un marco metodológico robusto que combina herramientas estadísticas avanzadas como el análisis factorial exploratorio y la modelación de ecuaciones estructurales. Las cuales no solo facilitan la reducción de la dimensionalidad de los datos, sino que también aseguran que el modelo refleje con precisión las interrelaciones entre los factores, garantizando su relevancia en el contexto de la construcción sostenible. Este enfoque permite abordar los retos asociados a la triple restricción y la triple línea base, logrando una representación fiel de los indicadores económicos, sociales y ambientales dentro del ciclo de vida de los proyectos.

5.3.1. Diseño de cuestionario para consulta de expertos

Para diseñar el cuestionario para consultar a los expertos, se estructuró cada sección con un enunciado inicial establecido como una variable asociada a un indicador de desarrollo sostenible y establecer el grado de relación con ciertas variables presentadas en cada sección, respondiendo a la pregunta ¿cuál es el grado de relación de cada enunciado con las variables que conforman las opciones de respuesta?, la calificación se realiza mediante una escala de 0 a 10, donde 0 indica ningún grado de relación y 10 un muy alto grado de relación, esta escala facilita cuantificar la percepción de los expertos de una manera más precisa. La validación del cuestionario se hizo con 11 expertos de disciplinas como la ingeniería, administración y docencia con un grado de escolaridad mínimo de maestría y con amplia experiencia en la gerencia de proyectos y enfoque en sostenibilidad.

Los códigos que se encuentran al comienzo de cada sección y variables no tienen relación con las respuestas, sino que están diseñados para facilitar el análisis posterior de los datos, los resultados de las encuestas se utilizarán para establecer las relaciones entre las variables mediante análisis factorial exploratorio lo que permite desarrollar indicadores compuestos que reflejen la perspectiva de los expertos consultados. En la figura 8 se detalla una de las secciones establecidas en la columna del ciclo de vida de las tablas 2 a 11, donde se evalúa el grado de relación de la variable asociadas a los indicadores de desarrollo sostenible con las variables asociadas a los indicadores clave de desempeño en una escala de percepción de 0 a 10, que es un ejemplo de cada una de las secciones que se encuentran consignadas en las tablas 2 a 11.

Figura 8 Evaluación del grado de relación entre variables de estudio.



Nota. Elaboración propia, 2024.

5.3.2. Expertos consultados

Para establecer la relación entre las variables estudiadas de los indicadores de desarrollo sostenible (IDS) y los indicadores clave de desempeño (KPI), y considerando una perspectiva académica y profesional sobre la gestión de proyectos, se consultó a un grupo selecto de 11 expertos en construcción sostenible, gerencia de proyectos y sostenibilidad. Estos expertos fueron seleccionados de manera no probabilística por criterios, bajo el método de muestreo intencionado, con base en tres parámetros fundamentales:

1. Formación académica avanzada: todos los participantes cuentan con estudios de maestría o doctorado en áreas como ingeniería civil, ingeniería industrial, administración, ciencias empresariales o educación.
2. Experiencia profesional significativa: se seleccionaron expertos con más de 10 años de experiencia combinada entre gerencia de proyectos, docencia universitaria en posgrados, y consultoría en construcción sostenible.
3. Vinculación institucional activa: los encuestados estaban afiliados a universidades y centros de formación superior de Bogotá, incluyendo la Universidad EAN, lo que garantiza una perspectiva académica rigurosa y contextualizada en el entorno local.

Aunque el número de participantes puede parecer limitado, diversos autores (Kline, 2015; Marsh et al., 2020) argumentan que, para modelos exploratorios y validaciones expertas, el enfoque cualitativo basado en profundidad de conocimiento puede ser más valioso que una muestra amplia sin especialización. La homogeneidad académica y profesional de los expertos aporta consistencia a las valoraciones, lo cual es fundamental en este tipo de modelos.

Según Hernández Sampieri et al. (2014), el muestreo por juicio o por expertos es especialmente recomendable en investigaciones donde el fenómeno de estudio demanda un nivel elevado de conocimiento técnico, experiencia práctica y juicio profesional. Este tipo de muestreo no busca la representatividad estadística de una población amplia, sino la profundidad conceptual y la calidad de las respuestas, que solo pueden ser ofrecidas por individuos altamente capacitados en el tema de análisis. En este sentido, el presente estudio, al abordar la gestión de proyectos de construcción sostenible, una temática compleja que integra componentes técnicos, sociales, económicos y ambientales, justifica plenamente la selección deliberada de un grupo de expertos con formación académica avanzada y experiencia comprobada en gerencia de proyectos sostenibles.

La convocatoria se realizó de manera directa a través de correos institucionales y redes profesionales académicas, priorizando perfiles que contaran además con certificaciones como PMP®, Green Project Manager (GPM-b), o Scrum Master Professional (SMPC®), las cuales aportan un enfoque metodológico integral.

La consulta se llevó a cabo de manera online mediante la aplicación del cuestionario estructurado en Google Forms. Este instrumento fue diseñado para medir el grado de relación entre 96 variables agrupadas por secciones temáticas, utilizando una escala de Likert de 0 a 10. Los resultados del cuestionario completo se encuentran adjuntos en el Anexo A, pestaña “respuestas expertos”. Esta estructura facilitó una medición precisa de la percepción experta, permitiendo construir indicadores compuestos con alto nivel de confiabilidad.

Los expertos consultados fueron principalmente docentes universitarios altamente calificados y con reconocimiento académico en áreas de gestión de proyectos, sostenibilidad y dirección estratégica. Algunos de ellos también han liderado proyectos de infraestructura sostenible en el contexto colombiano, combinando experiencia aplicada y formación metodológica.

La Tabla 12 presenta el detalle de los perfiles de los expertos, que incluye ingenieros civiles, administradores, ingenieros electrónicos e industriales, todos con posgrados y doctorados, muchos de ellos con certificaciones profesionales en gerencia de proyectos sostenible.

Tabla 13 Descripción de perfiles de los encuestados.

Perfil del Experto (Profesión y grado de escolaridad)
INGENIERA CIVIL - MBA - MSc INGENIERIA CIVIL
Doctorado en gerencia de proyectos
PhD
Doctor en Gerencia de Proyectos, PMP, CSM
PhD. en Gerencia de proyectos.
Phd-EdD (c) En Educación MSc Magister en Gerencia de Proyectos MSc Magister en Didáctica Especialista en Gerencia Educacional PMP® - Project Management Professional PMP® - Profesional En Gerencia de Proyectos SMPC® Scrum Master Professional GPM-b Green Project Manager GPM Prism® - Green Project Management Practitioner - Proyectos sostenibles
ADMINISTRADOR DE EMPRESAS - MAESTRÍA
Profesor. Doctor-
Ingeniero Electrónico - Doctorado en Gerencia de Proyectos
ING CIVIL - MAESTRIA
Ingeniera Industrial/Doctora en Ciencias Empresariales

Nota. Elaboración propia 2024.

La participación de estos profesionales fue fundamental para asegurar la calidad y objetividad de los resultados. Su conocimiento en metodologías de gestión de proyectos, su experiencia en el sector de la construcción, su compromiso con prácticas sostenibles y el alto nivel técnico permitieron consolidar un modelo robusto, empíricamente validado y coherente con los desafíos reales del entorno de la construcción sostenible.

El modelo construido, con base en las respuestas de estos expertos, integra de manera efectiva los factores críticos de éxito identificados, proporcionando una herramienta práctica para evaluar y gestionar proyectos de construcción sostenible. La validación mediante análisis factorial y modelación estructural asegura su fiabilidad y aplicabilidad. Este modelo permite vincular los indicadores de desarrollo sostenible con los objetivos operativos del proyecto, estableciendo relaciones claras entre los factores económicos, sociales y ambientales, así como entre los indicadores de calidad, tiempo y costo, con lo cual se crea un marco que facilita la toma de decisiones estratégicas y optimiza los resultados en todas las fases del proyecto.

6. Resultados

6.1. Validación del cuestionario

El análisis que se presenta a continuación está orientado a procesar y evaluar los datos recolectados, permitiendo establecer relaciones significativas entre las variables seleccionadas. Inicialmente, se realiza una descripción detallada de las características generales de las respuestas obtenidas, proporcionando una visión inicial de la información recolectada. Posteriormente, se profundiza en la validación de los datos a través de técnicas específicas, asegurando su consistencia y utilidad para el desarrollo del modelo propuesto, Permitiendo determinar posibles outliers en el conjunto de datos y determinando la correlación entre las variables.

6.1.1. Análisis de las respuestas de los expertos

El análisis de las encuestas aplicadas a 11 expertos con formación de maestría o doctorado y amplia experiencia en gerencia de proyectos, construcción sostenible y docencia, permitió identificar patrones clave sobre la percepción de los factores críticos de éxito (FCE) en la gestión de proyectos de construcción sostenible. El cuestionario, compuesto por 96 ítems validados, midió el grado de relación entre variables asociadas a indicadores clave de desempeño (KPI) y variables asociadas a indicadores de desarrollo sostenible (IDS). En general, las respuestas reflejaron una tendencia favorable hacia la validez del modelo propuesto, con especial énfasis en aspectos relacionados con la alta dirección, la planificación estratégica y la estructura financiera.

Los ítems con mayor puntuación promedio estuvieron asociados al compromiso de la alta dirección con la calidad del proyecto (media de 8,73), la formulación de una planificación estratégica organizacional (8,55) y la existencia de una estructura financiera robusta a lo largo del ciclo de vida del proyecto (8,64). Estas valoraciones reflejan un alto grado de consenso en cuanto a la importancia de contar con liderazgo organizacional y claridad financiera para garantizar la eficiencia y sostenibilidad del proyecto.

En contraste, algunos ítems obtuvieron puntuaciones significativamente más bajas, con medias por debajo de 6,0. Entre ellos, se destacan afirmaciones vinculadas a la gestión de stakeholders desde una perspectiva territorial y social, como “Se establece un plan de gestión de costos teniendo en cuenta los comercios cercanos al proyecto”, que obtuvo una media de 5,09. Este tipo de resultados sugiere la necesidad de fortalecer tanto la conceptualización como la implementación de estrategias de articulación comunitaria dentro de los proyectos de construcción sostenible en el contexto colombiano.

Otro grupo de ítems con puntuaciones bajas se relacionó con la integración del componente social en los planes de gestión de riesgos. La dispersión en las respuestas (algunas con desviaciones estándar superiores a 3,0) evidencia opiniones divergentes entre los expertos, posiblemente causadas por la variedad de enfoques disciplinares y contextuales presentes entre los participantes. Esta variabilidad resalta la importancia de ajustar la redacción de estos ítems y reforzar su aplicabilidad práctica en futuras versiones del instrumento.

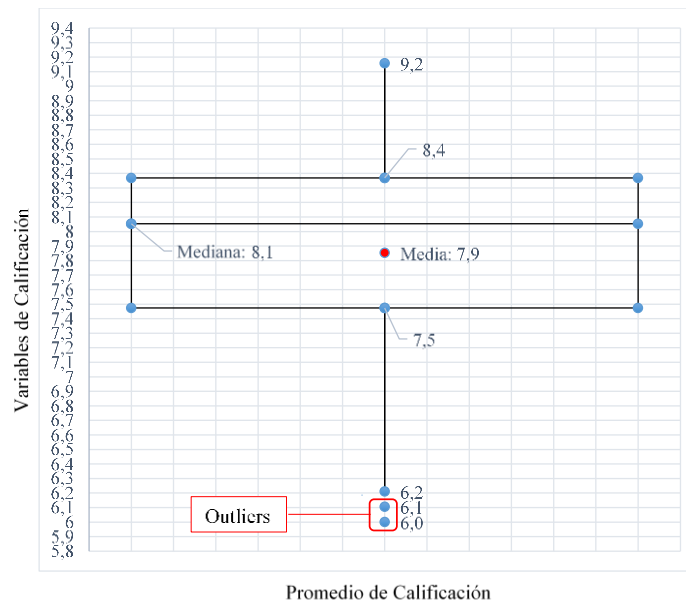
El análisis de estos datos permitió identificar no solo los factores mejor valorados, sino también aquellos que requieren ajustes para mejorar su claridad y relevancia. Así, se concluye que factores como la planificación estratégica, el liderazgo organizacional y la gestión financiera se consolidan como ejes estructurales del modelo, mientras que aspectos sociales y territoriales necesitan ser profundizados para garantizar una integración más robusta en el marco de la sostenibilidad.

En resumen, las respuestas de los expertos no solo respaldan la estructura conceptual del modelo, sino que también aportan insumos valiosos para su mejora continua. Esta retroalimentación permite ajustar el enfoque hacia una aplicación más efectiva en contextos reales, priorizando aquellos factores con mayor impacto comprobado y reformulando aquellos que generan dudas o interpretaciones ambiguas. La tabla completa de promedios y desviaciones estándar por ítem puede consultarse en el Anexo A, pestaña “Respuestas Expertos”.

6.1.2. Determinación de posibles outliers

Siguiendo las recomendaciones de Norman (2010), con el propósito de identificar inconsistencias acerca de las preguntas del cuestionario, se procedió a identificar *outliers* mediante el análisis de las respuestas dadas por los 19 encuestados quienes eran estudiantes de maestría de gerencia de proyectos, con los que se realizó la validación del instrumento, con base en las calificaciones dadas. Por lo tanto, al desarrollar el diagrama de cajas de la Figura 9, se pudo identificar tres preguntas que obtuvieron una calificación menor a 6,2 que corresponde a la calificación mínima del grupo resultado de la clusterización, lo que confirma las calificaciones de 6,1 en dos casos y 6,00 en uno, como *outliers*. En el Anexo B en la pestaña respuestas de validación se anexan las respuestas de los 19 encuestados, quienes son diferentes a los 11 expertos quienes cuentan con formación académica avanzada y mayor experiencia en el sector, cuyas respuestas fueron la construcción del modelo.

Figura 9 Diagrama de cajas-bigotes con base en las calificaciones obtenidas.



Nota. Elaboración propia, 2024.

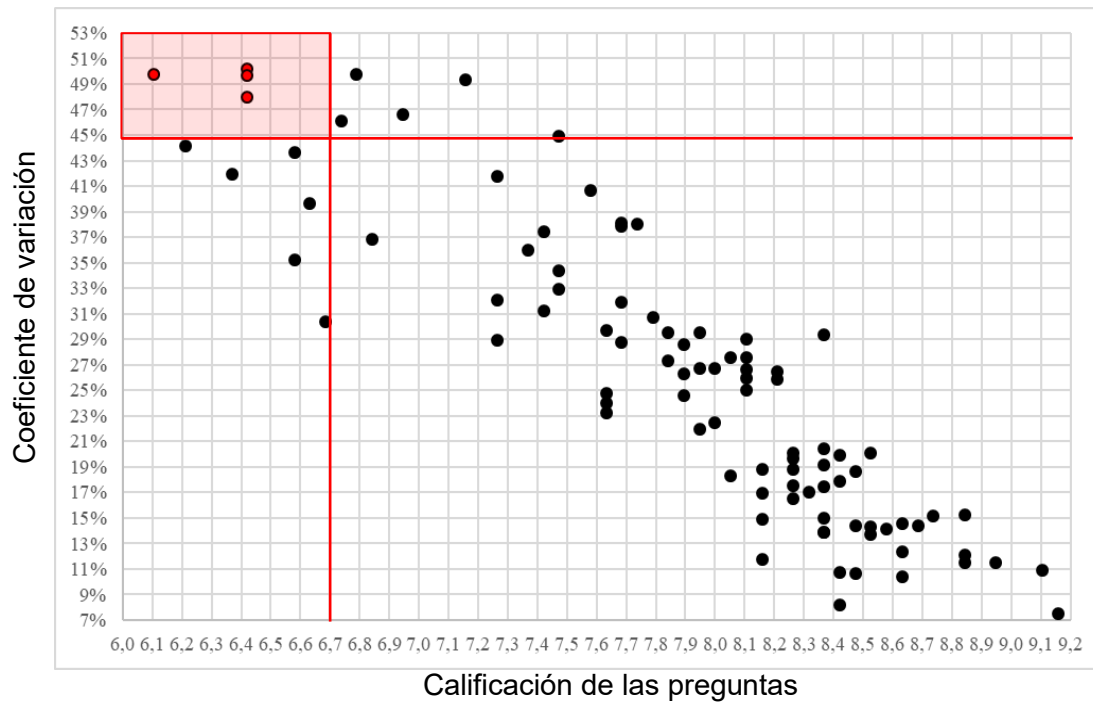
A su vez, con base en el anterior resultado de clusterización, se procedió a eliminar las preguntas que obtuvieron las calificaciones consideradas como outliers, de modo que, se pasó de 96 preguntas iniciales a 93 en el instrumento madurado.

6.1.3. Test de fiabilidad mediante Alpha de Cronbach y Análisis del coeficiente de variación de las preguntas

Una vez descartadas las preguntas con las respuestas identificadas como *outliers*, se realizó el análisis de fiabilidad con el Alpha de Cronbach, que dio como resultado una confianza del cuestionario de investigación de 0,93. Los datos detallados de fiabilidad por pregunta se aportan en el Anexo B en las pestañas A Fiabilidad, Alfa de Variable y Coeficiente de Variación.

Por otro lado, siguiendo las recomendaciones de Tavakol y Dennick (2011), se asumió media unidad por encima del promedio de calificación más bajo de 6,2. Por lo tanto, se tomó en cuenta como calificación mínima de referencia 6,7 y un coeficiente de variación mayor al 45%, con el propósito de identificar aquellas preguntas que requerían una mayor revisión de sus enunciados, en razón a que el promedio de su calificación era menor a 6,7 y su coeficiente de variación mayor al 45%. Como se observa en la Figura 10, las preguntas identificadas tienen una calificación menor a 6,7 y un coeficiente de variación mayor al 45%. Estas preguntas fueron ajustadas con el apoyo de docentes de gerencia de la facultad de ingeniería de la Universidad EAN.

Figura 10 *Análisis del coeficiente de variación.*



Nota. Elaboración propia, 2024.

La implementación de métodos estadísticos en esta investigación exige resultados confiables, claros y pertinentes que otorguen mayor solidez al proceso de análisis en la gestión de proyectos de construcción sostenible. En este sentido, el test de fiabilidad mediante el Alfa de Cronbach se utiliza para determinar la coherencia interna del cuestionario, identificando si las preguntas están correctamente formuladas, si guardan relación conceptual entre sí y si evalúan de manera precisa los componentes asociados a la sostenibilidad. Esto resulta fundamental ante la complejidad y amplitud temática abordada por el instrumento.

Complementariamente, el análisis del coeficiente de variación permite medir la dispersión en las respuestas, lo cual evidencia el grado de homogeneidad en la percepción de los expertos. Esta técnica ayuda a identificar cuáles factores presentan mayor influencia dentro de la muestra evaluada y, al mismo tiempo, señala aquellas áreas conceptuales que podrían requerir ajustes en su redacción o mayor claridad para ser comprendidas adecuadamente en futuras aplicaciones.

Una vez realizado el análisis estadístico, el modelo propuesto adquiere una mayor relevancia, ya que permite identificar con mayor precisión los factores críticos de éxito que inciden en la sostenibilidad de los proyectos. Además, facilita comprender cómo estos factores

se interrelacionan e influyen mutuamente, generando asociaciones que fortalecen la validez estructural del modelo frente a los desafíos reales del entorno de la construcción sostenible.

6.2. Definición del modelo

En esta sección se presenta el desarrollo del modelo a partir del análisis estadístico de las variables clave, utilizando herramientas como el análisis factorial exploratorio y la modelación de ecuaciones estructurales. El enfoque adoptado integra indicadores de desarrollo sostenible con indicadores de desempeño del proyecto, proporcionando una base sólida para optimizar la gestión y la toma de decisiones en proyectos de construcción sostenible.

6.2.1. Análisis de los datos

En el cuestionario a los expertos se recolectó la información mediante un análisis factorial exploratorio que, según Méndez Martínez y Rondón Sepúlveda (2012), es una técnica empleada para identificar estructuras subyacentes en variables observadas, para reducir la dimensionalidad y detectar factores latentes que expliquen la relación entre las variables, así mismo Marsh et al. (2020), define que el análisis factorial tiene como objetivo determinar estructuras a partir de una matriz de datos y analizar las posibles relaciones entre las variables y definir el conjunto de relaciones o dimensiones entre las variables a los que se denominan factores latentes. Su principal ventaja radica en que no requiere hipótesis previas sobre el número o naturaleza de los factores, permitiendo a los investigadores explorar datos sin restricciones rígidas. Además, ayuda a simplificar conjuntos de datos complejos, lo que facilita la interpretación y comprensión de los fenómenos en estudio.

La modelación de ecuaciones estructurales SEM por sus siglas en inglés, es una herramienta estadística multivariada, la cual combina el análisis factorial y análisis de regresión para examinar relaciones complejas entre variables observadas y no observadas (latentes), la cual permite probar y validar modelos teóricos basados en datos empíricos, ofreciendo una mayor robustez y flexibilidad al incorporar tanto relaciones directas como indirectas, por lo que es ideal cuando se busca validar teorías o desarrollar modelos predictivos. (Marsh et al. 2020).

Para el desarrollo de este texto se aplicó el análisis de componentes principales en el que se busca estimar la asociación y relación entre variables y la conformación de nuevos factores que permita interpretar el comportamiento en conjunto del modelo, análisis realizado con los programas SPSS y R.

La aplicación del análisis factorial exploratorio en este estudio permite descomponer las variables observadas y descubrir las estructuras subyacentes entre ellas, simplificando así la complejidad de los datos y revelando factores latentes que explican sus relaciones. Este enfoque es esencial para asignar pesos ponderados a los factores críticos de éxito en el modelo, lo que

a su vez permite construir una estructura sólida que refleje de manera precisa la importancia de cada factor e identifique los más relevantes para la sostenibilidad de los proyectos de construcción.

A su vez, la modelación de ecuaciones estructurales (SEM) complementa este análisis al brindar una validación teórica del modelo con datos empíricos, lo cual permite evaluar de forma detallada las relaciones entre variables observadas y latentes. Dicha modelación tiene la ventaja de integrar tanto relaciones directas como indirectas, lo que potencia la capacidad del modelo para adaptarse y responder a los cambios en el entorno del proyecto. En conjunto, estos métodos garantizan una estructura integral y práctica para la gestión de proyectos sostenibles, permitiendo que los factores económicos, sociales y ambientales se optimicen y monitoreen en cada fase del ciclo de vida del proyecto.

La aplicación de métodos estadísticos como el análisis factorial exploratorio (AFE) y la modelación de ecuaciones estructurales (SEM, por sus siglas en inglés) permite abordar directamente el problema planteado en esta investigación: la ausencia de un modelo integral que identifique, relacione y valide los factores críticos de éxito (FCE) en la gestión de proyectos de construcción sostenible. Al utilizar estas técnicas, se logra descomponer y analizar una gran cantidad de variables interrelacionadas, extrayendo los factores latentes que mejor explican el comportamiento del sistema de gestión de proyectos desde las dimensiones económica, social y ambiental.

La combinación del análisis factorial exploratorio (AFE) y la modelación de ecuaciones estructurales (SEM) ha permitido construir una estructura sólida que explica cómo los factores críticos de éxito interactúan en contextos sostenibles. Gracias a estas herramientas estadísticas, se logra una representación comprensible, empíricamente validada y coherente con los objetivos del proyecto, estableciendo una base rigurosa para la identificación de los factores que componen el modelo propuesto.

6.2.2. identificación de factores

La identificación de los factores que estructuran el modelo de gestión se derivó directamente de los resultados obtenidos mediante el AFE y la SEM. El análisis factorial permitió organizar y consolidar grupos de variables relacionadas, revelando patrones que dieron origen a los factores latentes más representativos dentro del modelo. Este proceso simplificó el conjunto de datos y facilitó la priorización de variables clave, orientando así el diseño final del modelo hacia una mayor claridad operativa.

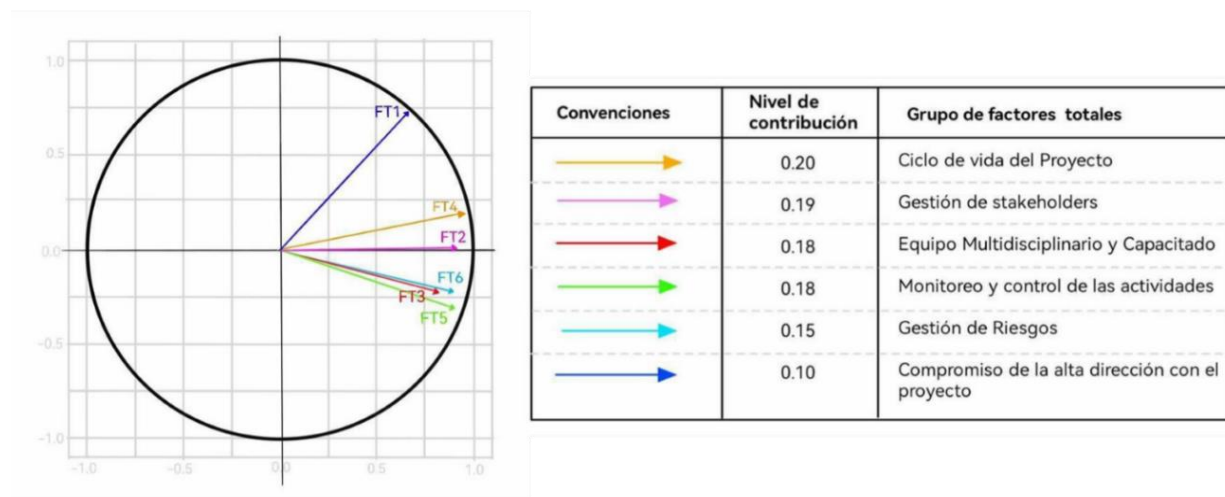
Complementariamente, la SEM permitió confirmar empíricamente las relaciones teóricas entre los factores identificados, al validar la coherencia de las asociaciones propuestas dentro

del modelo. Esta validación teórica asegura que las relaciones no solo sean consistentes estadísticamente, sino que reflejen de manera fiel cómo cada factor crítico incide en los resultados del proyecto. De esta manera, el modelo final resulta ser una herramienta aplicable, sólida y alineada con los principios de sostenibilidad, útil para apoyar decisiones estratégicas en la gerencia de proyectos de construcción sostenible.

Por ello, para la construcción del modelo que identifique los factores principales, se obtuvo una primera salida en donde se generaron dos categorías iniciales en donde se clasificaron los factores o variables principales encontradas, y se estableció la relación entre las variables de la categoría 1 indicadores de desarrollo sostenible IDS y la categoría 2 indicadores clave de desempeño KPI (por sus siglas en ingles). Para obtener una segunda salida luego de aplicar el análisis factorial confirmatorio en el que se obtuvieron los factores principales factores derivados de la primera salida, en este caso se generaron los factores para cada categoría que se clasificó en la gerencia de los proyectos, que muestran cómo se relacionan y como se forman indicadores compuestos con sus respectivos pesos ponderados dentro de cada factor total, como se puede observar en las Figura 12 a la Figura 17.

Del mismo modo y con los factores generados se obtuvieron los indicadores compuestos y sus respectivos pesos ponderados para generar un factor total para las categorías: compromiso de la alta dirección con el proyecto, gestión de stakeholders, equipo multidisciplinario y capacitado, ciclo de vida del proyecto, monitoreo y control de las actividades del proyecto e identificación de los riesgos del proyecto, identificadas de la gestión de proyectos, y el aporte de cada uno de estos al modelo general. A continuación, en la Figura 11, se expone el plano de correlaciones múltiples de estos factores totales, junto con su nivel de aporte al modelo.

Figura 11 Plano de correlaciones múltiples de los factores totales.

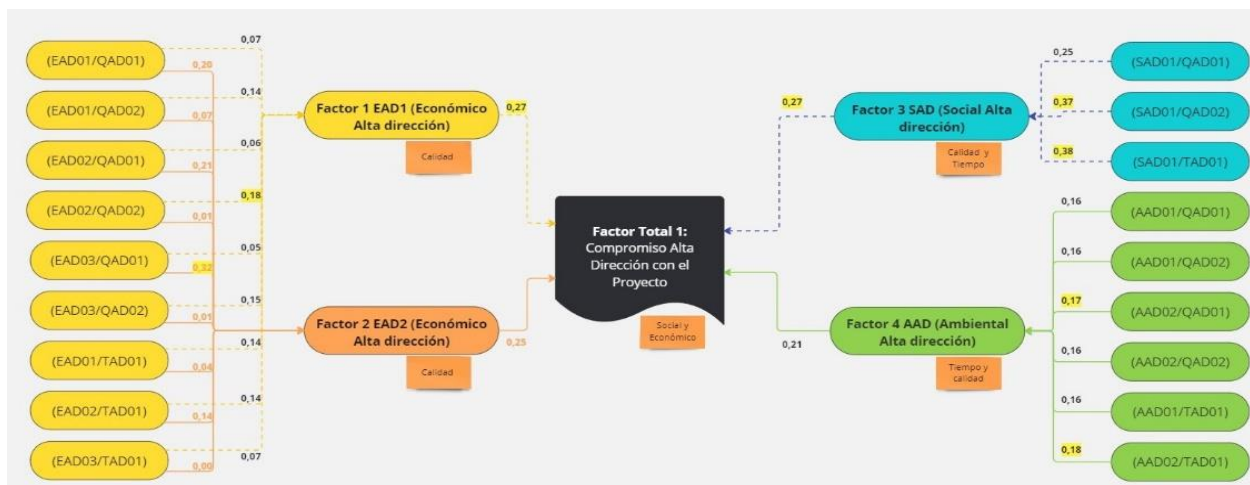


Nota. Elaboración propia, 2024.

Como se puede observar en la Figura 11 el factor total derivado de la identificación de los riesgos y el Factor de equipo multidisciplinario y capacitado cuentan con un direccionamiento similar y no muy alejado de estos se encuentra el factor total del monitoreo y control de las actividades del proyecto, lo que indica que llegado el caso en un proyecto se realicen acciones en pro de mejorar alguno de los indicadores compuestos más significativos de cada factor estaría promoviendo las mejoras en los otros dos factores mencionados.

6.2.2.1. Factores del Compromiso de la Alta Dirección con el proyecto

Figura 12 Factor Total 1 Compromiso de la alta Dirección.



Nota. Elaboración propia, 2024.

Para el factor 1 referido a los indicadores económicos del compromiso de la alta dirección con el proyecto, se destaca el indicador de desarrollo sostenible IDS (EAD02) proyectos de construcción alineados con los objetivos económicos corporativos al vincularse con el indicador clave de desempeño KPI de calidad (QAD02) identificación de oportunidades de mejora mediante una planeación estratégica de los proyectos de construcción, lo que indica que al buscar oportunidades de mejora constantes durante el desarrollo del proyecto y aplicando una herramienta como la planeación estratégica, el proyecto logrará sumar para que la organización alcance los objetivos económicos de desarrollo sostenible que establezcan. Por otro lado también es de destacar el IDS (EAD03) realizar una formulación y planificación del proyecto acorde a las expectativas económicas de la alta dirección al estar asociado con el KPI de calidad (QAD02) identificación de oportunidades de mejora mediante una planeación estratégica de los proyectos de construcción, así que considerar la identificación de oportunidades de mejora y herramientas como la planificación estratégica en fases tempranas del ciclo de vida del proyecto como la formulación y planificación, aterriza las expectativas económicas que el proyecto va a generar.

El análisis factorial indica que se debe considerar un factor 2 económico referente al compromiso de la alta dirección con el proyecto, del cual destaca el IDS (EAD03) realizar una formulación y planificación del proyecto acorde a las expectativas económicas de la alta dirección al estar asociado con el KPI de calidad (QAD01) compromiso de la calidad de los proyectos por parte de la alta dirección de la organización, lo que se puede interpretar como que si se está comprometido con la calidad del proyecto desde las fases tempranas del ciclo de vida del proyecto como la formulación y planificación no se generara menor impacto negativo en las expectativas económicas que tiene la alta dirección sobre el proyecto. Por otra parte, también se destaca el IDS (EAD02) que los proyectos los alineen con los objetivos económicos corporativos y estos al estar vinculado al KPI de calidad (QAD01) que la alta dirección esté comprometida con la calidad de los proyectos de construcción, por lo que se debe tener muy presente la calidad de los proyectos para que se logren los objetivos de la organización.

Del factor 3 se destaca el IDS (SAD01) de tener una estructura organizacional definida según las responsabilidades sociales generadas por el proyecto, relacionado con el KPI de tiempo (TAD01) definir una planificación estratégica organizacional que optimice los tiempos de construcción, lo que se puede interpretar como en una organización con una estructura que defina y priorice la responsabilidad social derivada de los proyectos al implementar una planificación estratégica, optimiza los tiempos de los proyectos y los beneficios sociales que estos generan. También es importante destacar para este factor el IDS (SAD01) vinculado con el KPI de calidad (QAD02) Identificación de oportunidades de mejora mediante una planeación estratégica de los proyectos de construcción, lo que permite mejorar la calidad de los proyectos producto de una planeación estratégica que genera unos beneficios sociales gracias a la ejecución de estos proyectos.

Por último, del factor total 1 del compromiso de la alta dirección con los proyectos se genera el factor 4 referente al aspecto ambiental del cual es de resaltar el IDS (AAD02) La organización comprometida con la mejora continua de la sostenibilidad ambiental de las actividades de construcción, relacionado con el KPI de tiempo (TAD01) definir una planificación estratégica organizacional que optimice los tiempos de construcción; dicha relación presenta un peso ponderado mayor para este factor, del que se puede interpretar como que al presentar acciones de mejora continua referentes a la sostenibilidad ambiental producto de una planificación estratégica generar mejoras en los tiempos de ejecución de las actividades. El vínculo del IDS (AAD02) tiene un peso ponderado similar con el KPI de calidad (QAD01) alta dirección comprometida con la calidad de los proyectos de construcción, lo que se interpreta que

al tener una organización comprometida con la mejora continua de la sostenibilidad ambiental influye positivamente en las actividades y del proyecto final.

Una vez evaluados los 4 factores, como se muestra en la Figura 12, se identificó que el factor 3 de aspecto social y factor 1 económico tienen un peso ponderado de mayor significancia, lo que indica que para este factor total 1, si se desea incrementar el compromiso de la alta gerencia con los proyectos, se deben considerar el aspecto social y económico influenciados por los indicadores de calidad y tiempo.

6.2.2.2. Factores de la Gestión de Stakeholders

Figura 13 Factor Total 2 Gestión de Stakeholders.



Nota. Elaboración propia, 2024.

Para el factor total 2 referente a la gestión de Stakeholders se encontró 5 factores, 3 del ámbito económico y 2 del ámbito social, el primer de estos el factor 5 del aspecto económico del se resaltan dos indicadores compuestos que cuentan con un mayor peso ponderado ambos del vínculo del IDS (EST04) establecer un plan de comunicación y cooperación para lograr los objetivos económicos entre el cliente y el líder del proyecto de construcción con los KPIs (QST01) establecer un plan de comunicaciones a los stakeholders acerca de la ejecución y calidad del proyecto de construcción y (QST02) define las necesidades y los requerimientos de calidad del cliente del proyecto de construcción, de lo que se puede inferir como que el establecer un plan

de comunicaciones con los stakeholders y una línea de comunicación directa del líder del proyecto con el cliente son factores que influyen en la ejecución y calidad del proyecto.

Para el factor 6 se destaca como el indicador compuesto con mayor peso ponderado la relación entre el IDS (EST03) de toma de decisiones con base en las expectativas económicas que tienen los stakeholders con el proyecto de construcción y el KPI (QST01) establecer un plan de comunicaciones a los stakeholders acerca de la ejecución y calidad del proyecto de construcción, de lo que se puede inferir que es necesario un plan asertivo de comunicaciones con los stakeholders para conocer las expectativas de estos en materia económica y se logre una ejecución y finalización de alta calidad de cada proyecto.

El último factor económico de la gestión de stakeholders es el factor 7 el cual presenta un indicador compuesto con mayor peso ponderado que los demás, el cual es la relación entre el IDS (EST01) los stakeholders participan en la identificación de necesidades económicas derivadas del proyecto de construcción y el KPI (QST01) establecer un plan de comunicaciones a los stakeholders acerca de la ejecución y calidad del proyecto de construcción, lo que se puede interpretar que si se busca una ejecución y una alta calidad en los proyectos se debería contar con un canal de comunicación en donde los stakeholders ayuden en la identificación de las necesidades económicas que se derivan de la realización del proyecto tanto interna para la compañía como para el sector.

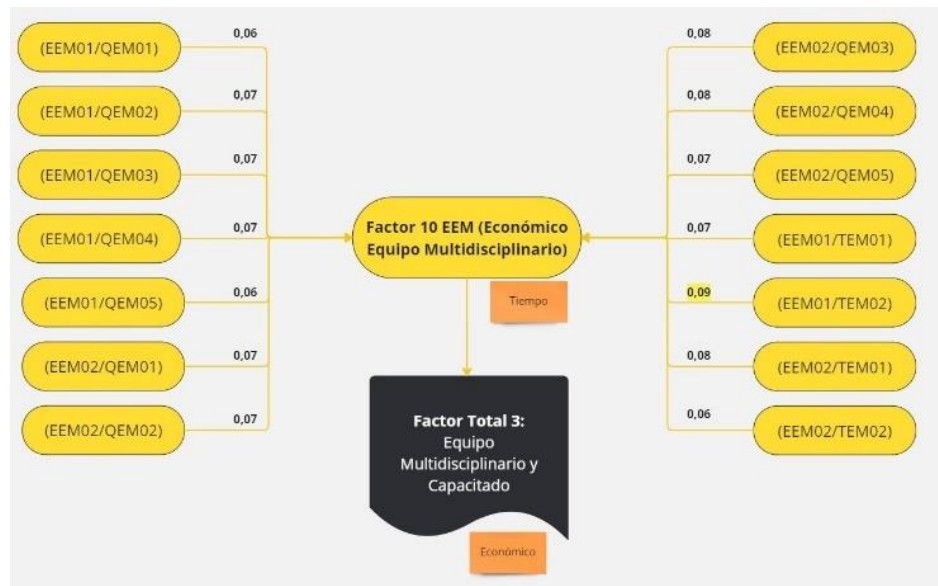
Para los factores 8 y 9, factores del ámbito social se realizó el mismo procedimiento, encontrando que para el factor 8 dos indicadores compuestos se destacan sobre los demás, estos son la relación entre el IDS (SST01) identificar a profundidad los stakeholders que se ven afectados socialmente por el proyecto de construcción y el KPI (QST01) establecer un plan de comunicaciones a los stakeholders acerca de la ejecución y calidad del proyecto de construcción, que se interpreta como que el establecer un plan de comunicaciones asertivo entre los integrantes del proyecto con los stakeholders que se van a ver afectados socialmente por dicho proyecto contribuirá a la buena ejecución de los proyectos con una alta calidad. Y por otro lado el indicador compuesto derivado del vínculo entre el IDS (SST02) establecer alianzas con las entidades gubernamentales y autoridades locales, para que el proyecto de construcción beneficie a las comunidades aledañas. y el KPI (QST02) definir las necesidades y los requerimientos de calidad del cliente del proyecto de construcción, que se puede interpretar como establecer un plan de ejecución que al momento de definir los requerimientos de calidad de los proyectos se tengan en cuenta también las necesidades de las comunidades aledañas y se puedan buscar establecer alianzas con grupos gubernamentales que apoyen y busquen el beneficio social de estas personas y comunidades cercanas al proyecto.

El último factor encontrado referente al factor total de gestión de stakeholders es el factor 9 del cual se destacan dos indicadores compuestos el primero derivado la relación entre el IDS (SST01) identificar a profundidad los stakeholders que se ven afectados socialmente por el proyecto de construcción y el KPI (PST01) establecer un plan de gestión de costos teniendo en cuenta los comercios cercanos al proyecto de construcción en pro de reducir los costos, dicho de otro modo, se interpreta como que en la identificación de los stakeholders cercanos al proyectos se pueden buscar alianzas con comercios que se vean beneficiados por el desarrollo del proyecto atrayendo inversión al sector y beneficios a la población cercana. Y el segundo es el indicador compuesto referente al vínculo entre el IDS (SST04) identificar las relaciones entre todas las partes involucradas en el proyecto de construcción y el KPI (PST01) establecer un plan de gestión de costos teniendo en cuenta los comercios cercanos al proyecto de construcción en pro de reducir los costos, por ende, esto se entiende como la realización de una caracterización profunda de los stakeholders y como estos se relacionan tanto con el proyecto como entre ellos mismos y las estrategias que se pueden generar con estos para beneficio mutuo. De lo anterior se puede inferir que este factor está predominado por el aspecto de costos o presupuesto del proyecto.

Se observa en la Figura 13 que 4 de los 5 factores anteriormente descritos son predominado por indicadores de calidad y solo uno de estos, es predominado por un indicador de presupuesto, además se identificó que el factor 7 de aspecto económico es el que mayor peso ponderado y por ende el más significativo para el factor total 2, por lo que es importante tener en cuenta los indicadores compuestos descritos con anterioridad si se busca implementar estrategias en pro de la gestión de los stakeholders del proyecto.

6.2.2.3. Factores del Equipo multidisciplinario y capacitado

Figura 14 Factor Total 3 Equipo multidisciplinario y capacitado.

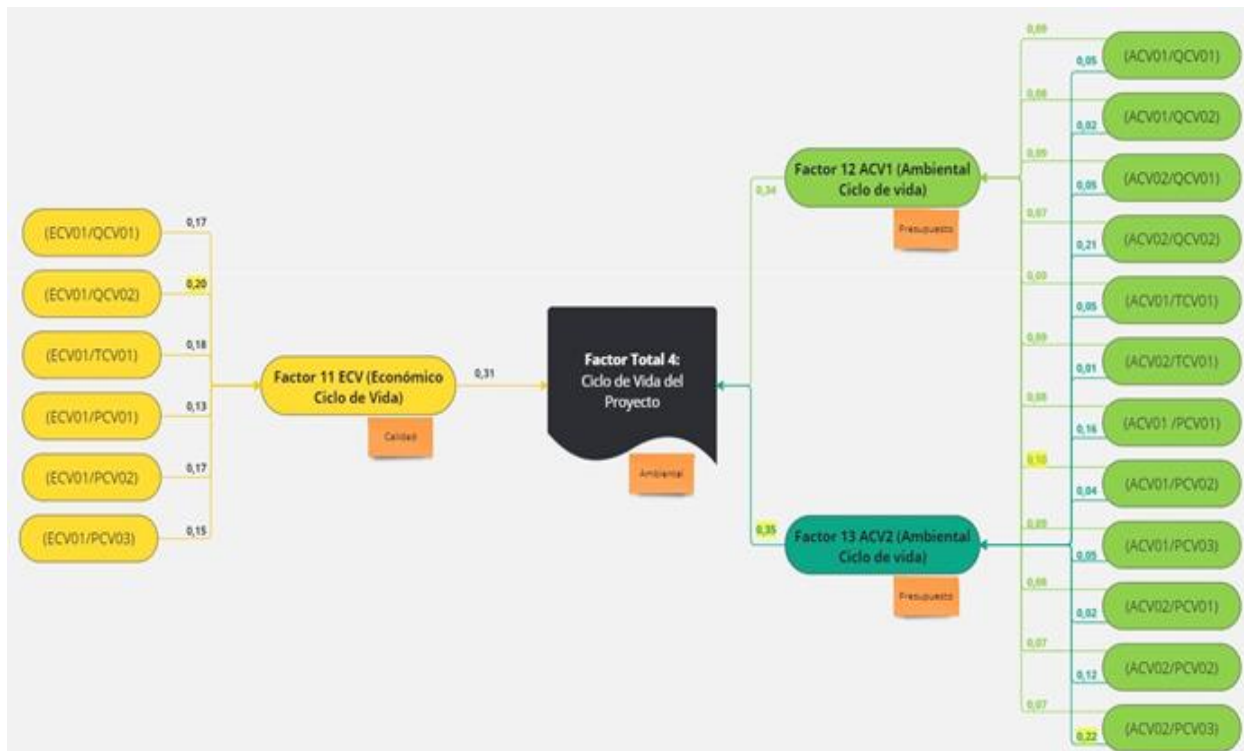


Nota. Elaboración propia, 2024.

Para el factor total 3 referente al equipo multidisciplinario y capacitado, se encontró únicamente Indicadores de desarrollo sostenible del ámbito económico, como se muestra en la Figura 14, por lo que se establece un único factor, el factor 10, del cual se destaca el ámbito de tiempo o cronograma, debido a que el indicador compuesto que cuenta con mayor peso ponderado es la relación entre el IDS (EEM01) alinear los objetivos económicos del proyecto con los objetivos del equipo de trabajo del proyecto de construcción y el KPI (TEM02) establecen equipos de trabajo competentes y coordinados entre ellos para la terminación en el tiempo programado de las actividades del proyecto de construcción, que se interpreta como que al momento de establecer los equipos de trabajo con personal capacitado y multidisciplinario y alineando los objetivos del equipo con los objetivos de la compañía se pueden establecer flujos de trabajo que optimicen los tiempos programados para la culminación del proyecto en los tiempos establecidos.

6.2.2.4. Factores del ciclo de vida del proyecto

Figura 15 Factor Total 4 Ciclo de vida del proyecto.



Nota. Elaboración propia, 2024.

Para el factor total 4 referente al ciclo de vida del proyecto, se identificaron tres factores uno de aspecto económico y dos del aspecto Ambiental. Para el factor del aspecto económico, se destaca el indicador compuesto con mayor peso la relación entre el IDS (ECV01) la viabilidad económica de la construcción del proyecto, y el KPI (QCV01) cumplir los parámetros de calidad establecidos para la construcción del proyecto, lo que puede expresarse como que establecer parámetros de calidad desde un inicio del ciclo de vida del proyecto indica que se pueden obtener mejores resultados una vez se evalué la viabilidad económica de este. Así mismo otro de los indicadores compuestos que vale la pena destacar de este mismo factor es el del vínculo entre el IDS (ECV01) evaluación la viabilidad económica de la construcción del proyecto con el KPI (TCV01) garantizar la capacidad de comunicación oportuna de los requisitos de calidad al equipo ejecutor de las actividades de construcción, esto quiere decir que para cumplir la evaluación económica inicial del proyecto se debe contar con una adecuada y oportuna comunicación con el equipo de trabajo, difundiendo los parámetros de calidad en momentos claves de la ejecución del proyecto, contribuye a la ejecución del cronograma en los tiempos establecidos.

Se han encontrado dos factores ambientales, el primero, el factor 12, en el que todos sus indicadores tienen un peso ponderado similar, pero se destaca la relación del IDS (ACV01) definir

un plan de gestión de residuos que mitiguen el impacto ambiental del proyecto de construcción, con el KPI (PCV02) establecer un plan de eficiencia de costos de trabajo para cumplir con el presupuesto del proyecto de construcción, lo que puede interpretarse como un buen plan de gestión de residuos beneficia la gestión de los costos; debido a que se puede incurrir en multas o penalidades estatales si se realizan acciones que impacten negativamente en el medio ambiente sea por desconocimiento o por acciones predeterminadas, también en algunas zonas las compañías de gestión de residuos se benefician por incentivos que les dan entes gubernamentales al mitigar el impacto ambiental por lo que se pueden buscar alianzas con dichas compañías interesadas obteniendo un plan de eficiencia en los costos destinados a dicho fin.

El otro factor ambiental encontrado es el factor 13, donde destacan dos indicadores con un peso mayor al resto, que son la relación entre el IDS (ACV02) establece un plan de adquisiciones de materiales y productos sostenibles confiables y disponibles para el proyecto de construcción y el KPI (PCV03) optimiza los recursos disponibles para maximizar el valor agregado del proyecto de construcción, lo que se interpreta como el beneficio que el cliente puede apreciar por contar con el valor agregado de optimizar y disponer de materiales y productos sostenibles. También, el indicador compuesto del vínculo entre el IDS (ACV02) establecer un plan de adquisiciones de materiales y productos sostenibles confiables y disponibles para el proyecto de construcción y el KPI (QCV02) establecer objetivos y parámetros de calidad de cada fase del proyecto de construcción, entendiéndose como que es fundamental el vincular los objetivos y parámetros de calidad con la adquisición de materiales y productos sostenibles usados en cada fase del proyecto, obteniendo un resultado del proyecto sostenible y de alta calidad.

De estos tres factores que conforman el factor total 4 y como se muestra en la Figura 15, es importante tener en cuenta que el mayor peso ponderados de los factores es del Factor 13 de aspecto ambiental y este a su vez es predominado por el indicador del costo pero que también se ve fuertemente influenciado por el indicador de calidad, pero este factor total cuenta con la particularidad que los factores que lo componen no cuentan con una diferencia de peso ponderado significativa por lo que también es importante analizar y tomar acciones que beneficien los otros dos factores descritos anteriormente.

6.2.2.5. Factores del Monitoreo y Control de las actividades del proyecto

Figura 16 Factor Total 5 Monitoreo y control de las actividades del proyecto.



Nota. Elaboración propia, 2024.

El factor total 5 referido al monitoreo y control de las actividades de construcción del proyecto, donde se identificaron dos factores significativos: el primero el 14 referente a las variables económicas y el segundo el 15 de las variables ambientales. Del Factor 14 se destacan con un mayor peso ponderado dos indicadores compuestos, que son la relación entre el IDS (ECA01) contar con un sistema de gestión de conocimiento para la evaluación económica de los proyectos de construcción, y el KPI (TCA02) establecer metodologías de planificación y programación para la ejecución del proyecto, que se interpreta como que al desarrollar metodologías de planificación y programación de cada todo el proyecto y sus fases se ve beneficiado si la organización cuenta con sistemas de gestión del conocimiento en los cuales puedan basar el desarrollo y la viabilidad de futuros proyectos. El otro indicador compuesto que se destaca del aspecto económico es el del vínculo entre el IDS (ECA01) contar con un sistema de gestión de conocimiento para la evaluación económica de los proyectos de construcción, y el KPI (PCA01) plantear un sistema de gestión de monitoreo y control sobre las adquisiciones en todas las actividades del proyecto de construcción, lo que indica que un sistema de gestión de conocimiento junto con un sistema de gestión y monitoreo sobre las adquisiciones, dan la pauta para definir de manera más acertada la viabilidad financiera y económica de las actividades y el proyecto.

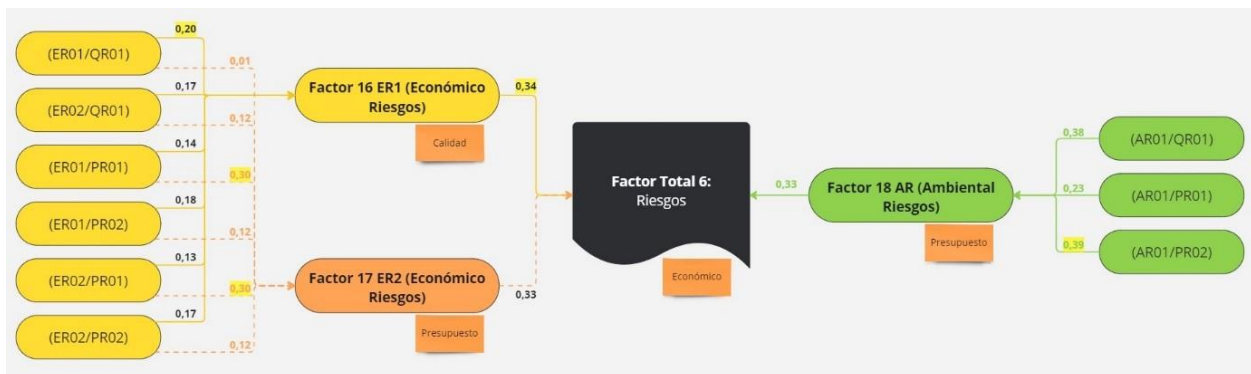
Para el factor número 15 del aspecto ambiental y del mismo modo que el factor anterior se destaca de igual magnitud dos de los indicadores compuestos, que estos son el vínculo entre el IDS (ACA01) establecer un plan de monitoreo y control del desempeño de las actividades que afectan el medio ambiente al momento de ejecutar un proyecto de construcción y el KPI (TCA03) establecer indicadores de rendimiento del cronograma para realizar el seguimiento a las actividades del proyecto de construcción, que se puede interpretar como que al realizar un monitoreo continuo sobre los tiempos de ejecución de las actividades permite que se tenga control estricto sobre las actividades que afectan el medio ambiente. El otro indicador compuesto

es la relación entre el IDS (ACA01) establecer un plan de monitoreo y control del desempeño de las actividades que afectan el medio ambiente al momento de ejecutar un proyecto de construcción y el KPI (PCA01) plantear un sistema de gestión de monitoreo y control sobre las adquisiciones en todas las actividades del proyecto de construcción, este indicador se puede interpretar como el que al realizar un control sobre las adquisiciones para las actividades se puede establecer un plan bien estructurado para realizar el seguimiento a las actividades que tienen un impacto sobre el medio ambiente.

De estos dos factores se destaca el factor 15 contando con un peso ponderado mayor, como se observa en el Figura 16, lo que indica que el factor total 5 esta mayormente influenciado por el aspecto ambiental, pero también es de destacar que ambos de estos factores están influenciados por los indicadores de tiempo y de presupuesto, por lo que ambos indicadores son fundamentales para generar un mayor y mejor impacto al momento de tomar acciones sobre estos que beneficien la ejecución de los proyectos.

6.2.2.6. Factores de la identificación de los riesgos del proyecto

Figura 17 Factor Total 6 Identificación de riesgos del proyecto.



Nota. Elaboración propia, 2024.

Para el factor total 6 identificar los riesgos en el proyecto de construcción, se encontraron 3 factores relevantes, de los cuales 2 son económicos y uno ambiental, el primero es el factor 16, compuesto por variables económicas, de los que destaca la relación entre el IDS (ER01) establecer un plan de acción para los riesgos derivados de los cambios en la estabilidad económica y política en el desarrollo del proyecto de construcción y el KPI (QR01) gestión de riesgos vinculada a los objetivos y parámetros de calidad del proyecto, lo que indica que la organización se ve beneficiada en la toma de decisiones oportunas respecto a la volatilidad de aspectos económicos y políticos del ambiente del proyecto al contar con una gestión de riesgos enfocada en la calidad del proyecto.

El factor 17 de aspecto económico, se ve fuertemente influenciado por dos de los indicadores compuestos, estos son la relación entre el IDS (ER01) establecer un plan de acción para los riesgos derivados de los cambios en la estabilidad económica y política en el desarrollo del proyecto de construcción y el KPI (PR01) minimizar el riesgo con un equipo de proyecto con conocimientos financieros en la construcción y el vínculo entre el IDS (ER02) identificar los riesgos derivados de las alianzas económicas para la ejecución del proyecto de construcción y el ya mencionado KPI (PR01), lo que indica que este factor cuenta con una influencia de las variables del presupuesto y se interpreta como que el contar con un quipo con conocimientos financieros adecuados minimiza los riesgos de la inestabilidad económica del ambiente del proyecto, así como refuerza las alianzas económicas que benefician el desarrollo del proyecto.

Por último, el factor 18 hace referencia a aspectos ambientales, y el indicador compuesto que cuenta con un mayor peso es la relación entre el IDS (AR01) gestión de riesgos medioambiental establecida como un parámetro fundamentan en el éxito del proyecto de construcción y el KPI (PR02) establecer un plan de mitigación presupuestal y gestión de riesgos de larga duración desde el inicio del proyecto de construcción, se interpreta como que es fundamental establecer desde un inicio los parámetros y planes para lograr el éxito del proyecto.

De estos factores destacan con un peso ponderado mayor que los otros dos, el factor 16 formado por indicadores de aspecto económico, pero que esta mayormente influenciado por el indicador referente a la calidad del proyecto, aunque este factor es mayor que los otros por tan solo un punto porcentual como se evidencia en la Figura 17, lo que indica que se deben considerar estos tres factores de igual forma al momento de aplicar acciones que benefician la identificación de riesgos del proyecto.

6.2.2.7. Comportamiento conjunto de los factores en el modelo

Figura 18 Modelo para la integración de indicadores de desarrollo sostenible en los procesos de la gestión de proyectos de construcción.



Nota. Elaboración propia, 2024.

La primera característica del modelo integrado que se puede observar en la Figura 18, sobre los indicadores derivados de la triple restricción de la gestión de proyectos es uno de estos predomina en cada uno de los 18 factores. El indicador de calidad prevalece en 9 de ellos, mientras que el indicador de presupuesto predomina en 6 y el de cronograma en los 3 factores restantes.

Según Kerzner (2017), la dimensión de la calidad se ve influenciada por el equilibrio de la triple restricción, por lo que a pesar de que no forme parte explícita de los tres elementos originales (tiempo, costo y alcance), es vista como el objetivo final del proyecto, en otras palabras, un proyecto que cumpla el alcance, el presupuesto y el tiempo previstos, pero que este afectado por una baja calidad, verá disminuido su percepción de valor por parte de todas las partes interesadas.

Es importante destacar que la calidad no debe considerarse solo como un resultado final, como señalan Arditi y Gunaydin (1997), se debe contemplar como un proceso continuo en todas las fases del proyecto; el compromiso de la gerencia y la mejora continua son elementos cruciales en la ejecución de proyectos de construcción y la implementación de herramientas enfocadas en la gestión de la calidad mejoran significativamente los resultados, no solo en términos de cronograma y presupuesto, sino que también incrementa la satisfacción del cliente y reduce reprocesos.

Al identificar los indicadores compuestos del modelo, se encontraron 96, algunos aplicados a más de uno de los factores asociados a un aspecto de la triple línea base del desarrollo sostenible (económico, social y ambiental). En el desarrollo del modelo se identificaron 18 factores: 10 del aspecto económico, 3 del aspecto social y 5 del aspecto ambiental. Como destacan Silvius y Schipper (2014) el éxito de un proyecto no debe medirse solo en términos de beneficios financieros, sino también en su capacidad para generar un impacto positivo en la sociedad y el medio ambiente. De este modo, un proyecto sostenible debe garantizar un equilibrio entre estos tres aspectos para asegurar que sus beneficios sean duraderos y responsables en todas las dimensiones del desarrollo sostenible.

Lo anterior se refleja en la construcción completa del modelo, donde, aunque se identificaron más factores económicos, estos no son los únicos predominantes, ya que los aspectos sociales y ambientales también tienen una presencia significativa. En particular, el aspecto económico es el más relevante en tres de los seis factores totales, el aspecto ambiental predomina en dos y el aspecto social en uno.

Como se muestra en la Figura 9, el factor con mayor nivel de contribución al modelo es el ciclo de vida del proyecto, con un valor de 0,20. Este factor se refiere a la ejecución del proyecto en todas sus fases, desde la concepción de la idea hasta la finalización del ciclo de vida completo. En este contexto, el indicador compuesto más relevante es aquel que valora la optimización y disposición final de materiales y productos sostenibles, los cuales el cliente percibe como un valor agregado. Predominan en este factor los indicadores ambientales y presupuestales, lo cual se relaciona con lo argumentado por Silvius y Schipper (2014), quienes afirman que la integración de la sostenibilidad en todas las fases del ciclo de vida del proyecto es crucial para abordar los desafíos actuales. Esto implica considerar las dimensiones económica, ambiental y social desde el inicio hasta la finalización del proyecto, y va más allá de los objetivos financieros y de calidad tradicionales. La sostenibilidad reside en la capacidad del proyecto de generar beneficios económicos mientras minimiza su impacto negativo y contribuye al bienestar social y ambiental, generando valor a largo plazo tanto para la organización como para la comunidad.

Luego de este, con un valor de 0,19, el factor de Gestión de Stakeholders es el segundo con mayor contribución al modelo. Según Bourne y Amaya Goyeneche (2013), la gestión de stakeholders consiste en identificar, analizar y planificar la interacción con las partes interesadas de un proyecto, asegurando que sus necesidades y expectativas sean consideradas en todas sus etapas. Su relevancia radica en la capacidad de los stakeholders para influir en el éxito o fracaso del proyecto, por lo cual mantenerlos informados y satisfechos es fundamental para minimizar riesgos y garantizar el cumplimiento de los objetivos establecidos. En el desarrollo del modelo, se identificó que el factor más significativo está relacionado con los indicadores económicos y de calidad. Esto se debe a que la participación de los stakeholders contribuye a alinear los objetivos del proyecto con las necesidades del entorno. Además, para garantizar una ejecución efectiva y de alta calidad, es esencial establecer un canal de comunicación que permita identificar estas necesidades económicas de las diferentes partes interesadas.

El factor de contar con un equipo multidisciplinario y capacitado tiene una participación en el modelo de 0,18, siendo el tercer factor de mayor relevancia. El PMBOK® Guide (2019), destaca la importancia de este aspecto en la gestión de proyectos, ya que la diversidad de habilidades y experiencias permite abordar de manera efectiva todos los elementos del proyecto, desde la planificación hasta el cierre. Además, enfatiza que la capacitación continua es fundamental para enfrentar desafíos y adaptarse a nuevas herramientas y tecnologías, lo cual mejora la productividad, eficiencia y capacidad del equipo para resolver problemas y adaptarse a cambios. Este factor está principalmente relacionado con los indicadores económicos y de cronograma, lo cual sugiere que, al formar equipos con personal capacitado y multidisciplinario y alinear los objetivos del equipo con los de la compañía, se pueden establecer flujos de trabajo que optimicen los plazos programados y faciliten la culminación del proyecto dentro del tiempo estipulado.

El cuarto factor es el de monitoreo y control de las actividades, que tiene un nivel de contribución al modelo de 0,18, al igual que el factor anterior. Se encontró que los indicadores ambientales y de cronograma son determinantes, aunque no deben dejarse de lado los indicadores económicos y de presupuesto. A partir del modelo, se puede identificar que el monitoreo continuo de los tiempos de ejecución y las adquisiciones permite mantener un control estricto sobre las actividades que impactan el medio ambiente, así como definir de manera más precisa la viabilidad financiera del proyecto. Esto concuerda con lo que establecen Cardinal et al. (2010), quienes destacan que el monitoreo y control de las actividades son procesos fundamentales para comparar el desempeño real con los estándares establecidos y tomar decisiones oportunas, mejorando la capacidad de adaptación y la efectividad del equipo de

trabajo ante cambios y desafíos. Además, afirman que el control no solo garantiza la alineación con los objetivos del proyecto, sino que contribuye al desarrollo continuo de los sistemas de control, proporcionando una estructura más dinámica y adecuada para enfrentar la complejidad de los proyectos.

El factor de gestión de riesgos tiene un nivel de contribución al modelo de 0,15, siendo el quinto factor en importancia. Esto no implica que deba subestimarse; al contrario, este factor es de vital relevancia, ya que permite, como se observa en el modelo con los indicadores económicos y de calidad, que la organización obtenga beneficios significativos al implementar una gestión de riesgos centrada en la calidad del proyecto. Dicha gestión es crucial para abordar los desafíos derivados de la toma de decisiones en entornos marcados por la volatilidad de factores económicos, políticos y legales que afectan el desarrollo del proyecto. Como señalan Hillson y Simon (2012), la gestión de riesgos es fundamental para asegurar el éxito de los proyectos, especialmente en contextos complejos y cambiantes. Entre sus componentes están la identificación de amenazas y oportunidades, la evaluación cuantitativa y cualitativa de los riesgos y la implementación de respuestas planificadas para mitigarlas y aprovecharlas, asegurando una mayor probabilidad de éxito.

El último factor del modelo tiene un nivel de contribución de 0,10, siendo el de menor valor. Sin embargo, esto no lo hace insignificante, ya que representa el compromiso de la alta dirección con el proyecto. Según Pinto y Slevin (1989), el compromiso de la alta dirección es un factor fundamental para el éxito de los proyectos, especialmente durante las etapas de ejecución, que suelen ser las más críticas y las que requieren mayor respaldo, tanto financiero como en situaciones imprevistas, para asegurar la continuidad y el avance del proyecto, así como la minimización de riesgos. En la construcción del modelo se identificó que los indicadores sociales, económicos y de calidad son los más relevantes. Esto se refleja en el hecho de que, cuando una organización define y prioriza la responsabilidad social de los proyectos e implementa una planificación estratégica orientada a la mejora continua durante el desarrollo del proyecto, se optimizan tanto los tiempos de ejecución como los beneficios sociales y económicos generados para todas las partes interesadas.

En resumen, los diferentes factores del modelo se interrelacionan en la búsqueda del éxito integral del proyecto. El ciclo de vida del proyecto se vincula con la sostenibilidad y el valor agregado que se genera, mientras que la gestión de stakeholders alinea las expectativas del entorno con los objetivos del proyecto. Un equipo multidisciplinario y capacitado garantiza la eficiencia y la ejecución, apoyado por el monitoreo y control de actividades que permite adaptarse a cambios en el transcurso del proyecto. La gestión de riesgos y el apoyo de la alta dirección

proporcionan respaldo en situaciones críticas y reducen las incertidumbres, obteniendo así un modelo integral que abarca sostenibilidad, eficiencia operativa y compromiso estratégico para el éxito del proyecto.

El modelo propuesto permite integrar los factores críticos de éxito identificados y agruparlos en función de los retos específicos que enfrentan los proyectos de construcción sostenible. Este enfoque facilita una gestión más estratégica y una alineación con los objetivos de desarrollo sostenible, al analizar cómo cada factor contribuye a la eficiencia y sostenibilidad de los proyectos. Se evidencia cómo este modelo responde a la necesidad de un marco robusto que oriente la toma de decisiones y garantice el cumplimiento de los indicadores clave calidad, tiempo y costo, permitiendo que cada etapa del ciclo de vida del proyecto se gestione de manera óptima. Al establecer la interrelación entre los factores económicos, sociales y ambientales, el modelo asegura un enfoque multidimensional que fortalece la gestión y aumenta la probabilidad de éxito en los proyectos sostenibles de construcción.

Esto no solo permite a las organizaciones optimizar sus recursos y minimizar riesgos, sino también maximizar los beneficios sociales y ambientales, generando un impacto positivo y duradero tanto para las comunidades como para el entorno. En conjunto, el modelo se convierte en una herramienta esencial para transformar la industria de la construcción hacia prácticas más sostenibles y responsables.

7. Conclusiones

El modelo propuesto ha facilitado tanto la identificación como la validación de los factores críticos de éxito para la gestión de proyectos de construcción sostenible, demostrando la influencia directa en el éxito del proyecto. A través de esta investigación, se confirmó por medio de la construcción del modelo que la integración de los componentes de la triple línea base desarrollo sostenible (económicos, sociales y ambientales), con los componentes de la triple restricción de la gerencia de proyectos (alcance/calidad, costo y tiempo), es crucial para lograr una integración exitosa de la sostenibilidad en los proyectos de construcción. Estos elementos son parte fundamental en la toma de decisiones en el ciclo de vida del proyecto cumpliendo así los plazos, costos e impacto positivo sobre el medio ambiente y la comunidad.

Con la identificación de los factores críticos descritos por diversos autores, se logró establecer un conjunto amplio de variables caracterizadas en indicadores derivados tanto del desarrollo sostenible como de la gestión de proyectos. Se desarrollaron indicadores compuestos que facilitaron la integración de cada uno de ellos, permitiendo identificar los más relevantes para cada factor principal y estableciendo un modelo para analizar en conjunto todos estos elementos.

Los resultados del modelo propuesto evidencian una conexión directa y sólida entre los factores críticos de éxito identificados y los resultados obtenidos en proyectos de construcción sostenible. Cada uno de estos factores, como el compromiso de la alta dirección, la gestión de stakeholders, el trabajo de equipos multidisciplinarios, el monitoreo y control del ciclo de vida del proyecto, y la gestión de riesgos, contribuye significativamente al cumplimiento de los indicadores clave de desempeño (costo, calidad y tiempo) y a los indicadores de desarrollo sostenible. Esta correlación fue validada mediante metodologías estadísticas robustas, lo cual respalda su aplicabilidad práctica y estratégica en contextos reales. La comprensión y uso de estos factores no solo mejora la capacidad técnica del proyecto, sino que fortalece su impacto en los ámbitos social, económico y ambiental.

Una vez construido el modelo que identifica los factores críticos de éxito se obtuvo que, el ciclo de vida del proyecto fue reconocido como el factor de mayor contribución, destacando la importancia de planificar adecuadamente desde la concepción de la idea hasta la disposición final. Se comprobó que el enfoque en la optimización de recursos y en la sostenibilidad en cada fase del proyecto, genera un valor agregado percibido positivamente por los stakeholders. Asimismo, la gestión de stakeholders fue validado como un factor determinante para alinear los objetivos del proyecto con las expectativas de las partes interesadas, lo cual reduce riesgos y mejora la aceptación social del proyecto.

El compromiso de la alta dirección se presenta como un factor clave, ya que su apoyo permite superar situaciones críticas y proporciona los recursos necesarios para garantizar la viabilidad del proyecto. Esto subraya la importancia de la participación de los líderes organizacionales, particularmente en proyectos con un alto componente de complejidad, donde los desafíos económicos, políticos y legales pueden poner en riesgo su ejecución. Del mismo modo, el trabajo de un equipo multidisciplinario y capacitado se resalta como parte esencial para enfrentar los distintos cambios que presente la ejecución del proyecto de manera efectiva, mejorando la capacidad de adaptación y asegurando la eficiencia operativa.

Por otro lado, el monitoreo y control de las actividades del proyecto resulta fundamental para mantener una observación estricta sobre los indicadores no solo los derivados de una buena gestión de proyectos (cronograma, costo y calidad) sino que también los derivados del desarrollo sostenible (ambientales, sociales y económicos), permitiendo a la organización realizar ajustes oportunos y garantizar que el proyecto se mantenga en la ruta prevista e implementando medidas correctivas a tiempo. Esto respalda la premisa de que el control y seguimiento continuo son herramientas indispensables para la sostenibilidad y el éxito de los proyectos.

La gestión de riesgos, aunque considerada con una contribución menor en el modelo en comparación con otros factores, se comprobó como indispensable para minimizar incertidumbres y maximizar las oportunidades durante el desarrollo del proyecto. La identificación temprana de amenazas y oportunidades y su debida planificación de respuestas efectivas se consolidaron como estrategias esenciales que permiten asegurar que el proyecto avance en condiciones óptimas y pueda cumplir con sus objetivos, incluso en entornos complejos y cambiantes.

El modelo propuesto refleja una comprensión holística de la gestión de proyectos, donde la sostenibilidad, la calidad y el compromiso estratégico son pilares que facilitan el éxito a largo plazo. La interconexión de los diversos factores destaca la importancia de un enfoque integrado que considere todos los aspectos del ciclo de vida del proyecto, asegurando no solo la eficiencia operativa, sino también un impacto positivo en la sociedad y el medio ambiente. La capacitación continua es primordial en aras de construir mejores moldes operativos, eficientes y personal altamente capacitado, que garantice mayor probabilidad de éxito y que reduzca los aspectos negativos en que se pueda incurrir. Esto, por ende, crea equipos de trabajo multidisciplinarios de mayor competitividad, para abordar los desafíos que se presentan durante todo el proceso.

En conclusión, el modelo propuesto en esta investigación ofrece una visión integral de la gestión de proyectos de construcción sostenible, proporcionando una guía práctica y estratégica para mejorar la eficiencia y efectividad de estos proyectos. El modelo valida la importancia de cada factor de manera individual y destaca cómo se interrelacionan para crear un sistema integral

y eficiente que garantiza la sostenibilidad de los proyectos de construcción. Cada uno de estos factores aborda un aspecto específico del proyecto, pero en conjunto forman un marco robusto que facilita una gestión alineada con los principios del desarrollo sostenible, mejorando así la viabilidad económica, social y ambiental de cada iniciativa. Esto refuerza la necesidad de adoptar un enfoque multidimensional en la gestión de proyectos, donde la sostenibilidad y el valor agregado que se genera a todas las partes interesadas deben ser los objetivos principales, por lo que como se estableció que el modelo de identificación y validación de factores críticos de éxito desarrollado en esta investigación brinda herramientas que permitan ayudar a mejorar la eficiencia y sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción sostenible, asegurando un impacto positivo en los aspectos económicos, sociales y ambientales durante todas las etapas del ciclo de vida del proyecto.

Los hallazgos de este estudio aportan al entendimiento de cómo la sostenibilidad puede ser medida y gestionada de manera efectiva, permitiendo que los proyectos no solo logren un impacto económico, sino también un beneficio social y ambiental perdurable. Su implementación no solo ayudará a mejorar los procesos de gestión y ejecución en proyectos de construcción sostenible, sino que también servirá como una guía para futuras investigaciones en este campo.

El modelo integrado desarrollado en esta investigación representa un avance significativo para la gestión de proyectos de construcción sostenible, al proporcionar una herramienta que articula los factores críticos de éxito con indicadores económicos, sociales y ambientales. Sin embargo, su implementación en proyectos reales constituye el siguiente paso esencial para evaluar su eficacia práctica. La aplicación del modelo en proyectos certificados y en distintas fases del ciclo de vida permitiría validar su capacidad para mejorar la sostenibilidad, optimizar los costos, minimizar los riesgos derivados de las prácticas sostenibles y aumentar la eficiencia. Los resultados obtenidos a partir de estas implementaciones aportarían información valiosa para refinar el modelo y fortalecer su adaptabilidad, convirtiéndolo en un referente clave para la industria de la construcción en la adopción de prácticas sostenibles.

8. Recomendaciones

Se sugiere que el modelo se aplique inicialmente a proyectos de construcción que ya se consideren exitosos y cuenten con una certificación de sostenibilidad. Esto permitirá calificar los factores críticos identificados y evaluar su contribución al éxito del proyecto. Esta evaluación proporcionará una visión más clara de cómo los componentes del modelo, como el ciclo de vida del proyecto, la gestión de stakeholders, la gestión de riesgos y el compromiso de la alta dirección, se entrelazan para garantizar resultados positivos.

Para potenciar la aplicabilidad del modelo, se recomienda su implementación en proyectos certificados con estándares como LEED, EDGE o CASA Colombia, lo cual permitirá observar de forma empírica cómo interactúan los factores críticos en distintos entornos constructivos. De igual forma, incorporar herramientas digitales como Building Information Modeling (BIM) y metodologías ágiles desde las fases tempranas de planificación podría facilitar la operacionalización de los FCE, especialmente en el seguimiento de tiempos, calidad, costo y sostenibilidad. También es pertinente incentivar el uso del modelo como guía de evaluación periódica, permitiendo ajustes continuos basados en el comportamiento de los factores en la práctica.

Para los proyectos en etapa de ejecución o que están en proceso de obtención de una certificación sostenible, se sugiere que el modelo funcione como herramienta de evaluación y monitoreo continuo, permitiendo identificar el nivel de integración de la sostenibilidad en el proyecto y señalar áreas que podrían beneficiarse de mejoras y ajustes. Es fundamental llevar a cabo un monitoreo regular de los indicadores económicos, sociales y ambientales, así como de calidad, costo y tiempo, para detectar desviaciones y aplicar medidas correctivas de manera oportuna.

La aplicación del modelo debe involucrar a individuos asociados al proyecto que desempeñen roles específicos, como miembros del equipo de dirección, representantes de contratistas o integrantes de organismos de control e interventoría. A estos participantes se les consultará sobre el grado de integración de los indicadores de desarrollo sostenible en los procesos de gestión del proyecto. La formación de un equipo multidisciplinario y capacitado, tal como se sugiere en el modelo, será clave para abordar problemas desde una perspectiva amplia y encontrar soluciones que contribuyan a la sostenibilidad y eficiencia del proyecto.

Por último, se recomienda que futuras investigaciones amplíen la aplicación del modelo a diferentes tipos de proyectos de infraestructura. Esto incluye explorar cómo los factores críticos de éxito identificados en este estudio pueden adaptarse a contextos variados, como proyectos de gran envergadura, obras públicas o construcciones residenciales y comerciales que busquen

una certificación de sostenibilidad, así como aquellos que deseen evaluar su nivel de compromiso con la sostenibilidad. Esta validación en distintos escenarios enriquecerá el conocimiento sobre la optimización de la gestión de proyectos de construcción sostenible, maximizando los beneficios para la organización y la comunidad en su conjunto. Además, incorporar innovaciones tecnológicas y utilizar datos en tiempo real podría mejorar la precisión y la capacidad de respuesta ante los desafíos de la construcción moderna.

Además, se sugiere realizar estudios de caso en proyectos con distintas características y contextos, lo que enriquecería la aplicabilidad del modelo y ofrecería una perspectiva más integral para su adaptación en diversas áreas de la industria de la construcción. Estos ejercicios contribuirían no solo a consolidar la relevancia del modelo, sino también a generar evidencia concreta sobre su impacto en el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible.

9. Referencias

- Aktas, B., & Ozorhon, B. (2015). Green building certification process of existing buildings in developing countries: Cases from Turkey [Review]. *Journal of Management in Engineering*, 31(6), Article 05015002. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000358](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000358)
- Alghuried, A. (2025). Assessing the critical success factors for the sustainable construction project management of Saudi Arabia. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*. <https://doi.org/10.1080/13467581.2025.2454616>
- Arditi, D., & Gunaydin, H. M. (1997). Total quality management in the construction process. *International Journal of Project Management*, 15(4), 235-243. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(96\)00076-2](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(96)00076-2)
- Babar, S., Thaheem, M. J., & Ayub, B. (2017). Estimated cost at completion: Integrating risk into earned value management. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(3), 04016104. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001245](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001245)
- Banihashemi, S., Hosseini, M. R., Golizadeh, H., & Sankaran, S. (2017). Critical success factors (CSFs) for integration of sustainability into construction project management practices in developing countries [Article]. *International Journal of Project Management*, 35(6), 1103-1119. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.01.014>
- Bourne, L., & Amaya Goyeneche, Á. (2013). *Gestión de stakeholders: gestión grupos de interés* (1a edición. ed.). Universidad EAN.
- Cai, Z., Liu, Y., Shen, Y., Skitmore, M., & Yu, S. (2025). Addressing community oppositions in biowaste incineration infrastructure: Key factors and strategic solutions for a sustainable circular bioeconomy. *Socio-Economic Planning Sciences*, 99, 102215. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2025.102215>
- Cardinal, L. B., Sitkin, S. B., & Long, C. P. (2010). A configurational theory of control. In S. B. Sitkin, L. B. Cardinal, & K. M. Bijlsma-Frankema (Eds.), *Organizational Control* (pp. 51-79). Cambridge University Press. <https://doi.org/DOI: 10.1017/CBO9780511777899.004>
- Carvalho, M. M., & Rabechini, R., Jr. (2017). Can project sustainability management impact project success? An empirical study applying a contingent approach. *International Journal of Project Management*, 35(6), 1120–1132. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.02.018>

- Chan, A. P. C., Scott, D., & Chan, A. P. L. (2004). Factors affecting the success of a construction project [Article]. *Journal of Construction Engineering and Management*, 130(1), 153-155. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2004\)130:1\(153\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2004)130:1(153))
- Clifton, C., & Duffield, C. F. (2006). Improved PFI/PPP service outcomes through the integration of Alliance principles. *International Journal of Project Management*, 24(7), 573–586. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2006.07.005>
- Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (2021). Sostenibilidad en la construcción <https://www.cccs.org.co/wp/sostenibilidad-en-la-construccion/>
- Díaz Schery, C. A., Caiado, R. G. G., Rodríguez Vignon, Y., Congro, M., & Corseuil, E. T. (2023). BIM Critical Factors-Based Framework Towards Digitalization of Construction in the Public Sector. En J. C. Gonçalves dos Reis et al. (Eds.), *Industrial Engineering and Operations Management* (pp. 315–327). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-47058-5_25
- El Touny, A. S., Ibrahim, A. H., & Mohamed, H. H. (2021). An Integrated Sustainable Construction Project's Critical Success Factors (ISCSFs). *Sustainability*, 13(15), 8629. <https://doi.org/10.3390/SU13158629>
- Figueiredo, K., Hammad, A. W. A., Pierott, R., Tam, V. W. Y., & Haddad, A. (2024). Integrating Digital Twin and Blockchain for dynamic building Life Cycle Sustainability Assessment. *Journal of Building Engineering*, 97, 111018. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2024.111018>
- Finger, S., & Dixon, J. R. (1989). A review of research in mechanical engineering design. Part I: Descriptive, prescriptive, and computer-based models of design processes. *Research in Engineering Design*, 1(1), 51–67. <https://doi.org/10.1007/bf01580003>
- Gade, A. N., & Selman, A. D. (2023). Early implementation of the sustainable development goals in construction projects: A Danish case study. *Journal of Building Engineering*, 79, 107815. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.107815>
- González Urrego, H. A., Rueda Varón, M. J. (2022a). El impacto de la calidad en el éxito de la gerencia de proyectos. UPTC. <https://doi.org/10.19053/9789586606110>
- González Urrego, H. A., Rueda Varón, M. J. (2022b). Modelo para la integración de indicadores de desarrollo sostenible en los procesos de la gestión de proyectos de construcción, con aplicación en el ámbito de Bogotá.
- Gunduz, M. y Almuajebh, M. (2020). Factores críticos de éxito para la gestión sostenible de proyectos de construcción. *Sustainability*, 12 (5), 1990. <https://doi.org/10.3390/SU12051990>

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- Hillson, D., & Simon, P. (2012). Practical Project Risk Management: The ATOM Methodology. Berrett-Koehler Publishers.
- Hwang, B. G., & Ng, W. J. (2013). Project management knowledge and skills for green construction: Overcoming challenges [Article]. *International Journal of Project Management*, 31(2), 272-284. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.05.004>
- Jaafari, A. (2000). Construction business competitiveness and global benchmarking. *Journal of Management in Engineering*, 16(6), 43–53. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0742-597x\(2000\)16:6\(43\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0742-597x(2000)16:6(43))
- Jefferies, M., Brewer, G. J., & Gajendran, T. (2014). Using a case study approach to identify critical success factors for alliance contracting [Article]. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 21(5), 465-480. <https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2012-0007>
- Kazemi, N., Nisar, Q. A., Irfan, M., & Cherian, J. (2023). Reinvigorating research on sustainability reporting in the construction industry: A systematic review and future research agenda. *Journal of Business Research*, 167, 114197. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.114197>
- Kerzner, H. (2017). Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling (Twelfth edition. ed.). Wiley.
- Kiani Mavi, R., & Standing, C. (2018). Critical success factors of sustainable project management in construction: A fuzzy DEMATEL-ANP approach [Article]. *Journal of Cleaner Production*, 194, 751-765. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.120>
- Kineber, A. F., Oke, A. E., Elshaboury, N., Abunada, Z., Elseknidy, M., Zamil, A. M. A., Alhusban, M., & Ilori, S. A. (2024). Agile project management for sustainable residential construction: A study of critical success factors. *Frontiers in Built Environment*, 10. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2024.1442184>
- Kivilä, J., Martinsuo, M., & Vuorinen, L. (2017). Sustainable project management through project control in infrastructure projects. *International Journal of Project Management*, 35(6), 1167–1183. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.02.009>
- Kline, R. B. (2015). Principles and practice of structural equation modeling (4th ed.). The Guilford Press.
- Marcelino-Sádaba, S., González-Jaen, L. F., & Pérez-Ezcurdia, A. (2015). Using project management as a way to sustainability. From a comprehensive review to a framework

- definition. *Journal of Cleaner Production*, 99, 1–16.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.020>
- Marsh, H. W., Guo, J., Dicke, T., Parker, P. D., & Craven, R. G. (2020). Confirmatory Factor Analysis (CFA), Exploratory Structural Equation Modeling (ESEM), and Set-ESEM: Optimal Balance Between Goodness of Fit and Parsimony [Article]. *Multivariate Behavioral Research*, 55(1), 102-119. <https://doi.org/10.1080/00273171.2019.1602503>
- Maqbool, R., & Sudong, Y. (2018). Critical success factors for renewable energy projects; empirical evidence from Pakistan [Article]. *Journal of Cleaner Production*, 195, 991-1002. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.274>
- Marcelino-Sádaba, S., Pérez-Ezcurdia, A., González-Jaen, L.F. (2015), "Using Project Management as a way to sustainability. From a comprehensive review to a framework definition", *Journal of Cleaner Production*, 99, 1–16.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.020>
- Méndez Martínez, C., & Rondón Sepúlveda, M. A. (2012). Introducción al análisis factorial exploratorio. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 41, 197-207.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74502012000100014
- Nguyen, M. V. (2023). Drivers of innovation towards sustainable construction: A study in a developing country. *Journal of Building Engineering*, 80, 107970.
<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.107970>
- 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>
- Rafeh, A., Qureshi, M. U., Hameed, A., & Rasool, A. M. (2023). Ranking and grouping of critical success factors for stakeholder management in construction projects. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 22(6), 3569–3582.
<https://doi.org/10.1080/13467581.2023.2193609>
- Shayan, S., Kim, K. P., & Tam, V. W. Y. (2022). Critical success factor analysis for effective risk management at the execution stage of a construction project. *International Journal of Construction Management*, 22(3), 379–386.
<https://doi.org/10.1080/15623599.2019.1624678>
- Silvius, A. J. G., & Schipper, R. P. J. (2014). Sustainability in project management: A literature review and impact analysis. *Social Business*, 4(1), 63–96.
<https://doi.org/10.1362/204440814x13948909253866>

ONU. (2015). Objetivos y metas de desarrollo sostenible.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

ONU. (2023). ¿En qué consiste el desarrollo sostenible?

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2023/08/what-is-sustainable-development/>

Pinto, J. K., & Slevin, D. P. (1989). Critical success factors in R&D projects [Article]. *Research Technology Management*, 32(1), 31-35.

<https://doi.org/10.1080/08956308.1989.11670572>

PMBOK® Guide. (2019). @pminstitute. <https://www.pmi.org/pmbok-guide/standards/foundational/pmbok>

Robinson, S. (2008). Conceptual modelling for simulation Part II: a framework for conceptual modelling. *The Journal of the Operational Research Society*, 59(3), 291–304.

<https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2602369>

Tang, Z. W., Ng, S. T., & Skitmore, M. (2019). Influence of procurement systems to the success of sustainable buildings. *Journal of Cleaner Production*, 218, 1007–1030.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.213>

Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International journal of medical education*, 2, 53-55. <https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>

Waqar, A., Othman, I., Shafiq, N., & Khan, A. M. (2023). Integration of passive RFID for small-scale construction project management. *Data and Information Management*, 7, 100055.

<https://doi.org/10.1016/j.dim.2023.100055>

Wuni, I. Y., & Shen, G. Q. (2020). Critical success factors for modular integrated construction projects: A review. *Building Research & Information*, 48(7), 763–784.

<https://doi.org/10.1080/09613218.2019.1669009>

Yang, J., Shen, G. Q., Ho, M., Drew, D. S., & Chan, A. P. C. (2009). Exploring critical success factors for stakeholder management in construction projects [Article]. *Journal of Civil Engineering and Management*, 15(4), 337-348. <https://doi.org/10.3846/1392-3730.2009.15.337-348>

Yusuf, M. A., Lewis, J. D., & Boansi, S. O. (2024). Critical factors for implementing sustainable construction practices in project delivery and management. *World Journal Of Advanced Research and Reviews*, 24(3), 2658–2675.

<https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.24.3.3842>

Zhang, X. (2005). Critical success factors for public-private partnerships in infrastructure development [Article]. *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(1), 3-14. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2005\)131:1\(3](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:1(3)