

CONSTRUCCIONES CIVILES

TENDENCIAS Y SOSTENIBILIDAD



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA®

PÁGINA LEGAL

Datos relativos al copyright del autor y de la editorial

© Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia
© Grupo de Investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad
© Facultad de Arquitectura e Ingeniería
Medellín, Volumen 1, Noviembre de 2024

Compiladores:

Nicolás Steven Pardo Álvarez
José Reynaldo Zelaya Maradiaga
Alexander Méndez Rincón
Sergio Andrés Arboleda López

ISBN: (Para libros)

[Edición en línea]: ISBN 978-628-7728-10-3

Nota Legal



Licensed under a Creative Commons Attribution - <NonCommercial-Sharee
Alike 4.0 International License

Autores

Alexander Méndez Rincón	Katherine López Isaza
Ana Catalina Gómez Sánchez	Laura Jaramillo Velásquez
Angela Maria Gaitan Martínez	Liliana Marcela Arias Villegas
Anlly Tatiana Gómez Araújo	Lisbeth Viviana Perea Ibarguen
Astrid Carolina Aguilar Arango	Luciano Alberto Moreno Hoyos
Benigno Foronda Ocampo	Luis Fernando Castrillón
Carolina Sierra Hidalgo	Luis Miguel Cardona Merino
Carolina Tobón	Luisa Fernanda Ortiz Garnica
Catalina Goetz Rua	Manuel Alejandro Echavarría Castaño
Coat Sebastian Arenas Alzate	Manuela Guerra Sánchez
Cristian David Madrigal	María Alejandra Rico Pérez
Daniel Muñoz Montoya	María Camila Fernandez Machado
Deisy Yohana Torres Ruiz	Maria Camila Rojas Espinosa
Diego Andrés Mendoza Diaz	María Camila Ruiz Loaiza
Durango Alexander Betancur Gómez	Maria Paulina Mejía Alvarez
Edison Aldemar Hincapié Atehortúa	Mariana Zapata Monsalve
Edison Leandro Florez Ceballos	Miguel Angel Agudelo Jaramillo
Edisson Gracia Guzmán	Nicolás Steven Pardo Álvarez
Gloria Cristina Correa Carmona	Pablo Andrés Pérez López
Hector Alonso Herrera Molina	Santiago Gómez Correa
Hernán Darío Cañola	Sebastián Arredondo Ballesteros
Jaime Alejandro Berrio Correa	Sebastian Moreno Cardona
Jennifer Alexandra Lopera Vélez	Sergio Andrés Arboleda López
John Fabio Giraldo Marínez	Sergio Andrés Ortega Lobo
Jorge Enrique Figueroa Álvarez	Stephania Roso Vergara
José Reynaldo Zelaya Maradiaga	Jeremy Sebastián Muñoz Zamarra
Juan Camilo Lozano Martínez	Yimi Salas Sucerquia
Juan Esteban Montoya Pulgarin	Yuly Andrea Correa Pino
Juan Gabriel Corrales Castrillón	

Presentación

El Volumen 1 de la publicación *Construcciones Civiles Tendencias y Sostenibilidad* organizado por el Programa de Construcciones Civiles de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia corresponde a la compilación de los trabajos de investigación presentados en noviembre de 2024 en la ciudad de Medellín, Colombia, en el marco del evento de socialización. Este evento reunió a estudiantes, docentes e investigadores en un espacio académico y técnico, dedicado a compartir los resultados de sus investigaciones. Durante las jornadas, se promovió el intercambio de conocimientos y la reflexión sobre los desafíos del sector de la construcción, con miras a impulsar su transformación hacia prácticas más eficientes, innovadoras y sostenibles.

Los trabajos de investigación, presentados en formato de resúmenes extendidos, reflejan el aporte académico de los participantes en cuatro líneas temáticas: Administración y gestión de la construcción, enfocada en estrategias para optimizar la productividad y la eficiencia en la toma de decisiones; Construcción sostenible, con énfasis en el análisis de ciclo de vida y la reducción del impacto ambiental; Patología y durabilidad de la edificación, dirigida al análisis de deficiencias constructivas y la mejora de la vida útil de las estructuras; y Materiales de construcción, orientada al desarrollo de soluciones innovadoras que integren materiales sostenibles y reciclados.

Nicolás Steven Pardo Álvarez

***Coordinador del área de investigación del Programa de Construcciones Civiles
Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia***

Contenido

ANÁLISIS DE LA RELACIÓN $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ EN LA ELABORACIÓN DE MATERIALES DE ACTIVACIÓN ALCALINA DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL.....	2
DESARROLLO DE UN PAVIMENTO ASFÁLTICO EN FRÍO A PARTIR DE PAVIMENTO ASFÁLTICO RECICLADO (RAP) PARA EL MEJORAMIENTO DE VÍAS Terciarias	11
ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES FACTORES QUE CONLLEVAN A UNA ETAPA TEMPRANA DE INSOLVENCIA EN TRES EMPRESAS CONSTRUCTORA EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN	20
ANÁLISIS DEL ESTADO DE IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN EDGE Y CASA COLOMBIA EN PROYECTOS NO VIS EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN	31
COMPARACIÓN ENTRE EL IMPACTO AMBIENTAL DE LA VIVIENDA TRADICIONAL Y LA VIVIENDA NUEVA EN EL CORREGIMIENTO DE SANTA ELENA. CASO DE ESTUDIO VEREDA MAZO	39
ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS EN VENTAS DE ACABADOS ARQUITECTÓNICOS PARA APARTAMENTOS NO VIS EN OBRA GRIS DEL VALLE DE ABURRÁ Y EL VALLE DE SAN NICOLÁS	46
ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS DE LA GESTIÓN LOGÍSTICA EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO BLOQUE 2 UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, TULENAPA SEDE CAREPA.	55
GUÍA DE INVERSIÓN EXTRANJERA COMO ESTRATEGIA INNOVADORA PARA EL SECTOR INMOBILIARIO EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.....	63
INTEGRACIÓN MEDIANTE UNA HERRAMIENTA DE CÁLCULO DE LA CONCILIACIÓN DE LA INFORMACIÓN CONTABLE CON LA FINANCIERA DEL PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN DE VÍAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE CISNEROS	81
ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) EN LA ETAPA DE ACABADOS, PARA LA PARAMETRIZACIÓN EN LOS DISEÑOS. CASO DE ESTUDIO APARTAMENTOS ARAGUA PRIMAVERA	94
INFLUENCIA DE LAS DECISIONES LOGÍSTICAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VÍAS PRIMARIAS EN EL ORIENTE ANTIOQUEÑO. CASO DE ESTUDIO PARCELACIÓN HORIZONTES	107
GENERACIÓN DE RUTA METODOLÓGICA PARA LA REACTIVACIÓN DE PROYECTOS. CASO DE ESTUDIO HOTEL LUXÉ	115
ANÁLISIS DE LAS AFECTACIONES QUE TIENE LA COMUNICACIÓN ASERTIVA EN EL MANTENIMIENTO DE OBRAS PLANTA FAMILIA RIONEGRO.....	125
ESTRUCTURACIÓN DE PROCESOS TÉCNICOS Y ADMINISTRATIVOS DE PEQUEÑAS EMPRESAS PARA LA GESTIÓN DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA DE HASTA 2000m2	132

ANÁLISIS DE LA RELACIÓN $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ EN LA ELABORACIÓN DE MATERIALES DE ACTIVACIÓN ALCALINA DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

Coat Sebastián Arenas Alzate¹, Deisy Yohana Torres Ruiz¹, Juan Esteban Montoya Pulgarin¹, Juan Camilo Lozano Martinez¹, José Reynaldo Zelaya Maradiaga², Nicolás Steven Pardo Álvarez²

¹ Semillero de Investigación en Ciencias y Tecnología de la Construcción SITEC, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, carenas@est.colmayor.edu.co, deisyt@est.colmayor.edu.co, jmontoyap@est.colmayor.edu.co, jclozano@est.colmayor.edu.co

² Grupo de Investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, jose.zelaya@colmayor.edu.co, nicolas.alvarez@colmayor.edu.co

Palabras clave: Activación alcalina, silicato de sodio, metacaolín, hidróxido de sodio, resistencia a la compresión.

1. INTRODUCCIÓN

El cemento es esencial para la construcción, aunque también es un material muy contaminante, genera alrededor de un 5 y 8% de las emisiones globales de dióxido de carbono (CO_2), causado principalmente por los procesos de calcinación de la roca caliza a temperaturas de hasta 1400°C y alto consumo energético necesario para su fabricación (Elkhaldi et al., 2023). Esto ha incentivado la búsqueda de nuevas alternativas sostenibles como la activación alcalina para la producción de materiales cementantes de bajo impacto ambiental. Se sintetizan a partir de materiales con fuentes de aluminosilicatos (compuestos que contienen aluminio, silicio y oxígeno), como el metacaolín (material obtenido a partir de la calcinación del caolín a temperaturas cercanas a los 750°C , es una de las principales fuentes de sílice y alúmina en Colombia), con activadores alcalinos, como el silicato de sodio (Na_2SiO_3) y el hidróxido de sodio (NaOH), para formar compuestos que proporcionan propiedades cementantes similares o superiores a las del cemento Portland (Biernacki et al., 2017). En este proceso, los activadores, como el Na_2SiO_3 , suministran cationes álcali, que facilitan el proceso de disolución de las fuentes de sílice y alúmina presente en los precursores para formar enlaces silicio-oxígeno-aluminio a través del proceso polimerización, consolidando la microestructura del material y desarrollando sus propiedades mecánicas (Provis & van Deventer, 2014). El uso de Metacaolín combinado con activadores alcalinos genera materiales más amigables con el medio ambiente en comparación al cemento Portland. Además, pueden desarrollar mejores propiedades mecánicas y de durabilidad (Mounika et al., 2020).

Las investigaciones sobre la activación alcalina, que utilizan Metacaolín o cenizas volantes, han explorado diferentes mezclas de activadores y condiciones de curado para desarrollar las propiedades mecánicas y microestructurales de los materiales resultantes. Por ejemplo, Khaled et al. (2023), destacaron la importancia del curado a 60°C durante 24h (temperatura que facilita la relación entre los activadores alcalinos y precursores de aluminosilicatos) obteniendo resistencias a la compresión de hasta 27,09 MPa a 28 días con una mezcla de 14 % en peso de NaOH y 10 % en peso de Na_2SiO_3 , lo que quiere decir que estas condiciones de curado son importantes para mejorar las propiedades de los materiales activados. De igual forma, Fernández-Jiménez et al. (2008) demostraron que la activación alcalina puede generar zeocerámicas (cerámicas con bajo impacto ambiental) con resistencias de hasta 29 MPa a un día de edad, a

una temperatura de 150 °C utilizando 50% ceniza volante y 50% metacaolín, lo que deja en evidencia que en menor tiempo de curado alcanzan una mejor resistencia en comparación con los cementos convencionales. Por otra parte, Supit & Olivia (2022) evaluaron el efecto de la proporción $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ de 1,5, 2 y 2,5 en la resistencia a la compresión. La relación de activador alcalino con una proporción de 2 curado a una temperatura de 60 °C durante 6 h alcanzó la resistencia a la compresión más alta con un valor de alrededor de 30 MPa. Cardoza & Colorado (2023) utilizaron residuos de demolición provenientes de concretos y ladrillos cerámicos como fuentes de aluminosilicatos para la creación de concretos activados alcalinamente de bajo costo variando la proporción de los activadores (hidróxido de sodio y silicato de sodio en porcentajes de 70/30, 60/40 y 80/20) y la cantidad de sólidos presentes en la mezcla (40, 50 y 60%), logrando resistencias a la compresión entre 5 MPa y 35 MPa.

Como se ha observado, la fabricación de morteros y concretos mediante la activación alcalina de diferentes fuentes de aluminosilicatos se presentan como una estrategia sostenible a los morteros y concretos convencionales a partir de cemento Portland tradicional. Aunque a nivel mundial se han llevado a cabo investigaciones en el campo de los materiales de activación alcalina, desde la Institución se ha venido planteando la necesidad de estudiar estos cementantes con materiales locales y de esta manera comenzar a entender cómo las cantidades de silicato de sodio (Na_2SiO_3) e hidróxido de sodio (NaOH) intervienen en las propiedades mecánicas. Lo anterior, sumado a la disponibilidad de metacaolín y silicato de sodio comercial, que generalmente se presenta como una de las principales restricciones de estos materiales, genera una alta expectativa y en futuro cercano una oportunidad emergente de mercado. Teniendo en cuenta lo ya descrito, en el presente proyecto se pretende analizar la relación $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ en la elaboración de materiales de activación alcalina de bajo impacto ambiental y su influencia, la resistencia a la compresión y las emisiones por metro cúbico. Los resultados abren la posibilidad a la fabricación de materiales prefabricados con mejores propiedades mecánicas, mayor durabilidad y menor impacto ambiental que prefabricados tradicionales, contribuyendo de esta manera desde el sector constructor a la mitigación del cambio climático con estructuras más resilientes y sostenibles.

2. METODOLOGÍA

En la Figura 1 se presenta el diagrama metodológico, enfocado en las etapas de determinación de las propiedades de los materiales a utilizar, diseños de mezcla, evaluación de propiedades mecánicas y cálculo de impacto ambiental y económico de los morteros.

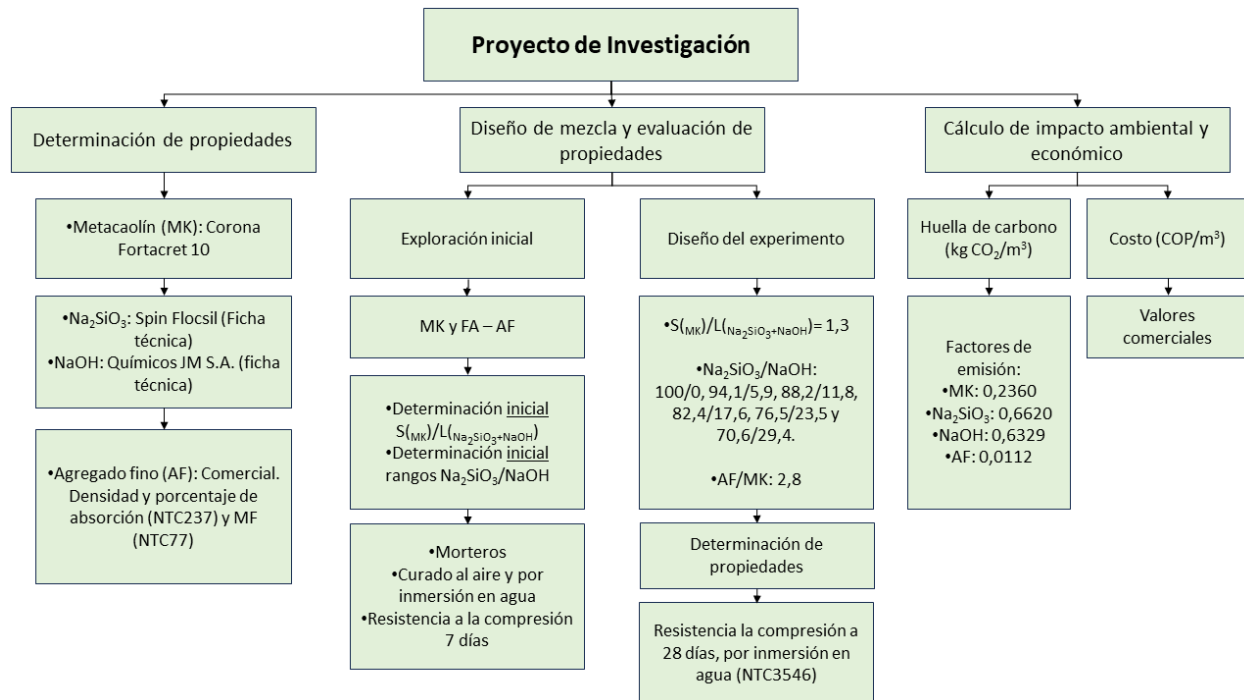


Figura 1. Diagrama metodológico.

2.1 Determinación de propiedades

Se utilizó metacaolín comercial Fortacret de la empresa Corona. El silicato de sodio corresponde a la referencia Floccil de la empresa Spin S.A. La solución de hidróxido de sodio 10 M utilizada fue preparada partir de escamas de (NaOH) de la empresa Químicos JM S.A. con el 98% de pureza. El agregado fino corresponde a un material comercial. Se realizaron las pruebas para determinar la densidad, porcentaje de absorción y análisis granulométrico según las normas NTC 237:2020, NTC 77:2018 y NTC 2240:2020. La información del metacaolín, el silicato de sodio e hidróxido de sodio fue tomada de la ficha técnica suministrada por cada una de las empresas, complementada con revisión literaria.

2.2 Diseño de mezcla y evaluación de propiedades

Para el planteamiento de los diseños de mezcla y la preparación de los morteros, se inició encontrando la cantidad mínima de silicato como activador para alcanzar la homogeneidad, utilizando metacaolín como material precursor y utilizando una relación agregado fino/metacaolín de 2,8. La relación resultante precursor/activador se fijó en 1,3 y posteriormente se prepararon los diseños de mezcla sustituyendo silicato de sodio por hidróxido de sodio (Na₂SiO₃-NaOH) en 100-0 / 94,1-5,9 / 88,2-11,8 / 82,4-17,6 / 76,5-23,5 y 70,6-29,4. Inicialmente las muestras se curaron al agua y al aire y se llevaron a cabo ensayos iniciales de resistencia a la compresión a los 7 días (NTC 3546), con el fin de determinar la influencia del medio de curado. Una vez determinado el mejor medio, se realizaron pruebas de resistencia a compresión a los 28 días (NTC 3546) por inmersión en agua, ya que fue el medio que arrojó los valores más altos de resistencia a la compresión.

2.3 Cálculo de impacto ambiental y económico

Finalmente, se llevó a cabo el cálculo de la huella de carbono ($\text{kg CO}_2/\text{m}^3$) y el costo por metro cúbico (COP/m^3). Para la huella de carbono se utilizaron factores de emisión obtenidos de la literatura o de diversas declaraciones de impacto ambiental disponibles. Finalmente, para el costo, se revisaron valores comerciales.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Determinación de propiedades

La Tabla 1 muestra las principales propiedades de los materiales utilizados. El metacaolín se caracteriza por su alto contenido de SiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O_3 , y una gravedad específica que oscila entre 2.500 y 2.600 kg/m^3 . El silicato de sodio, por su parte, corresponde a un líquido alcalino con un porcentaje de sólidos de 44,92%, compuesto por Na_2O y SiO_2 . En cuanto al agregado fino, se trata de una arena gruesa con un módulo de finura de 2,71, un porcentaje de absorción del 0,11% y una densidad aparente seca de 2.750 kg/m^3 . Para este material, se realizó la distribución granulométrica que demuestra el comportamiento de una arena gruesa.

Tabla 1. Propiedades de los materiales.

Materiales	Principales propiedades
Metacaolín (Fortacret 10)	% SiO_2 + % Al_2O_3 + % Fe_2O_3 > 70% Según norma ASTM C618-15 (Corona, 2022).
Spin Floccil (Na_2SiO_3)	Según ficha técnica (Spin S.A., 2024), características: % Na_2O = 16,67% y % SiO_2 = 28,25 %. % Sólidos = 44,92% Densidad aparente seca: 2.750 kg/m^3 Absorción: 0,11% Módulo de finura: 2,71 Distribución granulométrica:

Agregado fino

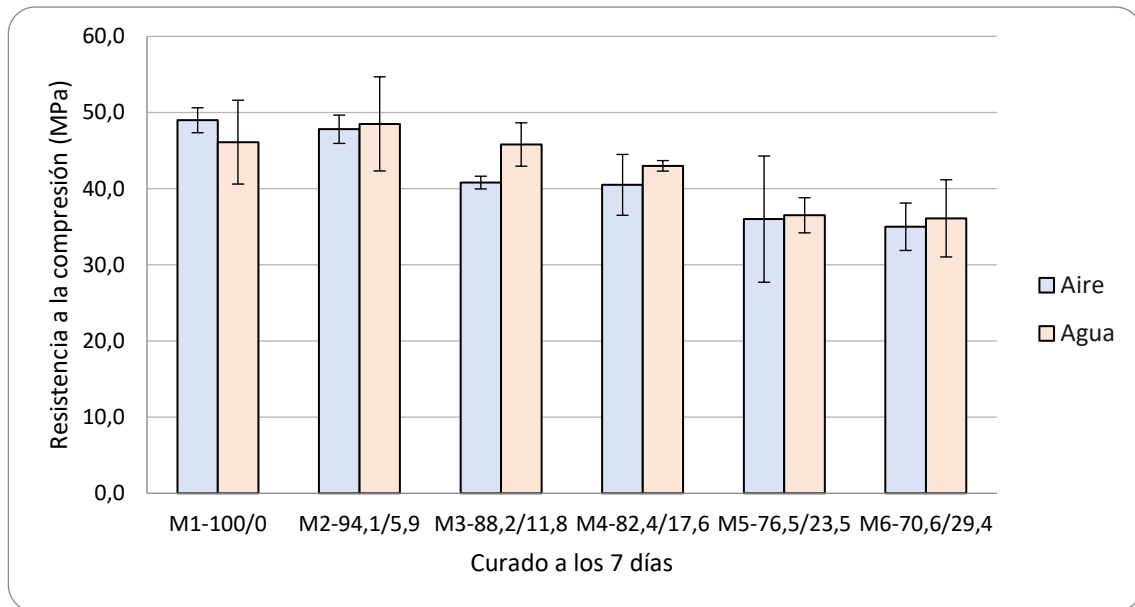
Abertura (mm)	Porcentaje pasante (%)
10,00	100,0
4,75	100,0
2,50	82,0
1,25	62,0
0,60	45,0
0,30	22,0
0,15	5,0
0,075	0,0

3.2 Diseño de mezcla y evaluación de propiedades mecánicas

La exploración inicial mostró una diferencia en la resistencia de los morteros curados al aire durante 7 días, en comparación con los que fueron curados en agua. Se observó una disminución

de la resistencia entre 0,5 y 5,0 MPa para las mezclas M2-94,1/5,9 a M6-70,6/29,4, con un incremento solo para M1-100/0 de 2,9 MPa, como se presenta en la Figura 2a. Este resultado llevó a descartar el proceso de curado al aire y a continuar el experimento, solo con el curado por inmersión en agua. Además, los morteros curados al aire también fueron eliminados del estudio debido a la aparición de eflorescencias. Posteriormente, a los 28 días de curado en agua (Figura 2b) los morteros curados por inmersión en agua alcanzaron valores de resistencia de hasta $48,8 \pm 0,4$ MPa para M1-100/0. Sin embargo, se pudo observar que al incrementar el contenido de hidróxido de sodio disminuyó la resistencia a la compresión hasta valores de $33,4 \pm 5,6$ MPa para M6-70,6/29,4. Esto ocurrió probablemente porque cuando se sustituye el silicato de sodio por hidróxido de sodio 10M, se reduce la cantidad de sílice soluble disponible en la mezcla. Aunque el NaOH incrementa el pH y genera un entorno alcalino que ayuda a disolver el metacaolín, no aporta sílice directamente. Como consecuencia, la estructura de gel que se forma es menos polimerizada y menos densa, debido a la insuficiencia de sílice necesaria para extender la red de enlaces en la matriz.

a)



b)

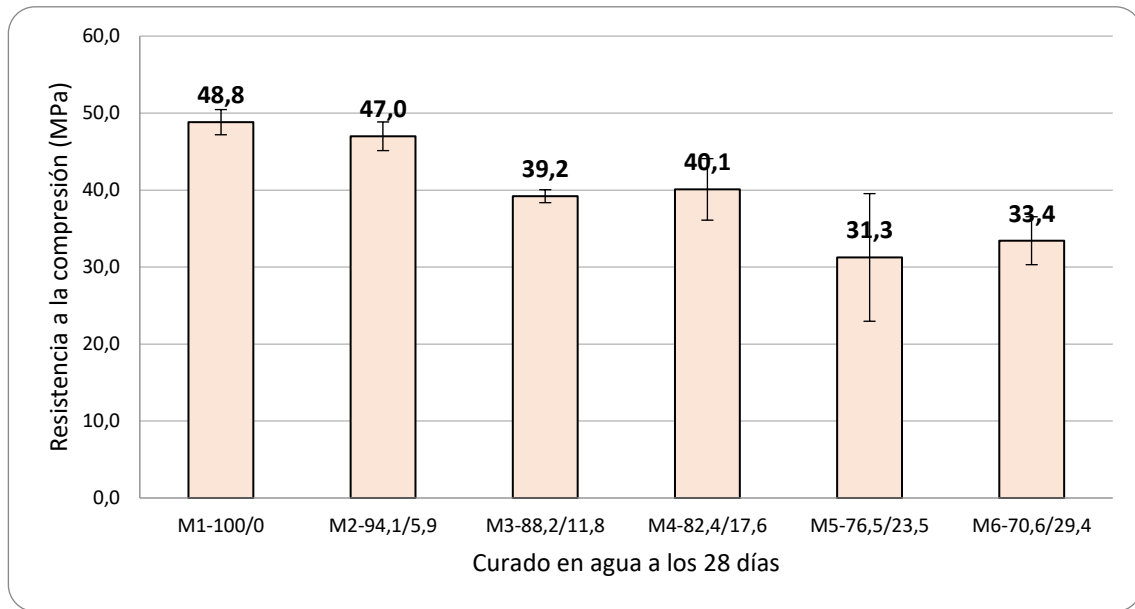


Figura 2. Para cada diseño de mezcla, a) Resistencia a la compresión a 7 días por curado en agua y al aire y b) Resistencia a la compresión a 28 días en agua.

3.3 Cálculo de impacto ambiental y costo

De acuerdo con los cálculos obtenidos sobre la huella de carbono (Figura 3a), se determinó que a medida que se agrega NaOH10M se reduce la huella de carbono. Sin embargo, también sugiere una relación directa con las proporciones y el costo total (Figura 3b), ya que a mayor cantidad de NaOH10M el costo incrementa. Revisando ambos resultados en conjunto y comparando a M1-100/0 (677,93 kg CO₂/m³ y 3.620.549) y M6-70,6/29,4 (621,99 kg CO₂/m³ y 4.006.965 COP/m³), la reducción del 8,2% de M6-70,6/29,4 respecto a M1-100/0 en las emisiones no compensa el aumento en el costo del 10,7%, teniendo en cuenta que la sostenibilidad se debe abordar desde los ejes ambiental y económico de manera simultánea.

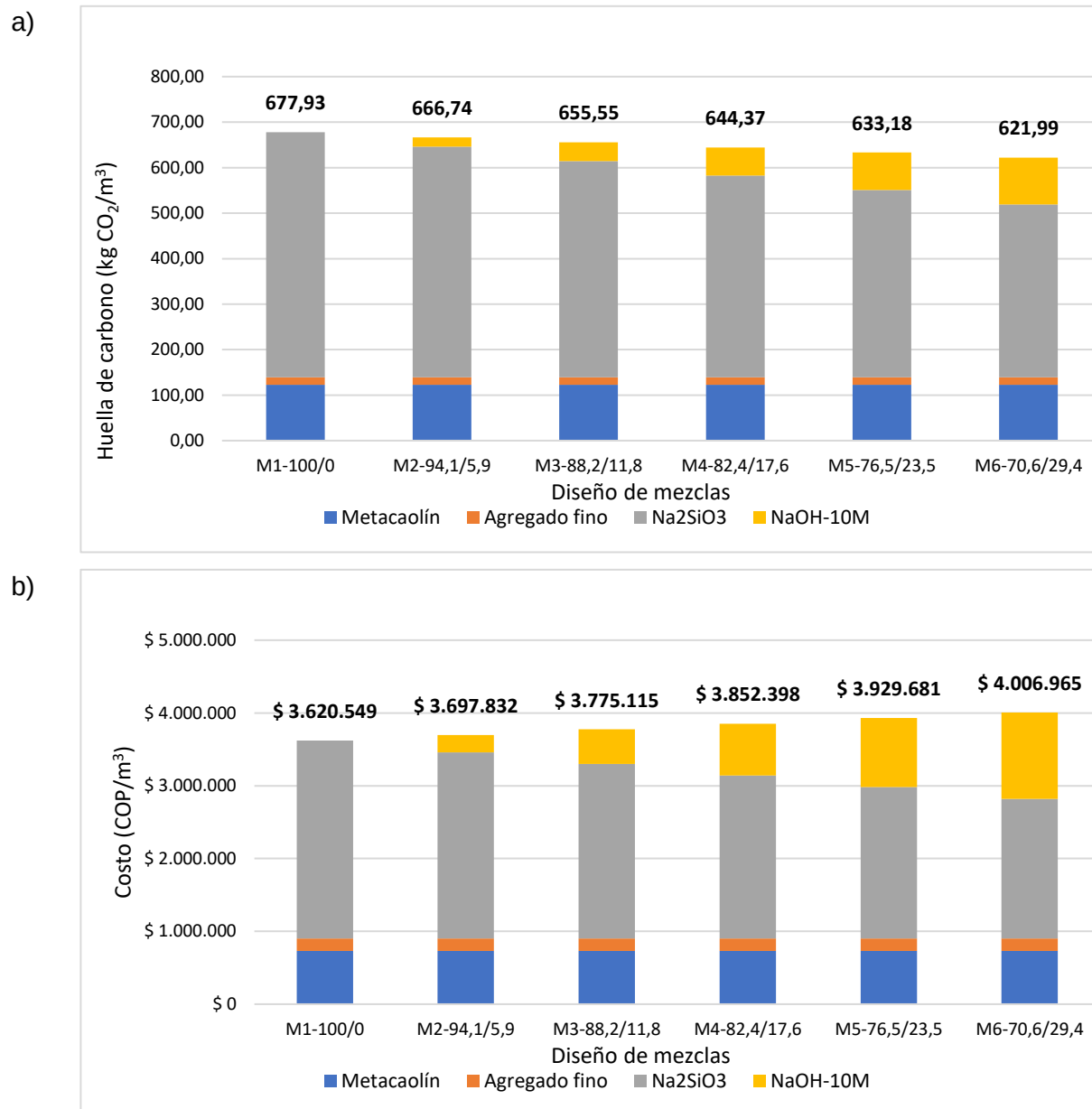


Figura 3. a) Emisiones de CO₂ por tipo de mezcla y b) Costo por metro cúbico de mezcla.

4. CONCLUSIONES

Los resultados mostraron que la proporción de silicato de sodio (Na₂SiO₃) e hidróxido de sodio (NaOH10M) en la mezcla influyó tanto en las propiedades mecánicas, como en el impacto ambiental y el costo los diseños de mezcla. A medida que aumenta la cantidad de silicato de sodio, se incrementa la resistencia a la compresión, como se evidenció en la mezcla M1-100/0, que alcanzó el mayor valor de resistencia (48,8±0,4 MPa) con una proporción de 100/0 (Na₂SiO₃/NaOH). Sin embargo, a medida que se reduce la cantidad de Na₂SiO₃ y aumenta la de NaOH, la resistencia disminuye, encontrando los valores más bajos en las mezclas M5-76,5/23,5

y M6-70,6/29,4. Esto confirma que el Na_2SiO_3 es el componente activador determinante para alcanzar una mayor resistencia en el material. Además, el análisis de huella de carbono muestra que a medida que se incrementa el contenido de NaOH en la mezcla, las emisiones de CO_2 por metro cúbico disminuyen. No obstante, esta disminución de la huella de carbono está asociada a un aumento en el costo del material, ya que el precio por metro cúbico incrementa con el contenido de NaOH. Bajo un enfoque de sostenibilidad y considerando el balance entre los aspectos ambientales, económicos y técnicos, con la investigación se demuestra la importancia de diseños de mezclas que no solo optimicen la resistencia a la compresión, sino también minimicen el impacto ambiental y sean económicamente viables.

5. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente al docente Nicolás Steven Pardo Álvarez por su invaluable guía y dedicación durante la realización de nuestro proyecto de grado. Su compromiso, paciencia y amplio conocimiento fueron pilares fundamentales en cada etapa del proceso. Su capacidad para motivarnos, orientarnos y compartir su experiencia dejó una huella imborrable en nuestra formación como estudiantes y profesionales. Este logro no habría sido posible sin su apoyo constante y su confianza en nuestras capacidades. Gracias por ser no solo un mentor, sino también una inspiración y un pilar a seguir.

6. REFERENCIAS

- Biernacki, J. J., Bullard, J. W., Sant, G., Brown, K., Glasser, F. P., Jones, S., Ley, T., Livingston, R., Nicoleau, L., Olek, J., Sanchez, F., Shahsavari, R., & Stutzman, P. E. (2017). Cements in the 21 st century: Challenges , perspectives , and opportunities. April, 2746–2773. <https://doi.org/10.1111/jace.14948>
- Cardoza, A., & Colorado, H. A. (2023). Alkali-activated cement manufactured by the alkaline activation of demolition and construction waste using brick and concrete wastes. *Open Ceramics*, 16. <https://doi.org/10.1016/j.oceram.2023.100438>
- Corona. (2022). Fortacret 10 (ficha técnica). Corona. <https://corona.co/wp-content/uploads/2022/12/Fortacret-10.pdf>
- Driouich, A., Chajri, F., Hassani, S. E. A. El, Britel, O., Belouafa, S., Khabbazi, A., & Chaair, H. (2020). Optimization synthesis geopolymers based mixture metakaolin and fly ash activated by alkaline solution. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 544. <https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2020.120197>
- Elkhaldi, I., Rozière, E., & Loukili, A. (2023). To what extent does decreasing the proportion of clinker in cement production effectively decrease its carbon footprint? *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.07.349>
- Fernández-Jiménez, A., Monzó, M., Vicent, M., Barba, A., & Palomo, A. (2008). Alkaline activation of metakaolin-fly ash mixtures: Obtain of Zeoceramics and Zeocements. *Microporous and Mesoporous Materials*, 108(1–3), 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2007.03.024>
- Khaled, Z., Mohsen, A., Soltan, A. M., & Kohail, M. (2023). Optimization of kaolin into Metakaolin: Calcination Conditions, mix design and curing temperature to develop alkali activated binder. *Ain Shams Engineering Journal*, 14(6). <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102142>
- Mounika, G., Ramesh, B., & Kalyana Rama, J. S. (2020). Experimental investigation on physical and mechanical properties of alkali activated concrete using industrial and agro waste. *Materials Today: Proceedings*, 33, 4372–4376. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.07.634>

- Provis, J.L. y van Deventer, J.S.L. (2014) Materiales activados por álcali. Informe de última generación, RILEM TC 224-AAM, Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7672-2>
- Silicatos para la Industria S.A.S. (2024). Silicato de sodio alcalino (ficha técnica). Silicatos para la Industria S.A.S. https://spinsa.com.co/Doc_SeguridadyGeneralidades/SDS-FLOCSIL_V2.pdf
- Supit, S. W. M., & Olivia, M. (2022). Compressive strength and sulfate resistance of metakaolin-based geopolymer mortar with different ratio of alkaline activator. Materials Today: Proceedings, 66, 2776–2779. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.06.514>

DESARROLLO DE UN PAVIMENTO ASFÁLTICO EN FRÍO A PARTIR DE PAVIMENTO ASFÁLTICO RECICLADO (RAP) PARA EL MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS

Carolina Sierra Hidalgo¹, Miguel Ángel Agudelo Jaramillo¹, Diego Andrés Mendoza Díaz¹, Ubany de Jesús Zuluaga de los Ríos², Nicolás Steven Pardo Álvarez²

¹ Semillero de Investigación en Ciencias y Tecnología de la Construcción SITEC, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, csierra@est.colmayor.edu.com, maagudelo@est.colmayor.edu.com, dmendoza@est.colmayor.edu.com

² Grupo de Investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, ubany.zuluaga@colmayor.edu.co, nicolas.alvarez@colmayor.edu.co

Palabras clave: Rehabilitación, RAP (Reclaimed Asphalt Pavement), fresado, capa de rodadura, pavimento.

1. INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial desempeña un rol esencial en el desarrollo socioeconómico de los países, y en la actualidad, cada vez son más los investigadores que se empeñan en identificar los mejores sistemas vanguardistas que se puedan emplear para mejorar las variables que en los sistemas tradicionales son un enigma, las prácticas de construcción sostenibles han promovido el uso del pavimento asfáltico reciclado (RAP) como una de las opciones más viables y eficientes. Después de varios ensayos y experimentos este material reciclado ha demostrado ser una alternativa muy competitiva frente a los pavimentos convencionales que encontramos en el mercado actual, debido a sus características mecánicas superiores, como la mejora en la resistencia a la tracción y la rigidez, cuando se integra en un diseño óptimo que maximiza sus características y su rendimiento (Abdel-Jaber et al., 2022). Entre todas sus características una de sus principales ventajas es que el RAP ofrece beneficios económicos significativos, reduciendo costos de materiales y de mantenimiento, a la vez que disminuye el impacto ambiental asociado con la construcción de infraestructuras. Asimismo, si se aplican correctamente los principios de diseño y construcción, los pavimentos reciclados pueden alcanzar niveles de durabilidad equiparables a los de las estructuras tradicionales (Camacho Plata, 2014). No obstante, para poder asegurar un óptimo desempeño, es fundamental siempre controlar de manera precisa la fragmentación y la granulometría del material fresado, ya que estos factores influyen directamente en las propiedades finales de la mezcla asfáltica (Morales Fournier et al., 2019).

Diversos estudios abordan la fabricación de mezclas de pavimento partiendo del material asfáltico reciclado (RAP), destacando sus ventajas, como los desafíos asociados a su implementación. Entre las ventajas más relevantes encontramos la sostenibilidad, ya que el uso de RAP reduce la necesidad de materiales vírgenes y sus costos asociados. Uno de los principales desafíos es la adaptación de los diseños de mezcla para garantizar que las propiedades del pavimento final cumplan con los estándares de rendimiento establecidos (Argüello & Aguilar Moya, 2019). Investigaciones realizadas en Brasil han discutido las técnicas para la incorporación del RAP en nuevos pavimentos, así como los desafíos normativos enfrentados. Estos estudios concluyen que, a pesar del rápido crecimiento en el uso del RAP, existe una necesidad urgente de mayor investigación y desarrollo de normativas para promover su adopción generalizada (Fonseca et al., 2019). Adicionalmente, algunos investigadores se enfocan en las mejores prácticas para el

diseño de mezclas asfálticas que incluyen RAP, subrayando la importancia de un análisis detallado de las propiedades del RAP y el ajuste de las proporciones de los componentes para asegurar un rendimiento óptimo (Leiva Villacorta & Vargas Nordbeck, 2018). Asimismo, un estudio reciente que examina las propiedades físicas y mecánicas del RAP en capas de pavimento concluye que su inclusión puede mejorar significativamente la estabilidad y resistencia de dichas capas, haciéndolas más adecuadas para su uso en carreteras (Plati et al., 2023). En muchos contextos, la implementación del RAP podría ser clave para la reducción de altos costos en la construcción y mantenimiento de vías terciarias, aunque esto requiere ajustes normativos que permitan su adopción masiva en el campo de trabajo (Méndez, 2015a).

En función de lo antes mencionado en Medellín no se encuentran investigaciones que hablen de la fabricación de un pavimento asfáltico en frío en función de la cantidad de ligante y su influencia en la estabilidad Marshall y la reducción de costos. Por lo tanto, en este proyecto se evaluó la resistencia y el impacto económico al ser implementadas en las vías terciarias o en algunas vías secundarias del país. Según la evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas con distintos porcentajes de pavimento asfáltico recuperado (RAP) y asfalto original, encontramos que las mezclas con hasta la mitad de RAP arrojaban mejoras en la estabilidad y una cantidad mayor a la mitad de RAP en la mezcla resultaba en cargas de estabilidad más bajas. Además, se observó un aumento en los valores de flujo con más asfalto, y una reducción en los vacíos de aire al usar RAP, atribuido a su menor viscosidad. Partiendo de lo antes mencionado y de la poca información que se tiene en el entorno nacional surge la necesidad de desarrollar esta investigación para así demostrar lo eficiente que puede llegar a resultar la implementación del material reciclado en las estructuras de pavimento actuales.

2. METODOLOGÍA

En la Figura 1 se presenta el diagrama metodológico, a partir de las etapas de determinación de propiedades de los materiales, planteamiento del diseño de mezclas, evaluación de propiedades físico-mecánicas e implementación teórica de una vía a pavimentar en una zona de estudio.

2.1 Definición de los materiales

El pavimento reciclado que se seleccionó corresponde a un material obtenido de la extracción de una vía principal en la Carrera 30 con Calle 47, del barrio La Milagrosa de Medellín, que se encontraba en proceso de mantenimiento. La emulsión asfáltica TOPEX corresponde a un producto comercial adquirido a través de la empresa HOMCENTER-SODIMAC.

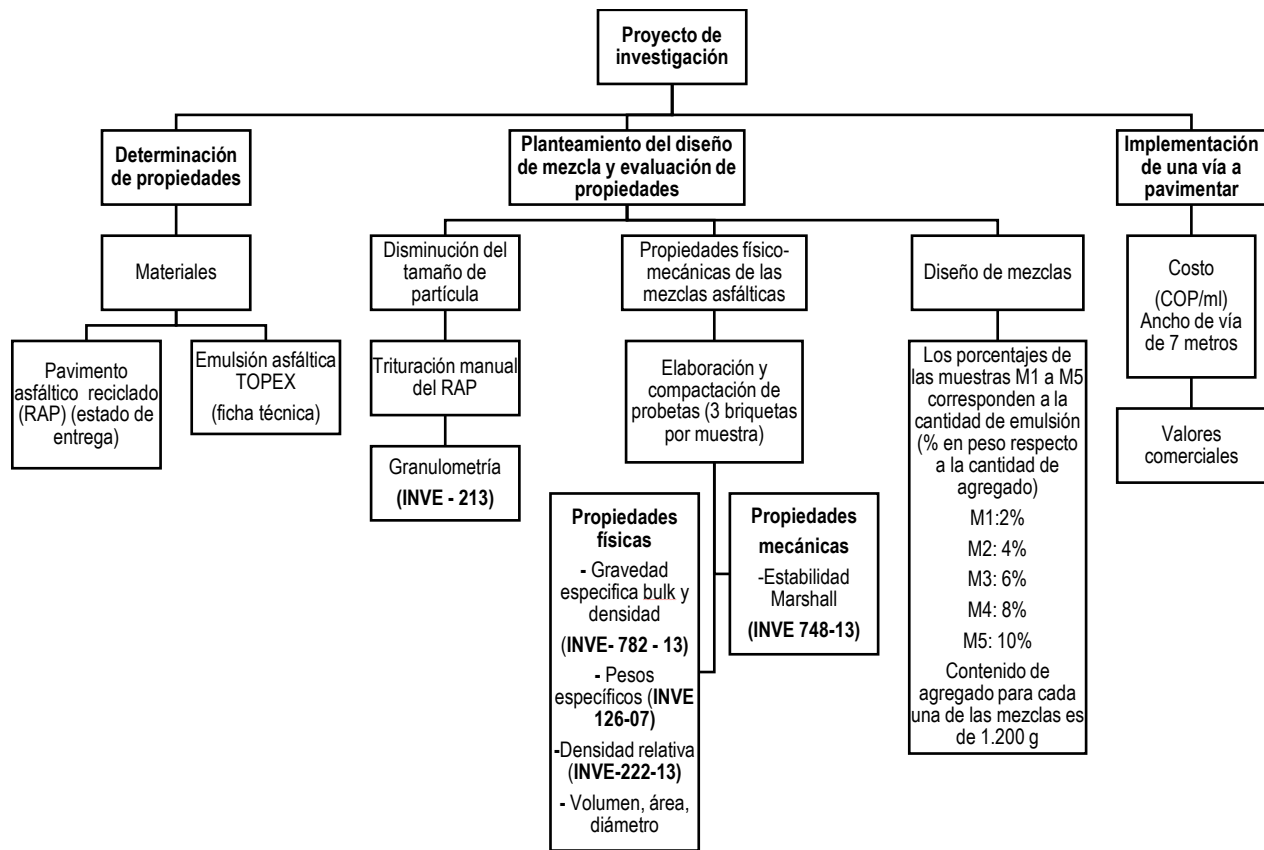


Figura 1. Diagrama metodológico.

2.2 Elaboración de las briquetas y evaluación de las propiedades

Para la producción de las briquetas, se procedió con la trituración manual del pavimento reciclado hasta alcanzar una granulometría menor a 25,4 mm según (INVE–213). Posteriormente, se efectuó la selección completa de material y se clasificó según el tamaño de las partículas. Se dispusieron 15 muestras de material en recipientes individuales, cada uno con un contenido de 1.200 g de material triturado con una distribución completa de tamaños de partículas. A cada muestra se le añadió un porcentaje de emulsión (2%, 4%, 6%, 8% y 10%, respectivamente) y se dejaron expuestas durante un periodo de 10 días para facilitar la reducción de humedad. En la fabricación se moldearon briquetas cilíndricas con un diámetro de 101,6 mm y una altura nominal de 63,5 mm, utilizando las diferentes proporciones de emulsión en la mezcla, empleando el ensayo de inmersión-compresión (INVE 782-13). En total, se fabricaron 15 muestras, distribuidas en 3 réplicas para cada porcentaje de emulsión. Se procedió a medir las alturas de cada briqueta, seguido de un pesaje en seco. Posteriormente, las briquetas fueron sumergidas en agua, secadas superficialmente y se llevó a cabo un segundo pesaje (INVE 126-07). Finalmente, se ejecutó el ensayo de estabilidad para cada una de las muestras (INVE 748-13).

2.3 Implementación teórica de la viabilidad económica de una vía a pavimentar

Para la implementación teórica entre los costos de vías tradicionales y vías construidas con pavimento asfáltico reciclado (RAP), se recopilaron datos actualizados sobre los precios de materiales naturales y del RAP, incluyendo los costos de procesamiento y aplicación.

Se calcularon los costos unitarios para cada tipo de pavimento y se evaluaron los costos totales de cada alternativa. Se utilizaron tablas para presentar de manera clara las diferencias en costos de cada una. Esta información permitió generar una comparación más objetiva, simplificando la economía a la hora de construir vías terciarias y algunas secundarias.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Definición de los materiales

En la Figura 2 se puede observar el material extraído en estado de entrega, proveniente de la capa de rodadura de una vía que estaba en mal estado y fue reparada posteriormente. El material se presenta en fragmentos de diferentes tamaños, con formas irregulares y bordes desiguales, tal cual como fue removido de la vía. Estas piezas de asfalto varían en trozos entre 2 cm y 10 cm, las cuales son muy grandes para ser manipuladas.



Figura 2. Material en estado de entrega (RAP).

Según el fabricante, para realizar una mezcla asfáltica en frío, es importante tener en cuenta los rendimientos indicados en la ficha técnica. Para aplicaciones como impermeabilizante, el rendimiento es de 7 a 9 m² por galón aproximadamente, que varía según la rugosidad y espesor de la capa aplicada. Por otro lado, si se utiliza como imprimación, el rendimiento se incrementa entre 20 y 25 m² por galón, ya que la emulsión penetra mucho más en superficies porosas. Conocer estos rendimientos de emulsión son necesarias para garantizar una adecuada adhesión en la mezcla asfáltica reciclada (RAP), lo que permite que el pavimento en vías terciarias sea duradero y efectivo.

3.2 Propiedades físicas y mecánicas

3.2.1 Trituración y granulometría

En la Figura 3 se puede observar el mismo material luego de ser triturado mecánicamente hasta alcanzar la reducción de tamaños máximo de 1", logrando partículas más uniformes y pequeñas. La trituración de este material hace que sea más fácil de manejar y se pueda usar en los diseños de mezclas de asfalto en frío, en función de una mejor compactación y uniformidad.



Figura 3. Material triturado mecánicamente (RAP).

El análisis granulométrico del pavimento asfáltico reciclado (RAP) muestra una distribución de partículas que abarca desde tamaños grandes hasta más finos, con mayor retención en los tamices intermedios como: $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ " y N°4, indicando una predominancia de partículas de tamaño mediano en la mezcla. Solo el 10,6% del material pasa por el tamiz N°10, sugiriendo una moderada presencia de partículas finas. Se conoce que una adecuada gradación de los agregados en este tipo de diseños utilizando el (RAP) es fundamental para asegurar la estabilidad del pavimento asfáltico.

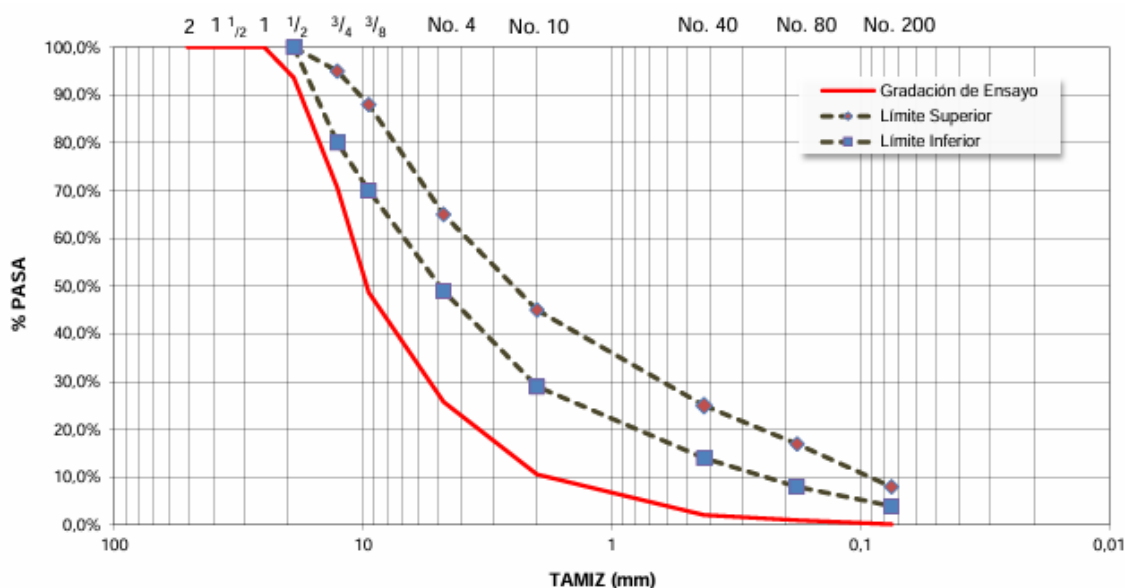


Figura 4. Curva granulométrica (RAP).

3.2.2 Briquetas

En la Figura 5 se presenta la influencia del porcentaje de emulsión en el porcentaje de absorción

de las briquetas. Se observó un incremento entre el 2% y 8%, alcanzando un valor máximo del 8% de $1,40 \pm 0,35$ y mínimo del 2% de $0,78 \pm 0,41$. Los valores del 6% de $1,17 \pm 0,25$ y del 4% de $1,10 \pm 0,49$ presentan comportamientos similares siendo de los más estables del experimento. El valor del 10% de $0,84 \pm 0,86$ presenta la mayor desviación estándar.

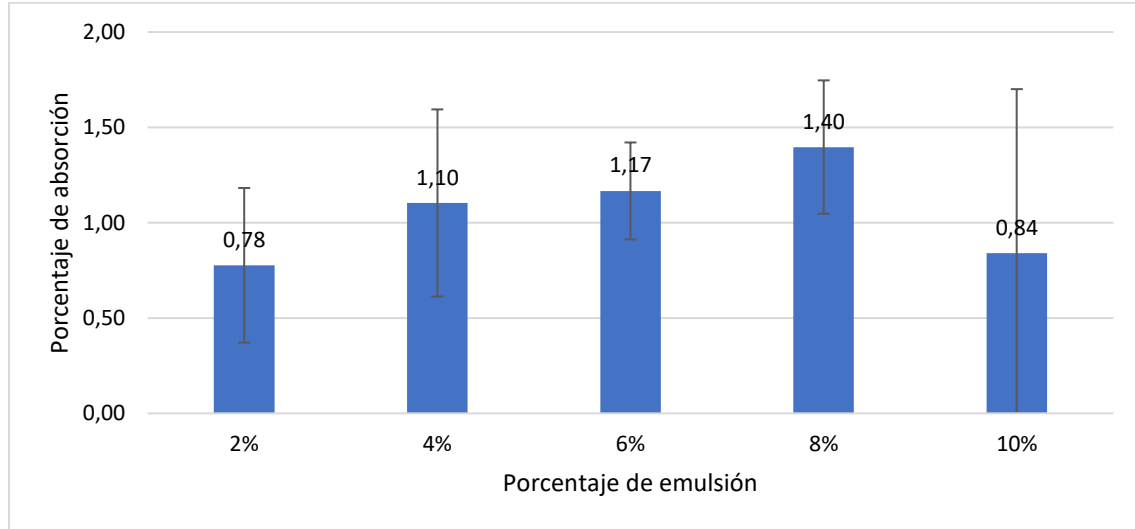


Figura 5. Porcentaje de absorción en función del porcentaje de emulsión.

En la Figura 6 se presenta la influencia del porcentaje de emulsión en la densidad máxima de las briquetas. Se pudo observar una tendencia positiva en términos de compactación y comportamiento mecánico a medida que se incrementa el porcentaje de emulsión. La mezcla con contenido del 10% de $2.295 \pm 8,62 \text{ kg/m}^3$ presentó la mayor compactación, lo que coincide con los estudios de Leiva Villacorta y Vargas Nordbeck (2018), quienes señalaron que el uso de emulsiones asfálticas en combinación con RAP incrementa la cohesión de los agregados y mejora la densidad. En contraste, la mezcla del 6% de $2.332 \pm 11,18 \text{ kg/m}^3$, del 4% de $2.326 \pm 9,47 \text{ kg/m}^3$ y del 2% de $2.315 \pm 6,72 \text{ kg/m}^3$ muestran una menor compactación, debido a una menor cantidad de emulsión, lo que podría afectar su capacidad estructural. Se puede observar que la densidad máxima se logra con un valor del 8% de $2.349 \pm 9,05 \text{ kg/m}^3$.

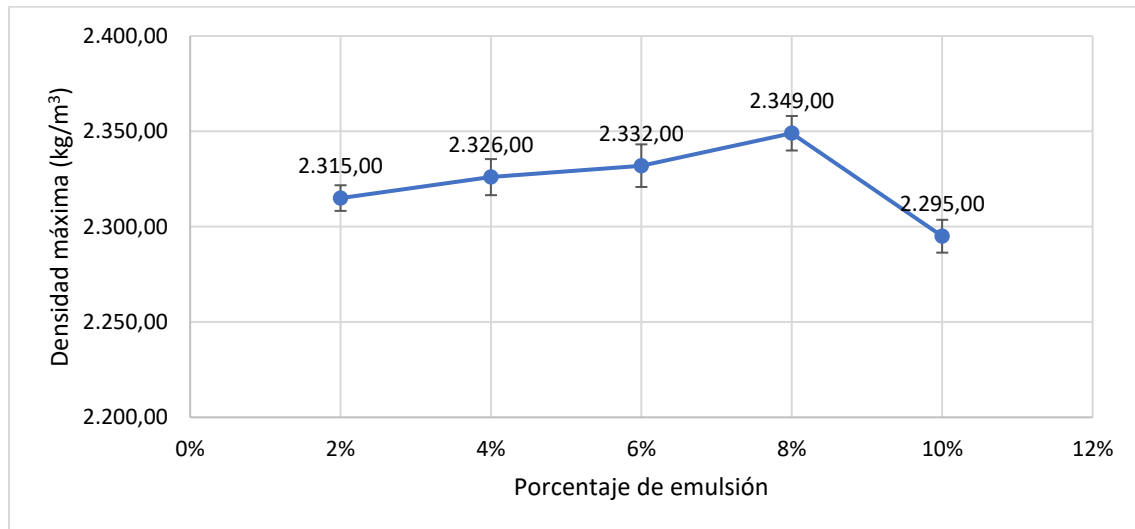


Figura 6. Densidad máxima en función del porcentaje de emulsión.

En la Figura 7 se presenta la influencia del porcentaje de emulsión en la estabilidad de las mezclas. Se observó una tendencia positiva en términos de capacidad de carga y soporte según el tráfico al que se exponga. El diseño que arrojó el menor valor de estabilidad son las muestras del 2% de $2.050 \pm 15,9$ kg, lo que implica que si finalmente se incrementa el porcentaje de emulsión por ejemplo del 4% de $2.590 \pm 18,44$ kg y del 6% de $2.680 \pm 32,34$ kg, va a aumentar la estabilidad. Los diseños del 8 % de $2.800 \pm 15,21$ kg tienen el mejor resultado en términos de estabilidad.

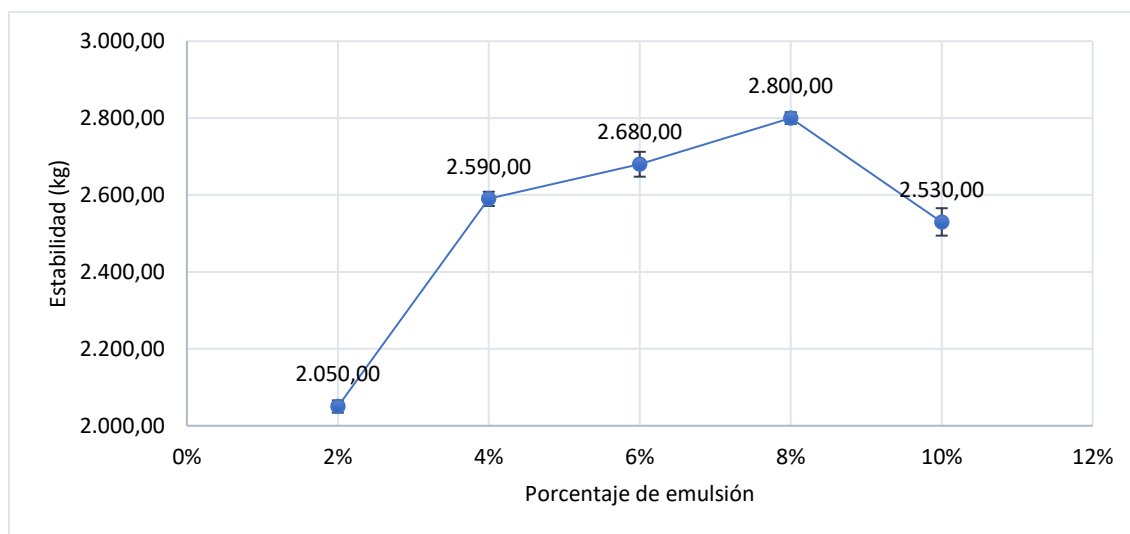


Figura 7. Curva relación estabilidad versus % emulsión.

3.3 Valores comerciales e implementación de una vía a pavimentar

En la Tabla 1 se presenta la comparación mediante el análisis por precios unitarios para la preparación de mezclas en frío y en caliente con RAP por metro cuadrado construido. Se partió de la estimación para la construcción de una vía de 700 m^2 con un volumen de $358,75 \text{ m}^3$, para luego llevar la comparación a metro cuadrado, ajustando la cantidad. El análisis para la construcción de una vía se efectuó teniendo en cuenta el precio del material a usar, la maquinaria y herramienta menor, la mano de obra calificada y el transporte de los materiales. El proceso incluyó fases como la preparación del terreno, la colocación de la base y la subbase, y el pavimento. Para ambas mezclas se estimó:

- Preliminares del proyecto. La localización y el replanteo de la vía y sus elementos con un costo aproximado de 769.300 COP.
- Aprovechamiento del RAP. El fresado del RAP en 6.262.200 COP, valor que incluyó los equipos como herramienta menor, barredora, fresadora y retroexcavadora.
- Excavación del terreno. Este proceso con un costo incluyendo el transporte y la disposición final de los materiales tiene un costo de 11.911.218 COP para los $358,75 \text{ m}^3$ a ejecutar.
- Suministro de la base granular clase A de gradación gruesa. Incluyendo la colocación, la conformación y la compactación, el costo fue de 23.803.850 COP para los 175 m^3 .
- Subbase granular clase A SBG-50. Incluyendo los mismos procesos que la base, se tuvo un valor 15.926.680 COP para 140 m^3 .

Las diferencias en la fabricación de la vía radicarón en el tipo de mezcla asfáltica. El suministro y

aplicación de mezcla asfáltica en frío tipo densa MAF-38 que cumpla con el artículo 450-13 para 43,75 m³ se estimó en 12.587.138 COP. Por su parte, el costo por m³ de la mezcla asfáltica densa en caliente tipo MDC- 25 fue de 45.996.344 COP para los mismos metros cúbicos. El presupuesto total para la construcción de la vía con pavimento reciclado (RAP) de 700 m² y con un volumen de 358,75 m³ realizada con una mezcla en frío se estimó en un costo de 71.260.385 COP con respecto a una vía realizada con una mezcla en caliente con valor de 104.669.591 COP.

Llevando los valores a metro cuadrado construido, se observó una diferencia de 47.727 COP/m², equivalente a una reducción del 31,9%, para la mezcla en frío respecto a una mezcla en caliente.

Tabla 1. Precios unitarios y cantidades por tipo de mezcla.

APU Diseño de mezcla			Mezcla en frío (m ²)		Mezcla en caliente (m ²)
Descripción	Und.	Valor unitario	Cantidad	V. total	V. total
Localización y replanteo manual	m ²	\$ 1.099	1	\$ 1.099	\$ 1.099
Fresado de pavimento asfáltico E=7,5 cm	m ²	\$ 8.946	1	\$ 8.946	\$ 8.946
Excavación sin clasificación del material	m ³	\$ 33.202	0,5125	\$ 17.016	\$ 17.016
Base granular clase A de gradación gruesa (incluye transporte)	m ³	\$ 136.022	0,25	\$ 34.006	\$ 34.006
Subbase granular clase A, SBG-50 (incluye transporte)	m ³	\$ 113.762	0,2	\$ 22.752	\$ 22.752
Mezcla asfáltica densa en caliente tipo mdc-25 compra de mezcla	m ³	\$ 1.051.345	0,0625	N/A	\$ 65.709
Mezcla asfáltica densa en frío tipo MAF-38	m ³	\$ 287.706	0,0625	\$ 17.982	N/A
Total (costo por m ²)				\$ 101.801	\$ 149.528

4. CONCLUSIONES

La investigación acerca de la implementación de pavimento asfáltico reciclado (RAP) mediante mezclas en frío mostró que su uso es una alternativa viable y económica para el mejoramiento de vías de bajo tránsito, especialmente en zonas rurales o de baja necesidad, donde los recursos son limitados. La mezcla con un 8% de emulsión asfáltica mostró el mejor desempeño en términos de estabilidad y resistencia, alcanzando valores de 2.349±9,05 kg/m³ y 2.800±15,21 kg, respectivamente, sin comprometer las propiedades mecánicas de la mezcla, ya que porcentajes mayores de emulsión tienden a generar un detrimento de estas propiedades. Además, el uso de mezclas frías con RAP presenta una ventaja económica importante, reduciendo en un 31,9% el costo por metro cuadrado construido (equivalente a una diferencia de 47.727 COP/m²) en comparación con las mezclas en caliente. Estos resultados sugieren que las mezclas frías con RAP pueden ser una solución sostenible en el sector vial para proyectos con limitaciones presupuestales, siempre y cuando se controle la proporción de emulsión utilizada en la mezcla y no se requieran altas prestaciones de estabilidad y resistencia.

5. REFERENCIAS

Abdel-Jaber, M., Al-shamayleh, R. A., Ibrahim, R., Alkhrrissat, T., & Alqatamin, A. (2022). Mechanical properties evaluation of asphalt mixtures with variable contents of reclaimed asphalt pavement (RAP). *Results in Engineering*, 14. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100463>

- Argüello, F. M., & Aguiar Moya, J. P. (2019). MEZCLAS ASFÁLTICAS CON RAP: PAVIMENTOS ASFÁLTICOS RECICLADOS. *Volumen 10, N.º1*.
- Camacho Plata, H. (2014). ESTUDIO SOBRE PAVIMENTOS RECICLADOS COMO POSIBLE ALTERNATIVA ECONÓMICA Y AMBIENTAL EN LAS FUTURAS OBRAS DEL PAÍS. *Implementation Science*, 39(1).
- Fonseca, J. F., Góis, T. de S., Dominicini, W. K., & Teixeira, J. E. S. L. (2019). O ESTADO DA ARTE SOBRE USO DE RECICLADO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO NA PAVIMENTAÇÃO NO BRASIL E NO MUNDO. *Programa de Pós Graduação Em Engenharia Civil - Universidade Federal Do Espírito Santo*, 1(2010).
- Leiva Villacorta, F., & Vargas Nordbeck, A. (2018). Mejores prácticas para diseñar mezclas asfálticas con pavimento asfáltico recuperado (RAP). *Infraestructura Vial*, 19(33). <https://doi.org/10.15517/iv.v19i33.32921>
- Maylle Paima, A., & Ávila Tarma, P. E. (2023). Elaboración 2 de un diseño de mezcla para la estabilización de un suelo con emulsión asfáltica tipo CSS-1h y pavimento asfáltico reciclado (RAP) basado en el procedimiento de Marshall modificado. *Infraestructura Vial*, 25(44). <https://doi.org/10.15517/iv.v25i44.53441>
- Méndez, A. (2015a). Evaluación Técnica y Económica del uso de Pavimento Asfáltico Reciclado (RAP) en Vías Colombianas. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*.
- Méndez, A. (2015b). Uso De Pavimento Asfáltico Reciclado (Rap) En Vías Colombianas Recycled Asphalt Pavement (Rap) in Colombian. *Universidad Militar Nueva Granada*.
- Morales Fournier, J., Alonso Aenlle, A., Moll Martínez, R., & López Quintana, O. (2019). Influencia del ensayo de fragmentación en la combinación granulométrica de las mezclas asfálticas con adición de material fresado de los pavimentos. *Revista Arquitectura e Ingeniería*, ISSN- e 1990-8830, Vol. 13, N.º. 2, 2019, 13(2).
- Plati, C., Tsakoumaki, M., & Gkyrtis, K. (2023). Physical and Mechanical Properties of Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) Incorporated into Unbound Pavement Layers. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(1).
- Topex. (2021). Emulsión Asfáltica Topex. FTP CO017-V1-022. Topex, Documento técnico.

ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES FACTORES QUE CONLLEVAN A UNA ETAPA TEMPRANA DE INSOLVENCIA EN TRES EMPRESAS CONSTRUCTORA EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN

María Camila Ruiz Loaiza¹, Liliana Marcela Arias Villegas¹, Jorge Enrique Figueroa Álvarez¹, Sergio Andrés Ortega Lobo¹, Edison Aldemar Hincapié Atehortúa², Nicolás Steven Pardo Álvarez²

¹ Semillero de Investigación en Ciencias y Tecnología de la Construcción SITEC, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, mruizl@est.colmayor.edu.co, lmarias@est.colmayor.edu.co, jfigueroa@est.colmayor.edu.co, sergioo@est.colmayor.edu.co

² Grupo de Investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, edison.hincapie@colmayor.edu.co, nicolas.alvarez@colmayor.edu.co

Palabras clave: Insolvencia; factores internos y externos; análisis; industria de la construcción.

1. INTRODUCCIÓN

Las constructoras tienen unos retos muy importantes al momento de planear y construir; esto las obliga a ser muy organizados en la estructuración de proyectos, análisis de costos, licitaciones, contrataciones, programación de obra, recurso humano, entre otros. Al momento de la toma de decisiones es importante asegurarse de que estos factores sean llevados con éxito, de lo contrario podría contribuir de manera negativa en su flujo económico (Young & Hall, 1991). En la ciudad de Medellín se han identificado algunas constructoras que actualmente presentan insolvencia económica, la cual se encuentra enmarcada por factores internos y externos. El sector de la construcción en Colombia cuenta con aproximadamente COP 17,4 billones en activos, lo que representa un valor significativo para la economía nacional. Debido a esto, una crisis en este sector tiene la capacidad de generar graves dificultades a nivel nacional. En este sentido, es importante implementar modelos de estudio que permitan identificar las causas de estas crisis y desarrollar estrategias para abordar la insolvencia (García Villegas, 2023). En los diversos sectores económicos se han realizado modelos de prueba para la predicción de la insolvencia económica en su respectiva empresa (Thomas Ng et al., 2011). Dichos modelos también serían aplicables a la industria de la construcción, tomando como ejemplo el modelo de Altman, que ayuda a considerar las variables financieras como: capital de trabajo, el activo total y las utilidades retenidas, buscando clasificar las empresas en zonas de riesgo y analizar su evolución en el tiempo (Bermeo Cbiriboga & Armijos Cordero, 2021).

Los estudios revisados ofrecen una visión completa de los desafíos financieros que enfrenta la industria de la construcción, desde la investigación de García Villegas (2023); que empleó modelos como el Z-Score de Altman, Probit y Logit para pronosticar la probabilidad de quiebra en empresas del sector en Colombia, hasta el trabajo de Schaufelberger (2004) que identificó factores internos y externos que contribuyen a la insolvencia de las empresas por medio de revisión de literatura existente, clasificando las situaciones que afectan directa e indirectamente las empresas grandes, medianas y pequeñas, mediante entrevistas a los diferentes subcontratistas. Por su parte, Bermeo Cbiriboga & Armijos Cordero (2021), los cuales profundizaron en la evaluación cuantitativa del riesgo de quiebra en empresas constructoras, destacando la importancia de los modelos de evaluación de riesgo en la toma de decisiones financieras y estratégicas. Además, Sonmez et al., (2022) exploraron la aplicación de tecnologías como BIM, Blockchain y contratos inteligentes en proyectos de construcción, subrayando la

necesidad de familiarizarse con estas herramientas para reducir el riesgo de insolvencia. Por último, Young & Hall (2007) enfatizaron la gestión financiera eficiente como un componente crucial para la sostenibilidad y el crecimiento de la industria, especialmente en sus primeras etapas de desarrollo. Es así como: la falta de planificación empresarial, gestión inadecuada del capital, pérdida de clientes, proveedores importantes y la competencia en el mercado local, se convierten en algunos de los aspectos importantes a evaluar para evitar o gestionar algún nivel de insolvencia.

La insolvencia es un problema recurrente en la industria de la construcción, y las crisis económicas locales y globales incrementan el número de empresas constructoras afectadas, es así como aplicar métodos de advertencia temprana para prevenir algún nivel de insolvencia es crucial al momento de la toma de decisiones, considerando factores como problemas de flujo de efectivo, sobreendeudamiento, mala gestión financiera y dependencia de proyectos específicos. Cuando una constructora enfrenta insolvencia, su capacidad para ejecutar proyectos se ve comprometida, lo que puede llevar a interrupciones, disminución de la calidad y falta de financiamiento, esto afecta la estabilidad laboral de los empleados generando dificultades para pagar salarios y beneficios, lo que provoca estrés financiero y emocional especialmente si los trabajadores dependen de esos ingresos para sus necesidades básicas. A nivel local, la insolvencia también impacta negativamente al tejido económico reduciendo las oportunidades de empleo y aumentando la tasa de desempleo y a su vez disminuye el poder adquisitivo de la comunidad, afectando la demanda de bienes y servicios en la región y agravando los problemas económicos locales. Teniendo en cuenta lo ya descrito, en el presente proyecto se pretende plantear una ruta metodológica basada en los aspectos relevantes encontrados en el análisis bibliográfico y las entrevistas realizadas a las diferentes empresas, con el fin de detectar alertas tempranas y así, poder contar con herramientas útiles para prevenir o mitigar un determinado nivel de insolvencia dentro de las empresas de construcción.

2. METODOLOGÍA

En la Figura 1 se presentan las etapas del proyecto que consistieron en la identificación de factores internos y externos, el establecimiento de los factores de mayor incidencia y el planteamiento de una ruta metodológica para identificar los niveles de alertas tempranas.

2.1 Identificación de factores internos y externos

Inicialmente se revisaron artículos de bases de datos científicas como ScienceDirect y SpringerLink, trabajos de grado, libros y otros recursos relevantes que sirvieron como punto de partida para llevar a cabo el proyecto de investigación. Posteriormente se compilaron, enumeraron y analizaron los factores internos y externos identificados en esta revisión bibliográfica. El análisis incluyó el autor, fecha, tipo de factor e incidencia, lo que facilitó el filtrado de la información para establecer los parámetros principales de las siguientes etapas.

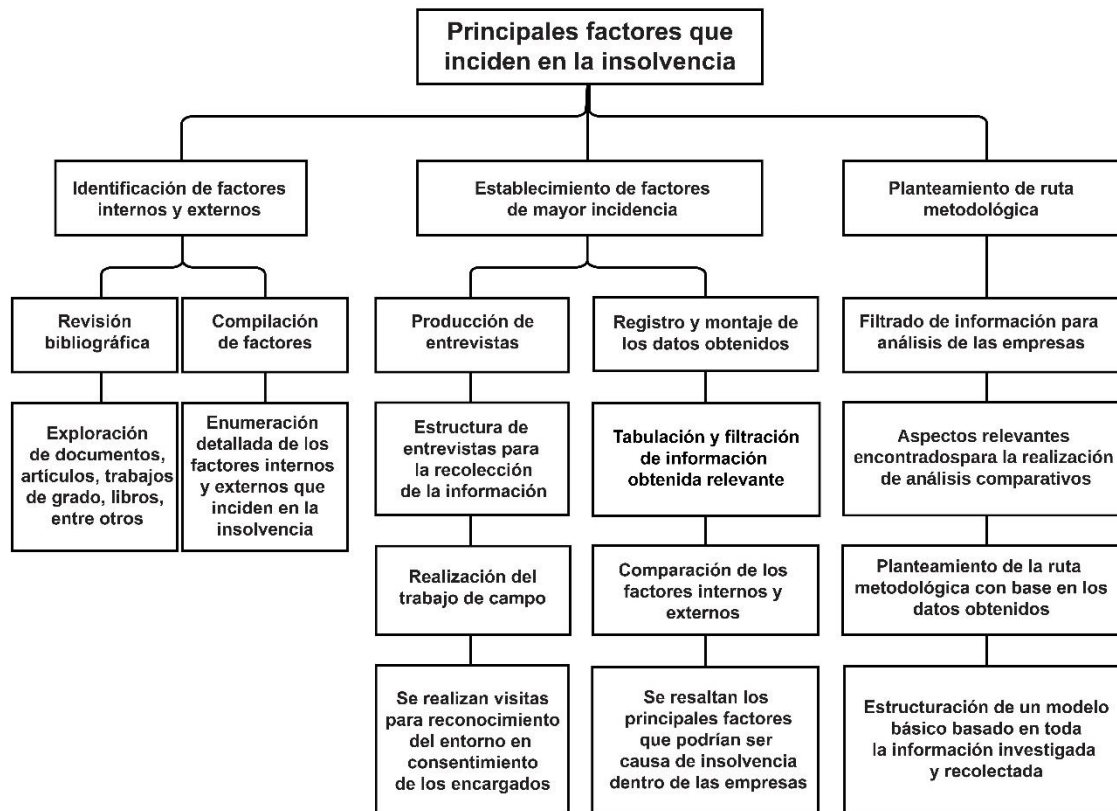


Figura 2. Diagrama metodológico.

2.2 Establecimiento de factores de mayor incidencia

En esta etapa se llevó a cabo la ejecución de las entrevistas con diversos profesionales de las empresas seleccionadas. Se diseñó una modelo de entrevista que incluía datos iniciales, como información personal (nombre, edad, ciudad, experiencia laboral), área de desempeño, cargo, tiempo de experiencia en el sector de la construcción y factores internos y/o externos asociados a la insolvencia (falta de planificación estratégica, dependencia excesiva de fuentes de financiamiento específicas, problemas operativos, política fiscal y regulatoria, tasas de interés, y ciclo económico y recesión) que estos profesionales han identificado durante su trayectoria laboral. Posteriormente se compararon los factores identificados en la revisión bibliográfica con los observados en las entrevistas y se filtró la información recopilada con el fin de identificar diferencias y similitudes entre las empresas investigadas.

2.3 Planteamiento de ruta metodológica

En la etapa final se generó una ruta metodológica orientada a empresas con características similares y que se encuentren en riesgo de enfrentar algún nivel de insolvencia. Además, se incluyeron recomendaciones y estrategias para mitigar los factores internos y externos identificados.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Identificación de factores internos y externos

En la Tabla 1 se presenta la identificación de los factores internos y externos relacionados a la insolvencia en el sector de la construcción. Dentro de los factores internos se identificaron la falta de planificación estratégica (8), la falta de financiamiento adecuado (5), la baja productividad (5) y los problemas operativos (5). Por otra parte, en los factores externos se identificaron el ciclo económico y la recesión (6), la política fiscal y regulatoria (4), las fluctuaciones en los precios de los materiales (5), las condiciones del mercado inmobiliario (6) y las tasas de interés (3). Además, se identificaron otros factores que, por su naturaleza, afectan tanto a nivel interno como externo, tales como: escasa diversificación de proyectos (3), dependencia excesiva de fuentes de financiamiento específicas (3), modelos de referencia (2), cambios en la tecnología (2), demoras en la provisión de materiales (1) y altos costos de construcción (1). En general, los autores coincidieron en que existen varios factores comunes que deben ser considerados en la gestión empresarial, destacaron la importancia de estos factores y advirtieron sobre las dificultades que podrían surgir si no se tienen en cuenta. Una adecuada gestión de estos aspectos contribuiría de manera sustancial al mejoramiento de la gestión integral en las empresas. Esto, a su vez, permitiría establecer soluciones efectivas frente a las dificultades identificadas durante el desarrollo de los proyectos de construcción, evitando así problemas mayores en el futuro.

Tabla 1. Factores de mayor incidencia en la insolvencia de las empresas de construcción.

CATEGORÍA	CANT	INTERNO	EXTERNO	FUENTE
Falta de financiamiento adecuado	5	X		(Alaka et al., 2017; García Villegas, 2023; Schaufelberger, 2004; Sonmez et al., 2022; Young & Hall, 2007)
Falta de planificación estratégica	8	X		(Alaka et al., 2016, 2017; García Villegas, 2023; Kshaf et al., 2022; OIT (Organización Internacional del Trabajo), 2021; Schaufelberger, 2004; Sonmez et al., 2022; Young & Hall, 2007)
Escasa diversificación de proyectos	3	X		(Alaka et al., 2016, 2017; Bermeo Cbiriboga & Armijos Cordero, 2021)
Dependencia excesiva de fuentes de financiamiento específicas	3	X		(Alaka et al., 2017; Bermeo Cbiriboga & Armijos Cordero, 2021; Young & Hall, 2007)
Problemas operativos	5	X		(Alaka et al., 2016, 2017; Kshaf et al., 2022; Schaufelberger, 2004; Young & Hall, 2007)
Sobrecarga de deuda	3	X		(Alaka et al., 2016, 2017; Bermeo Cbiriboga & Armijos Cordero, 2021)
Incertidumbre política y regulatoria	3	X		(Alaka et al., 2016; García Villegas, 2023; Schaufelberger, 2004)
Altos costos de construcción	1	X		(Thomas Ng et al., 2011)
Modelos de referencia	2	X		(Bermeo Cbiriboga & Armijos Cordero, 2021; Thomas Ng et al., 2011)
Baja productividad	5	X		(Alaka et al., 2016, 2017; Kshaf et al., 2022; OIT (Organización Internacional del Trabajo), 2021; Young & Hall, 2007)
Ciclo económico y recesión	6		X	(Alaka et al., 2016, 2017; García Villegas, 2023; Kshaf et al., 2022; OIT (Organización Internacional del Trabajo), 2021; Schaufelberger, 2004)
Políticas gubernamentales y regulaciones	2		X	(Schaufelberger, 2004; Sonmez et al., 2022)
Política fiscal y regulatoria	4		X	(Alaka et al., 2016; OIT (Organización Internacional del Trabajo), 2021; Schaufelberger, 2004; Thomas Ng et al., 2011)
Fluctuaciones en los precios de los materiales	5		X	(Alaka et al., 2017; Bermeo Cbiriboga & Armijos Cordero, 2021; Kshaf et al., 2022; Schaufelberger, 2004; Sonmez et al., 2022)
Cambios en la tecnología	2		X	(OIT (Organización Internacional del Trabajo), 2021;

			Sonmez et al., 2022)
Condiciones del mercado inmobiliario	6	X	(Alaka et al., 2017; García Villegas, 2023; Schaufelberger, 2004; Sonmez et al., 2022; Thomas Ng et al., 2011; Young & Hall, 2007)
Tasas de interés	3	X	(Alaka et al., 2016, 2017; Young & Hall, 2007)
Demoras en la provisión de materiales	1	X	(Kshaf et al., 2022)

3.2 Establecimiento de factores de mayor incidencia

En las Figuras 2, 3 y 4 se presentan los factores de mayor incidencia en la insolvencia para las empresas A, B y C a partir de las entrevistas realizadas, respectivamente. La empresa A (Figura 2) mostró una planificación financiera sólida y con metas claras, sin embargo, la ineficiencia en el uso de recursos y la falta de planificación detallada provocaron problemas internos. En los problemas externos se evidenció un riesgo importante por parte de los cambios políticos como la falta de subsidios y los cambios en las políticas, que generaron incertidumbre entre los clientes. Por ello, fue necesario negociar las tasas de interés y mejorar las promesas de pago. Adicionalmente, se presentaron mejoras en los proyectos, lo que los hizo más competitivos y generaron estrategias de venta para contrarrestar los problemas presentados.

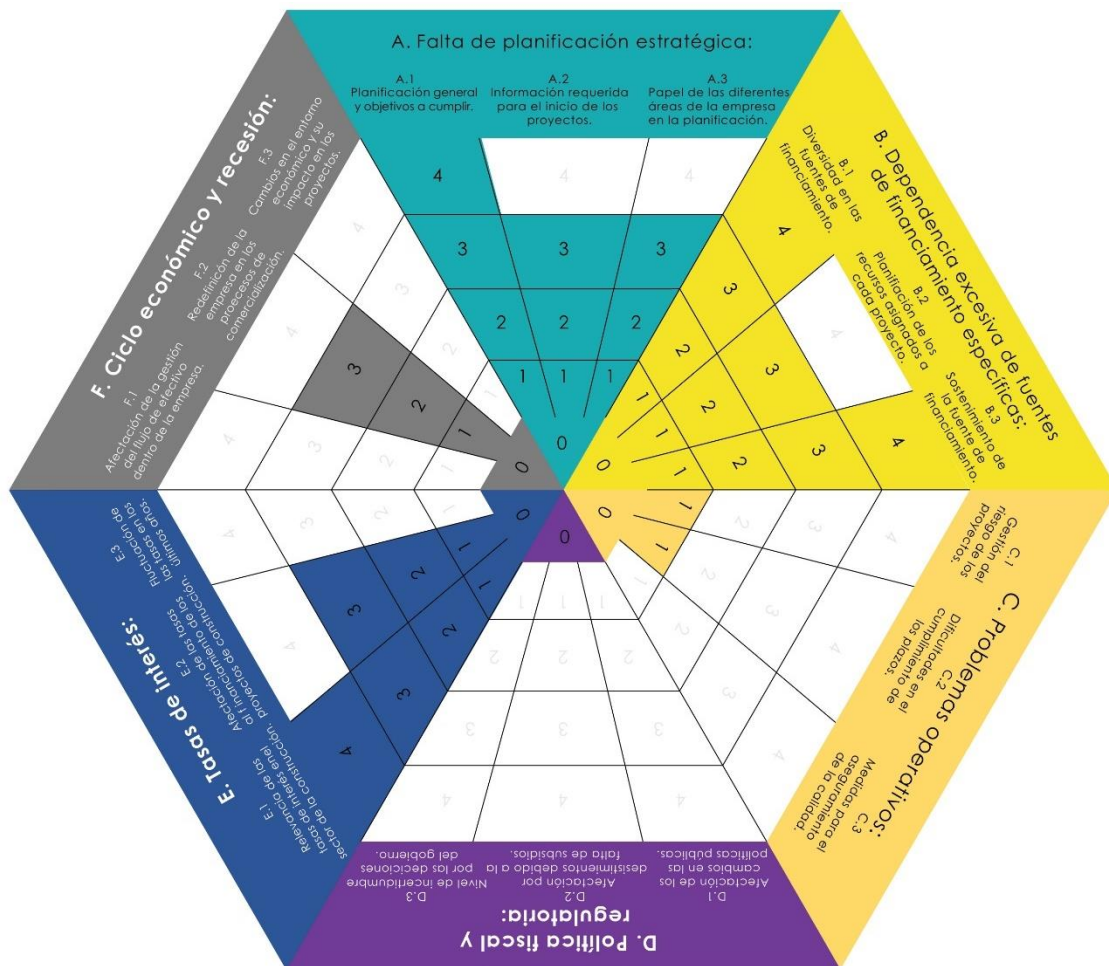


Figura 3. Factores de mayor incidencia en la insolvencia para la Empresa A.

La empresa B (Figura 3) obtuvo como resultado la necesidad de cambiar las fuentes de

financiamiento, fortalecer la sostenibilidad y mejorar la capacidad de adaptación a los cambios a largo plazo. Adicionalmente se evaluaron factores que influyen en los diversos desafíos en el proceso de la planificación estratégica dado que dependen de fuentes de financiamiento específicas. Las tasas de interés en los bancos no fueron muy significativas en el proceso ya que, a pesar de que los cambios en las políticas y el sector añadieron riesgos económicos a los proyectos, no afectaron directamente su viabilidad, de manera que la empresa puede fortalecerse frente a los cambios en las políticas y asegurar el crecimiento en cuanto a resiliencia y sostenibilidad a través del tiempo.

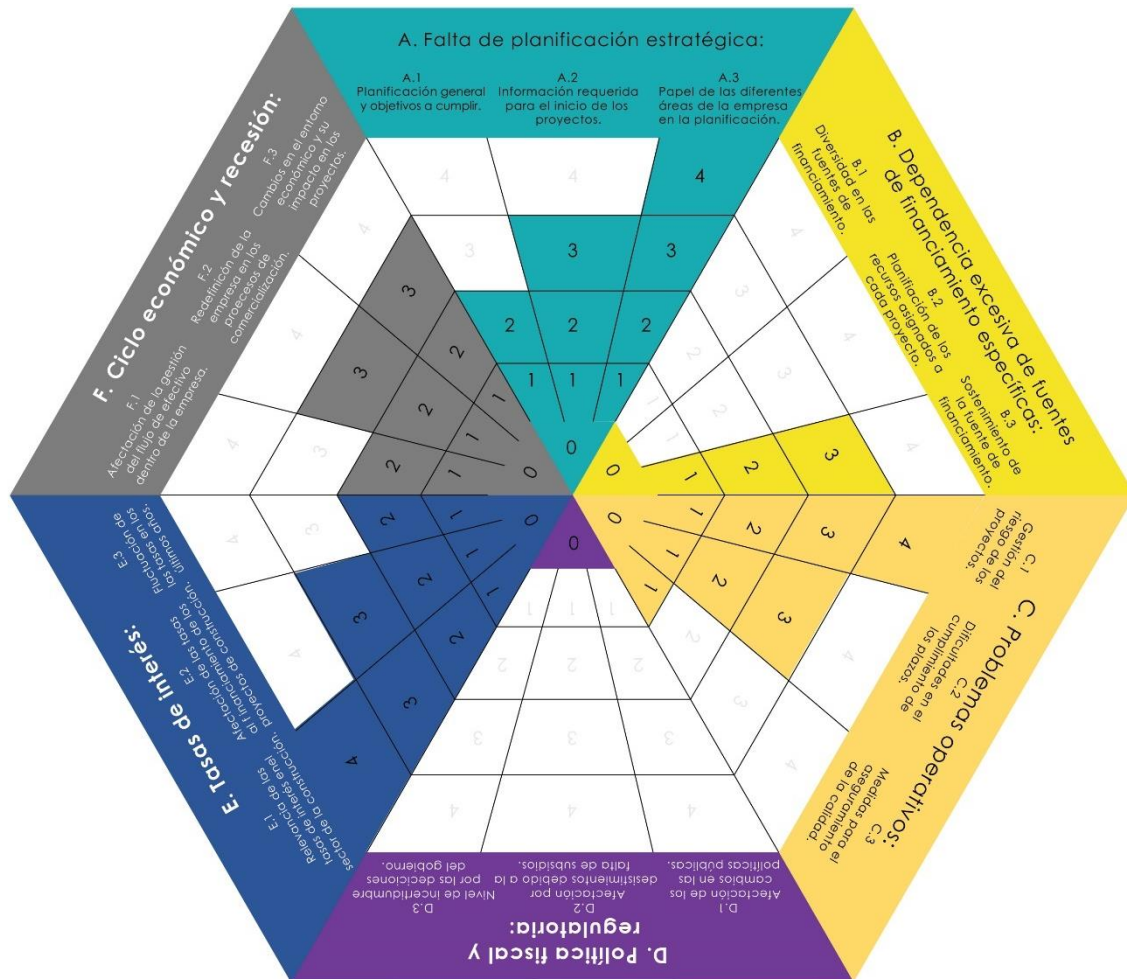


Figura 4. Factores de mayor incidencia en la insolvencia para la Empresa B.

Finalmente, para la empresa C (Figura 4), se consideraron factores que ayudaron a los proyectos en su gestión mediante el análisis de los riesgos y desde el momento de la planificación se tuvieron en cuenta los imprevistos y entregas parciales de avances dentro del presupuesto. Además, antes de iniciar con el proyecto, la empresa contaba con los permisos necesarios por parte de los entes regulatorios y los estudios financieros con los bancos para el financiamiento de los proyectos. El equipo de trabajo, liderado por el director de obra, llevó a cabo un análisis de la evolución de fondos con el área de costos y presupuestos de la empresa, realizando un control trimestral de ese aspecto en el proyecto. Sin embargo, la empresa enfrentó a desafíos, ya que las decisiones gubernamentales el sector inmobiliario se ve afectado y los clientes que tenían sus

promesas de compra, esperaban ser beneficiados por el gobierno, pero tuvieron que desistir debido a la falta de recursos propios o incertidumbre.

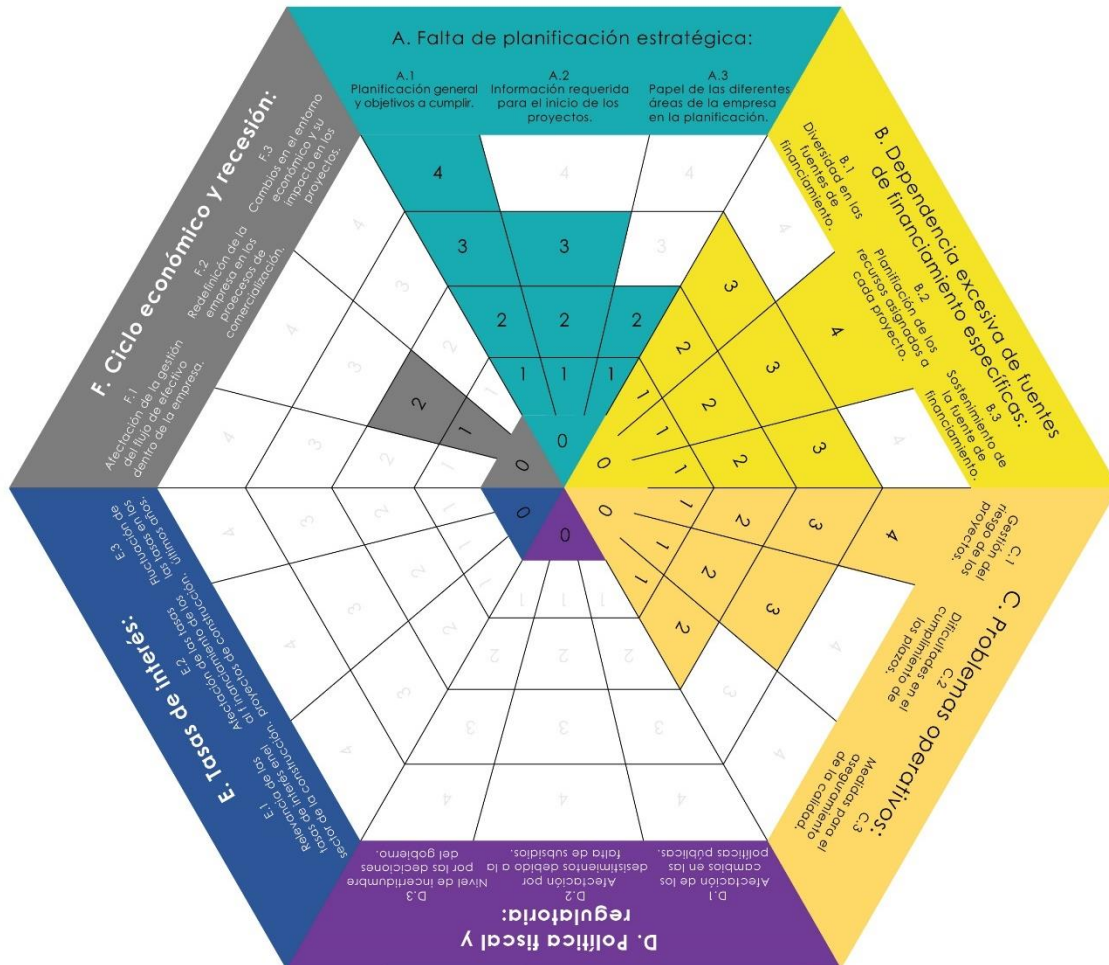


Figura 5. Factores de mayor incidencia en la insolvencia para la Empresa C.

3.3 Planteamiento de ruta metodológica

Para la ruta metodológica, se plantea un esquema que sirve para el análisis de la insolvencia en las diferentes empresas del sector de la construcción y cuenta con cinco etapas claves que abordan los principales riesgos dentro de las empresas. En la Fase 1, se tiene en cuenta el análisis detallado de los riesgos como: las fluctuaciones en el mercado, los retrasos en los proyectos y los problemas de liquidez, su objetivo es identificar los riesgos significativos y evaluar su probabilidad de ocurrencia, permitiendo facilitar la medición de la estabilidad financiera y operativa. La Fase 2 tiene un enfoque respecto a los indicadores clave de rendimiento (KPIs) con el fin de establecer un monitoreo continuo de los aspectos críticos como: la liquidez, el apalancamiento financiero y las condiciones con los proveedores, luego, en la Fase 3 se hace énfasis en la capacitación del personal en temas como: la gestión presupuestaria, control de costos y flujo de caja mediante técnicas de sistema de gestión, promoviendo una cultura organizacional centrada en la responsabilidad y eficiencia en el uso de los recursos. La Fase 4

aborda la planificación y gestión financiera a largo plazo, incluyendo la evaluación de pasivos, opciones de refinanciamiento y planes de inversión, con el objetivo de asegurar la sostenibilidad frente a los ciclos económicos. Finalmente, en la Fase 5, se implementa la revisión continua, un proceso que permite el ajuste de las estrategias mediante auditorías internas y el análisis de los cambios de manera proactiva, asegurando que la empresa esté preparada para adaptarse a los desafíos del entorno.

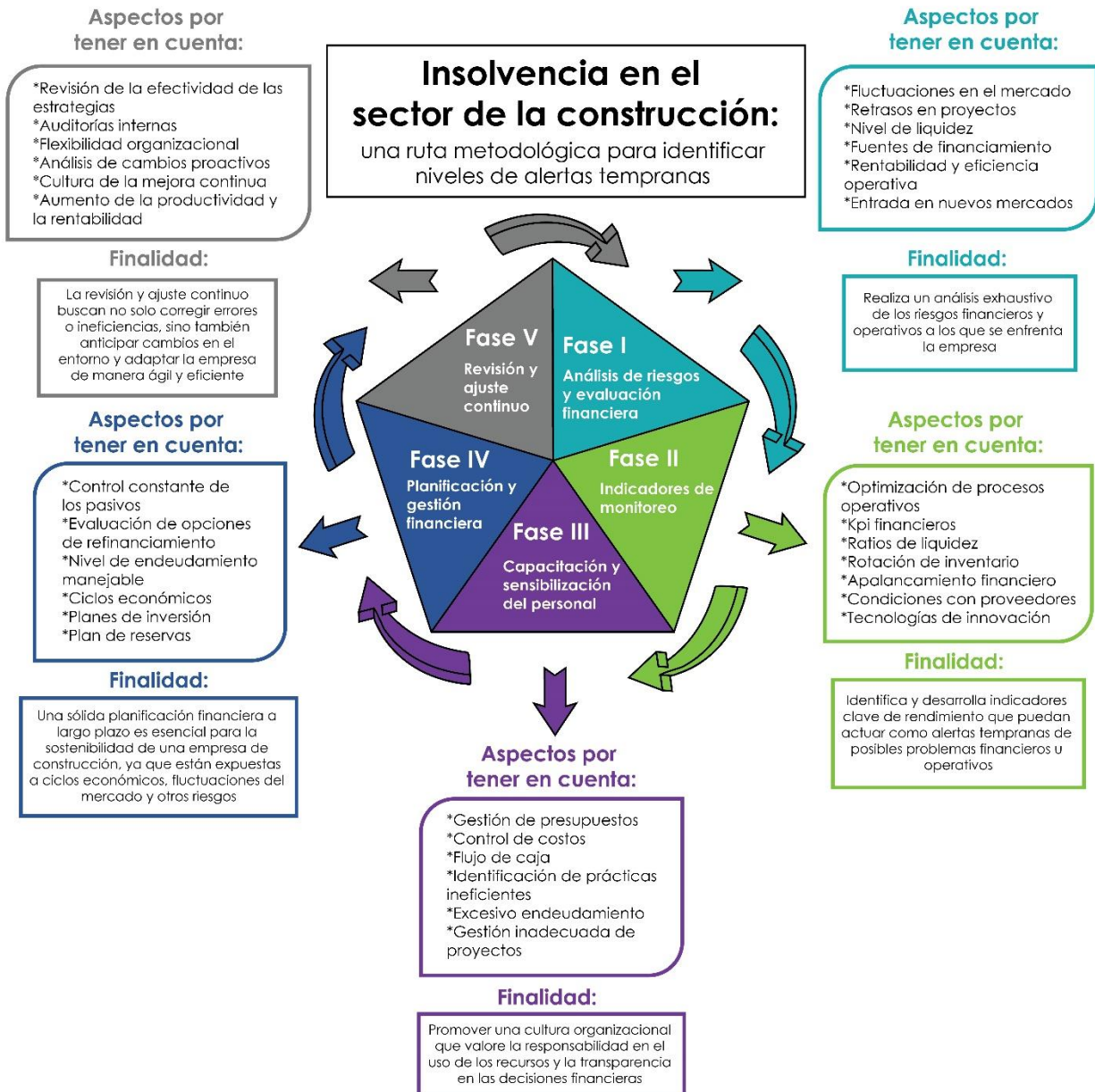


Figura 6. Esquema básico de ruta metodológica.

4. CONCLUSIONES

Los factores internos y externos influyen en gran manera en los niveles de insolvencia al interior de las empresas de construcción, ya que, afectan la continuidad y viabilidad de los proyectos. Dentro de los principales obstáculos internos se puede evidenciar la falta de planificación estratégica y financiamiento adecuado, junto con los desafíos operativos, por otro lado, las fluctuaciones económicas y los cambios en políticas fiscales y de precios de materiales representan factores externos clave. La diversificación financiera y la adaptación a un entorno en constante cambio se convierten en aspectos esenciales para el mejoramiento de la resiliencia y el aseguramiento de la sostenibilidad en el sector a largo plazo.

Las entrevistas realizadas dan cuenta que cada empresa enfrenta desafíos únicos. Por ejemplo, mientras que una empresa puede tener una planificación financiera fuerte, pero lucha con los estudios de prefactibilidad, cambios en las políticas y tasas de interés, otra puede sobresalir en la gestión operativa, pero depender en gran medida de las fuentes de financiamiento específicas y encontrarse afectada por los riesgos regulatorios. Por esta razón, es fundamental la diversificación de los enfoques financieros de las empresas, al igual que la adaptación a un entorno regulatorio cambiante, con el fin de asegurar mejoras continuas y estabilidad en el tiempo.

La ruta metodológica aborda los principales riesgos de manera integral, desde la identificación y evaluación de los riesgos en la Fase 1, hasta la creación de indicadores clave (KPIs) en la Fase 2, los cuales ayudan a prevenir o mitigar los problemas financieros de manera asertiva. Las Fases 3 y 4, incluyen la capacitación del personal y la planificación financiera a largo plazo, los cuales refuerzan la eficiencia operativa y, por último; en la Fase 5, se establece un método para la revisión continua de manera que las empresas puedan hacer ajustes de manera proactiva y eficiente frente a los cambios en el entorno.

5. AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer principalmente a Dios por darnos la sabiduría y la capacidad para desarrollar nuestro proyecto de investigación de manera exitosa. Al director, el docente Edison Aldemar Hincapié Atehortúa por su guía y acompañamiento y al codirector, el docente Nicolás Pardo Álvarez, por su ayuda con la elaboración escrita del producto final y las ideas para mejorar en cada etapa del proceso. A nuestras familias, quienes representan unos pilares fundamentales para la realización personal y profesional mediante su ayuda incondicional y a los profesionales de las empresas que nos abrieron sus puertas para realizar la recolección de la información.

6. REFERENCIAS

- Alaka, H. A., Oyedele, L. O., Owolabi, H. A., Bilal, M., Ajayi, S. O., & Akinade, O. O. (2016). Insolvency of Small Civil Engineering Firms: Critical Strategic Factors. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 143(3). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000321](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000321)
- Alaka, H. A., Oyedele, L. O., Owolabi, H. A., Oyedele, A. A., Akinade, O. O., Bilal, M., & Ajayi, S. O. (2017). Critical factors for insolvency prediction: towards a theoretical model for the construction industry. *International Journal of Construction Management*, 17(1), 25–49. <https://doi.org/10.1080/15623599.2016.1166546>
- Bermeo Cbiriboga, D. C., & Armijos Cordero, J. C. (2021). Vista de Predicción de quiebra bajo el modelo Z2 Altman en empresas de construcción de edificios residenciales de la provincia del Azuay. *Economía y Política*, 1–15.

- García Villegas, F. A. (2023). Estudio de modelos predictivos de insolvencia en el sector de la construcción en Colombia en los periodos pre pandemia y pos pandemia del COVID-19. *Repositorio Universidad EAFIT*, 1–53.
- Kshaf, D. A., Mohamed, M. A., & El-Dash, K. M. (2022). The major problems between main contractors and subcontractors in construction projects in Egypt. In *Ain Shams Engineering Journal* (Vol. 13, Issue 6). Ain Shams University. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101813>
- OIT (Organización Internacional del Trabajo). (2021). Impacto de la COVID-19 en el sector de la construcción. In *Nota informativa de la OIT*.
- Schaufelberger, J. E. (2004). *Causes of Subcontractor Business Failure and Strategies to Prevent Failure*.
- Sonmez, R., Ahmadiheykhsarmast, S., & Güngör, A. A. (2022). BIM integrated smart contract for construction project progress payment administration. *Automation in Construction*, 139. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104294>
- Thomas Ng, S., Wong, J. M. W., & Zhang, J. (2011). Applying Z-score model to distinguish insolvent construction companies in China. *Habitat International*, 35(4), 599–607. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2011.03.008>
- Young, B. A., & Hall, G. (1991). Contractors–insolvency Factors associated with insolvency amongst contractors in the construction industry: Explanation of the factors associated with the failure of contracting companies. *Building Research & Information*, 19(5), 315–320. <https://doi.org/10.1080/09613219108727149>
- Young, B. A., & Hall, G. (2007). Contractors–insolvency Factors associated with insolvency amongst contractors in the construction industry: Explanation of the factors associated with the failure of contracting companies. *Building Research & Information*, 19(5), 315–320. <https://doi.org/10.1080/09613219108727149>

ANÁLISIS DEL ESTADO DE IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN EDGE Y CASA COLOMBIA EN PROYECTOS NO VIS EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN

Ana Catalina Gómez Sánchez, Nicolás Steven Pardo Álvarez

¹ Grupo de Investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, agomezs@est.colmayor.edu.co, nicolas.alvarez@colmayor.edu.co

Palabras clave: Certificación en construcción sostenible, EDGE, CASA Colombia, sostenibilidad.

1. INTRODUCCIÓN

Las certificaciones en construcción sostenible son una de las principales iniciativas para promover la sostenibilidad en el sector constructor, y consisten en evaluar el desempeño ambiental de las edificaciones través de diversos factores, como el uso de materiales sostenibles, la eficiencia energética e hídrica, la gestión de residuos, entre otros (Feijão et al., 2024). A nivel mundial existen más de 60 sistemas de certificación de edificaciones. Lamentablemente, la limitada disponibilidad y la falta de transparencia de los datos publicados abiertamente por las entidades de certificación siguen siendo una barrera y solo 13 de estos sistemas están incluidos en el Rastreador Climático de Edificios (GBCT por sus siglas en inglés) (United Nations Environment Programme (UNEP) & Global Alliance for Buildings and Construction (GlobalABC), 2024). En Colombia, dos de los principales sistemas de certificación son CASA Colombia y EDGE. CASA Colombia es un sistema de certificación que incorpora el concepto de sostenibilidad. El sistema fue desarrollado y es administrado por el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) y cuenta con CASA Colombia 3.0 (Natalia Arroyave et al., 2023), aplicable a proyectos de vivienda nueva VIS y No VIS y con el Referencial CASA Colombia para Vivienda Existente (Melissa Ferro et al., 2024). Por su parte, Excelencia en Diseño para Mayores Eficiencias (EDGE por sus siglas en inglés), es una plataforma de edificaciones sostenibles que incluye un estándar de construcción sostenible, una aplicación de software y un programa de certificación para más de 150 países (International Finance Corporation, 2021). Para el caso de Colombia, Camacol es el proveedor exclusivo de los servicios de certificación y los ahorros exigidos están alineados con lo definido en la Resolución 0549 de 2015 (Ministerio de Vivienda, 2015).

Diversos autores han abordado desde un punto de vista científico la relación entre certificaciones en construcción sostenible y el impacto en la eficiencia energética, la salud poblacional y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en diferentes contextos globales. Goubran et al (2023) investigaron la relación actual entre certificaciones en construcción sostenible y los ODS, concluyendo que existe un alto riesgo de greenwashing en la cantidad de edificaciones certificadas y recomendando que las certificaciones adopten indicadores relacionados a impactos a largo plazo. Por otra parte, Worden et al (2020) y Vosoughkhosravi et al (2022) han explorado el impacto de la certificación LEED en la salud y el confort de los ocupantes de edificaciones sostenibles. Mientras que Worden se ha centrado en cómo LEED promueve la salud tanto de los ocupantes como externos al modificar el entorno construido, Vosoughkhosravi se ha centrado en el impacto de la eficiencia energética exigida por LEED para mejorar el confort en edificaciones residenciales. Moviéndonos a Jeong & Kim (2024), los cuales luego de revisar las certificaciones de eficiencia energética para edificaciones no residenciales en Corea del Sur, concluyeron que el gobierno surcoreano debe revisar la metodología de evaluación para la certificación, ya que

los criterios de calificación actuales no distinguen de manera efectiva entre los edificios certificados por su eficiencia energética y los que no están certificados. En contraste, Mazur et al (2023) analizaron la relación entre la eficiencia energética y las certificaciones en construcción sostenible para edificaciones en Varsovia, Polonia, concluyendo que los sistemas de certificación ofrecen un marco efectivo para evaluar el rendimiento ambiental de las edificaciones a lo largo de su ciclo de vida.

Como se ha presentado, con estas certificaciones se evalúan diversos aspectos, como el uso eficiente de recursos, la gestión de residuos y el bienestar de los ocupantes, promoviendo y reconociendo las edificaciones que en su ejecución minimicen el impacto ambiental. Al alinearse con políticas y normativas implementadas a nivel local, brindan beneficios económicos y tributarios a los proyectos que cumplen con los estándares establecidos, como la reducción en las tasas de crédito para constructores y usuarios finales, o disminución de impuestos. Sin embargo, y a pesar de los múltiples beneficios, la cantidad de proyectos certificados sigue siendo muy inferior al número total construido. En este sentido, identificar el panorama para la ciudad es importante, en especial para decidir con qué tipo de certificación se quieren implementar estas estrategias de sostenibilidad. Por lo tanto, a través del presente trabajo se buscó plantear un análisis del estado actual de implementación de las certificaciones en construcción sostenible en Medellín, Colombia, tomando como base los sistemas EDGE de Camacol-Antioquia y CASA Colombia del CCCS. Lo anterior con el fin de presentar en un futuro cercano una ruta metodológica para que la constructora Arquitectura y Concreto decida con qué tipo de sistema desea certificar sus proyectos de vivienda en la ciudad de Medellín.

2. METODOLOGÍA

En la Figura 1 se presenta el diagrama metodológico, enfocado en las etapas de comparación entre los sistemas de certificación EDGE y CASA Colombia, mapeo del estado actual de implementación de ambos sistemas en Medellín y revisión interna de manejo de la información sobre descuentos en las tasas de crédito tanto para la Constructora Arquitectura y Concreto como para sus compradores de viviendas certificadas.

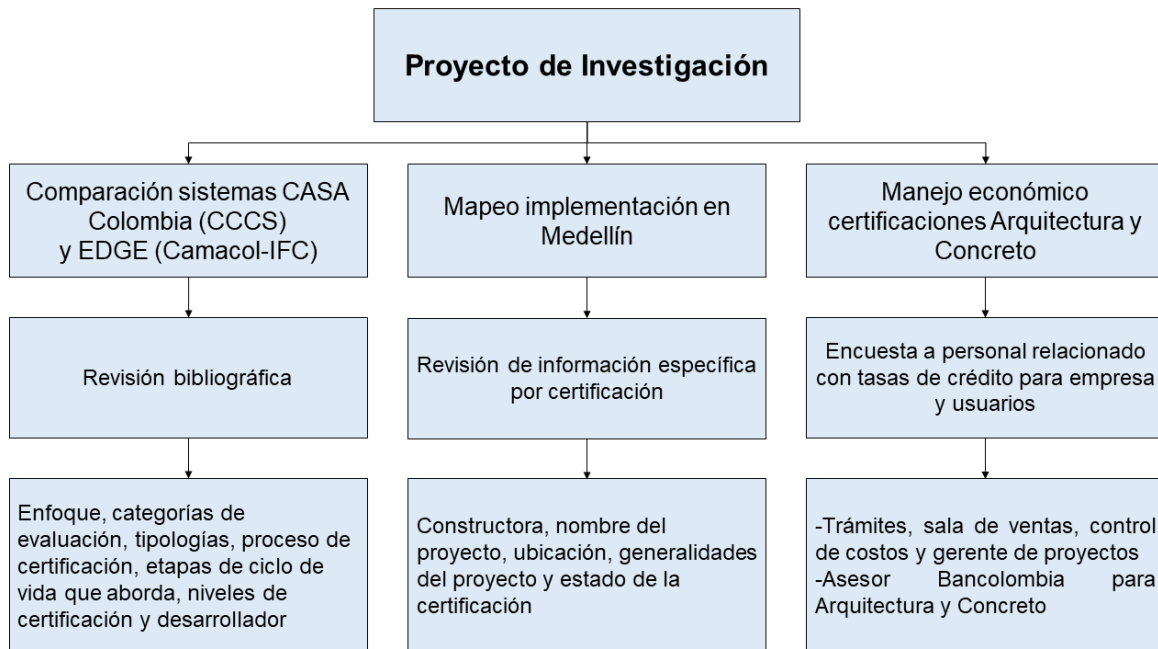


Figura 1. Diagrama metodológico.

2.1 Comparativo entre sistemas de certificación CASA Colombia y EDGE

Para llevar a cabo el análisis comparativo, se revisó la información disponible en la página web oficial del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible relacionada a los documentos técnicos (CCCS, 2024a) y en la página oficial de EDGE relacionada a la guía para el usuario (EDGE, 2024a). El cuadro comparativo se llevó a cabo teniendo en cuenta las etapas de enfoque, categorías de evaluación, tipologías, proceso de certificación, etapas de ciclo de vida que aborda, niveles de certificación y desarrollador.

2.2 Mapeo estado actual de implementación de ambos sistemas en Medellín

Para llevar a cabo el mapeo se utilizó la información disponible en la página web oficial del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible relacionada a los proyectos CASA (CCCS, 2024b) y en la página oficial de EDGE relacionada los proyectos (EDGE, 2024b). Se identificó la Constructora o desarrolladora, el nombre del proyecto, la ubicación, generalidades y estado de la certificación.

2.3 Manejo económico de certificaciones al interior de Arquitectura y Concreto

Finalmente se llevó a cabo una consulta al interior de Arquitectura y Concreto con diferentes áreas relacionadas a los descuentos en tasas de crédito para la constructora y/o los usuarios finales de vivienda, como trámites, ventas, control de costos y gerencia de proyectos. Esta información fue complementada con el asesor destinado por Bancolombia para la empresa.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Comparativo entre sistemas de certificación CASA Colombia y EDGE

En la Tabla 1 se presenta el cuadro comparativo de los aspectos más relevantes en las certificaciones CASA Colombia y EDGE. Respecto al enfoque, si bien CASA Colombia está

desarrollado para Colombia, EDGE incorpora los porcentajes obligatorios de reducción en el consumo de agua y energía que establece la Resolución 0549. Para las categorías evaluación, CASA Colombia abarca un espectro mucho más amplio que se relaciona a un mayor número de etapas del ciclo de vida (A4-A5) analizadas respecto a EDGE. No obstante, EDGE se utiliza tanto para viviendas como equipamientos, contrario a CASA Colombia que se especializa en unidades de vivienda. Finalmente, EDGE presenta tres niveles de certificación, incluyendo las emisiones cero durante la operación, mientras que CASA Colombia presenta cuatro niveles, incluyendo Platino proyectos No VIS +95 puntos y para VIS +85 puntos.

Tabla 1. Cuadro comparativo de certificaciones CASA Colombia y EDGE.

Aspectos	CASA Colombia	EDGE
Enfoque	Local y adaptado a condiciones colombianas	Global, con ajustes locales. Las medidas de eficiencia de materiales se garantizan con información internacional y relacionada a los porcentajes obligatorios de sostenibilidad que estipula la Resolución 549 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia.
Categorías de evaluación	Gestión integral del proyecto / Entorno y biodiversidad / Agua / Energía / Materiales / Bienestar del usuario / Valor social / Herramientas para la operación / Desempeño extraordinario	Medidas de eficiencia energética / Medidas de eficiencia en el consumo del agua / Medidas de eficiencia de los materiales
Tipologías	Proyectos Residenciales (VIS y No VIS) / Proyectos tipo “Co-living” (otros usos) / Proyectos de estancias para servicios turísticos de corta y larga estadía (otros usos)	Vivienda multifamiliar y unifamiliar / Oficinas / Comercio / Educación / Salud / Hotelería / Industria / Usos mixtos
Proceso de certificación	Registro del proyecto / Precertificación / Revisión de documentación de diseño / Entrega de certificado y reconocimiento en diseño / Revisión de documentación en construcción / Auditoría final en sitio / Entrega del certificado proyecto CASA Colombia / Capacitación al equipo comercial del proyecto en sala de ventas	En diseño: Contactar a Camacol, registrar el proyecto y auditoría del diseño / En la construcción: Certificación preliminar, cargar información de la construcción y auditoría en sitio / En la operación: Certificación final
Etapas del ciclo de vida que aborda	Materiales (A1-A3) / Construcción (A4-A5) / Uso (B6-B7-proyección)	Materiales (A1-A3) / Uso (B6-B7-proyección)
Niveles de certificación	Por puntos relacionados a las diferentes categorías de evaluación Platino: Para proyectos No VIS +95 puntos y para VIS +85 puntos / Oro: Para proyectos No VIS 70-94 puntos y para VIS 50-84 puntos / Plata: Para proyectos No VIS 55-69 puntos y para VIS 30-49 puntos / Verde: Para proyectos No VIS 45-54 puntos + lineamientos obligatorios y para VIS lineamientos obligatorios	Por porcentajes de reducción en los consumos de agua, energía y la reducción en el carbono incorporado de los materiales Edge Green (Nivel 1): Reducción del 20% en energía, agua y materiales / Edge Advance (Nivel 2): Reducción del 20% en agua y materiales y 40% en energía / Zero Carbon (Nivel 3): Reducción del 20% en agua y materiales y 100% en energía
Desarrollador	Consejo Colombiano de Construcción Sostenible	International Finance Corporation (IFC)

3.2 Mapeo estado actual de implementación de ambos sistemas en Medellín

En las Tablas 2 y 3 se presenta el número de proyectos para vivienda No VIS en la ciudad de Medellín para EDGE y CASA Colombia respectivamente. EDGE cuenta con 14 proyectos y se destacan constructoras como Arquitectura y Concreto, Conaltura y Coninsa Ramón H, debido al mayor número de proyectos certificados. Las ubicaciones predominantes de dichos proyectos son en el Poblado y Ciudad del Río. Los proyectos que se encuentran como "Edge Certified Green - Final" indica que ya cumplieron con los requisitos de sostenibilidad, mientras que otros proyectos están en la fase "Edge Certified Green - Preliminary", lo que sugiere que están en proceso para obtener la certificación completa y por último algunos proyectos figuran como "Pendientes" o en fases iniciales de registro. Dando un total de 14 proyectos certificados o en proceso de certificación con EDGE. Por otra parte, CASA Colombia cuenta con un total de 6 proyectos certificados o en proceso de certificación con CASA Colombia e igualmente Arquitectura y Concreto como constructora predominante con un total de 3 proyectos certificados o en proceso de certificación. Entre estos proyectos también se observa como ubicación sobresaliente el Poblado.

Tabla 2. Proyectos No VIS EDGE en Medellín.

Constructora	Proyecto	Ubicación	Generalidades del proyecto	Estado
Amarillo S.A.S.	Guayacanes	Poblado	2 torres de 26 pisos para un total de 260 aptos	Pendiente
Arquitectura y Concreto S.A.S.	WE	Poblado	1 torre de 21 pisos para un total de 52 aptos	Edge certified green - Final
Arquitectura y Concreto S.A.S.	Saint Michel	Poblado	3 torres y 4 aptos por piso	Edge certified green - Final
Arquitectura y Concreto S.A.S.	Tribeca	Poblado	1 torre con 2 aptos por piso	Edge certified green - Final
Conaltura Construcción y Vivienda S.A	Catalana Etapa 1	Robledo	3 torre con un total de 164 aptos	Edge certified green - Preliminary
Conaltura Construcción y Vivienda S.A	Kiva del Río	Ciudad del Río	1 torre con un total de 228 aptos	Pendiente facturar
Coninsa Ramon H S.A.	La Riviere Et 2	Ciudad del Río	1 torre de 22 pisos	Edge certified green - Final Et 1
Coninsa Ramon H S.A.	La Riviere Torre 6	Ciudad del Río	1 torre de 26 pisos con un total de 156 aptos	Edge certified green - Preliminary
Diseños Asociados S.A.S.	Arabella	Belén	40.388 m ² construidos	Edge certified green - Final
Edificaciones y Proyectos S.A.S	Grand Coral Apartamentos	Laureles	1 torre de 15 pisos con un total de 45 aptos	Registro
Grupo Arke	Mood	Poblado	19.000 m ² construidos	Edge certified green - Preliminary
Inmobiliaria Los Bosques S.A.S.	Serranía de Los Bosques	Poblado	2 torres de 20 pisos	Edge certified green - Final
Promotora de proyectos Parma S.A.S	Parma apartamentos	Poblado	2 torres de aptos con un total de 92 aptos	Edge certified green - Final
Promotora Vizcaya S.A.S.	El Terral	Poblado	1 torre con 18 aptos	Edge certified green - Preliminary

Tabla 3. Proyectos No VIS CASA Colombia en Medellín.

Constructora	Proyecto	Ubicación	Generalidades del proyecto	Estado
Constructora Concreto S.A.	ELE 16	Poblado	1 torre con un total de 9 aptos	Certificado en Diseño
Arquitectura y Concreto S.A.S.	Avenida Park	Poblado	7.564m ² construidos	Certificado en Diseño
Constructora Concreto S.A.	Contree las Palmas	Vía las palmas	2 torres de 18 pisos, un total de 70 aptos	Certificado en Diseño
Arquitectura y Concreto S.A.S.	Florencia y Ferrara del rio	Ciudad del Rio	2 torres cada una de 30 pisos	Certificado en Diseño
Constructora Concreto S.A.	Contree castropol	Poblado	1 torre de 21 pisos, un total de 54 aptos	Precertificado
Arquitectura y Concreto S.A.S.	Artcity living	Poblado	2 torres de 25 pisos cada uno con 10 aptos por nivel	Precertificado

3.3 Manejo económico de certificaciones al interior de Arquitectura y Concreto

Luego de realizar la consulta al interior de Arquitectura y Concreto no fue posible obtener información de ninguna de las áreas consultadas. Lo anterior se encontraba relacionado al nivel de sensibilidad de la información y el puesto ocupado dentro de la organización para obtener el acceso. Sin embargo, luego de una entrevista con la asesora de Bancolombia para Arquitectura y Concreto, pudo identificarse un descuento en la tasa de interés (al momento de la investigación) para compradores finales de proyectos de vivienda certificados en cualquiera de los dos sistemas de 0,85% sobre la tasa vigente durante el tiempo total pactado del crédito. Este valor es superior al reportado por Bancolombia en su página web, en donde informa que el descuento vigente es de 0,65% sobre la tasa vigente y solo durante los primeros siete años del crédito.

Suponiendo una vivienda con un valor de COP 500.000.000 y un crédito a 20 años (sobre el 70% del valor del inmueble) con una tasa efectiva anual de 11,0%, se podrían plantear tres escenarios mediante interés simple en Excel. El primero en el que no exista descuento por vivienda sostenible, el segundo con la oferta de valor general presentada por Bancolombia en su página web y la tercera la ofrecida por la entidad bancaria para los compradores de vivienda certificada de Arquitectura y Concreto. En el primer escenario, el usuario terminará pagando de intereses COP 770.000.000. Para el segundo escenario, el usuario terminará pagando COP 754.075.000 (ahorro de COP 15.925.000) y para el tercero COP 710.500.000 (ahorro de COP 59.500.000). El escenario tres, complementado con los ahorros en los consumos de agua y energía asociados a la implementación de estrategias de construcción sostenible, demuestran que para los usuarios finales la compra de vivienda certificada representa un aporte importante a la sostenibilidad propia y del ambiente construido.

4. CONCLUSIONES

El análisis comparativo de los sistemas de certificación demostró que ambos ofrecen diferentes ventajas relacionados a aplicabilidad y alcance. Mientras que DGE se distingue por su versatilidad, permitiendo su uso en diferentes tipos de edificaciones y promoviendo la reducción de agua y energía en línea con normativas internacionales, CASA Colombia se centra en el contexto nacional, abarcando un mayor número de etapas del ciclo de vida y categorías de evaluación. En relación al mapeo, existe una mayor presencia de proyectos certificados con EDGE comparados con CASA Colombia, con un predominio de constructoras como Arquitectura

y Concreto en ambas certificaciones, en donde la zona con mayor presencia fue El Poblado. Finalmente, aunque no fue posible la adquisición de información para las tasas de interés de créditos para el desarrollo de proyectos por parte de la constructora, la oferta para clientes de Arquitectura y Concreto desde Bancolombia arrojó un ahorro importante de 0,85 puntos básicos durante el tiempo de existencia del crédito, oferta muy superior a los 0,65 puntos básicos durante los primeros 7 años del crédito. Estos beneficios económicos, junto con el ahorro en consumos de agua y energía, refuerzan la importancia de las certificaciones en construcción sostenible para los compradores y el ambiente construido en Medellín.

5. AGRADECIMIENTOS

Hay tanto por que agradecer que me quedo corta en las palabras. Primero que todo a mi madre que fue quien me impulsó, motivo y ayudó económicamente para el pago de la Especialización. A mi jefe Melany Barrera por apoyarme, aconsejarme y darme el espacio laboral. Por último y no menos importante a Nicolás Pardo, asesor temático y profesor quien con su empeño, paciencia y dedicación me obsequió parte de su conocimiento, buscando contagiar aún más de la magia de la construcción desde una conciencia ambiental y social. Gracias a su enseñanza logré afianzar mis conocimientos y conocer a profundidad los que desconocía. A todos, ¡Gracias!

6. REFERENCIAS

- CCCS. (2024a). Proceso de certificación y documentos técnicos. Disponible en <https://casa.cccs.org.co/proceso-de-certificacion/#documentos-tecnicos>. Consultado el 2 de agosto de 2024.
- CCCS. (2024a). Proyectos CASA. Disponible en <https://casa.cccs.org.co/proyectos-casa/>. Consultado el 2 de agosto de 2024.
- EDGE & IFC. (2024a). Guía del usuario de EDGE Versión 3.0.a. Disponible en <https://edgebuildings.com/wp-content/uploads/2022/07/2022001613SPAspa001.pdf>. Consultado el 2 de agosto de 2024.
- EDGE & IFC. (2024b). Project Studies. Disponible en <https://app.edgebuildings.com/project-studies>. Consultado el 2 de agosto de 2024.
- Feijão, D., Reis, C., & Marques, M. C. (2024). Comparative analysis of sustainable building certification processes. *Journal of Building Engineering*, 96. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.110401>
- Goubran, S., Walker, T., Cucuzzella, C., & Schwartz, T. (2023). Green building standards and the United Nations' Sustainable Development Goals. *Journal of Environmental Management*, 326. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116552>
- International Finance Corporation. (2021). EDGE User Guide Version 3.0.a.
- Jeong, Y. S., & Kim, D. W. (2024). Analysis of the necessity of revising the building energy efficiency certificate for non-residential buildings in South Korea. *Journal of Building Engineering*, 94. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.109811>
- Mazur, Ł., Resler, M., Koda, E., Walasek, D., & Daria Vaverková, M. (2023). Energy saving and Green building Certification: Case study of commercial buildings in Warsaw, Poland. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 60. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2023.103520>
- Melissa Ferro, Tatiana Carreño, & Angélica Ospina. (2024). CASA Colombia REFERENCIAL VIVIENDA EXISTENTE (Vol. 1).
- Ministerio de Vivienda. (2015). Resolución 549 de 2015.

- Natalia Arroyave, Tatiana Carreño, Melissa Ferro, Ana María Landaeta, Juan David Lizcano, Angélica Ospina, & Lorena Pupo. (2023). CASA Colombia VIVIENDA NUEVA VERSIÓN 3.0 Vivienda VIS y No VIS/Otros usos (Vol. 1).
- United Nations Environment Programme (UNEP), & Global Alliance for Buildings and Construction (GlobalABC). (2024). 2023 Global Status Report for Buildings and Construction Beyond foundations Global Status Report for Buildings and Construction Beyond foundations Mainstreaming sustainable solutions to cut emissions from the buildings sector. <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/45095>
- Vosoughkhosravi, S., Dixon-Grasso, L., & Jafari, A. (2022). The impact of LEED certification on energy performance and occupant satisfaction: A case study of residential college buildings. *Journal of Building Engineering*, 59. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.105097>
- Worden, K., Hazer, M., Pyke, C., & Trowbridge, M. (2020). Using LEED green rating systems to promote population health. *Building and Environment*, 172. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106550>

COMPARACIÓN ENTRE EL IMPACTO AMBIENTAL DE LA VIVIENDA TRADICIONAL Y LA VIVIENDA NUEVA EN EL CORREGIMIENTO DE SANTA ELENA. CASO DE ESTUDIO VEREDA MAZO

Ángela María Gaitán Martínez¹, Nicolás Steven Pardo Álvarez¹

¹ Grupo de Investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, agaitan@est.colmayor.edu.co, nicolas.alvarez@colmayor.edu.co

Palabras clave: Impacto ambiental, arquitectura vernácula, bahareque, tapia, Santa Elena.

1. INTRODUCCIÓN

Santa Elena es el corregimiento de mayor visibilidad y reconocimiento cultural y turístico, lo cual se encuentra relacionado con su pasado lleno de tradición, la cultura silletería y su riqueza paisajística y naturaleza. Está ubicado al oriente de la ciudad y es uno de los cinco corregimientos que conforman el área rural del Municipio de Medellín (Alcaldía de Medellín, 2024). Santa Elena por su incremento del turismo tuvo una importante transformación en su arquitectura tradicional de tapia y esto se ha visto reflejado en su entorno natural. Sin embargo, con la llegada de nuevas construcciones con materiales más industriales como es el ladrillo, el cemento y el acero, se ha generado un contraste con la arquitectura vernácula, contribuyendo además en las emisiones de CO₂, afectando la calidad del aire y el equilibrio ambiental. Esta transformación se ha visto en el cambio de una casa de un piso por una casa de dos pisos, rompiendo la estética campesina y alterando la identidad del corregimiento. Este crecimiento urbano relacionado de manera directa al turismo, ha llevado a una gentrificación que afecta el patrimonio cultural de Santa Elena y es muy similar a lo que sucede en lugares como Santa Fe de Antioquia y Salento. Esta transición de la construcción tradicional a nuevas edificaciones urbanas ha generado una fractura en la identidad arquitectónica y cultural, marcando un cambio en el paisaje y en las prácticas tradicionales (García Hernández, 2021).

Diversos autores han llevado a cabo investigaciones relacionadas al impacto ambiental y económico de la bioconstrucción y las construcciones a partir de cemento Portland. Gómez-Patrocinio et al., (2021) mostraron con su estudio comparativo de dos viviendas residenciales en Nicaragua construidas una con bahareque y otra con concreto un sobre costo de \$617 en la vivienda en bahareque. No obstante, plantearon que, en función de la vida útil del bahareque con 400 años, superior a la del concreto con 50-60 años, y las emisiones de CO₂, esta técnica no debe ser descartada únicamente por los costos y tiempos de fabricación. Estos resultados se relacionan con la investigación de Cárdenas Aponte, (2024) quien argumentó que construir una vivienda con bahareque evita aproximadamente 5 t de CO₂ comparado con la construcción tradicional de cemento y permite una reducción del consumo energético en un 30% debido a su capacidad como aislante térmico. En el mismo sentido, Gómez-Patrocinio et al., (2021) analizaron diferentes técnicas de construcción con tierra en España, mostrando desde la riqueza cultural cómo los muros mixtos de tierra y madera ofrecen soluciones sostenibles, duraderas y adaptadas a cada condición local. Por su parte, Lora Banquez, (2023) para el contexto colombiano y desde el caso de las viviendas de bahareque en la arquitectura vernácula en Sucre, demostraron que este material ofrece un mejor confort térmico que los bloques de concreto. Finalmente, el autor García Hernández, (2021) mostró cómo el bahareque se relaciona con el agroturismo, reforzando su valor en la nueva ruralidad de Santa Elena, Antioquia.

La identidad cultural de Santa Elena ha evolucionado y ha sido marcada por la transición de su economía agrícola y del incremento del turismo, generando una expansión urbana en ella, y una disminución y transformación en el uso del suelo y su paisaje, afectando la arquitectura tradicional del lugar y perdiendo el patrimonio cultural. Con la llegada de nuevos residentes y sus costumbres urbanas, han ido sustituyendo la identidad rural original de Santa Elena por una urbana, generando la fractura de la arquitectura vernácula (García Hernández, 2021). Este estudio se centra en la vereda El Mazo, donde experimenta una transición significativa de la construcción tradicional hacia unos materiales más urbanos, impactando en la identidad arquitectónica y patrimonial de la vereda. Es por esto que es crucial analizar esta transformación para evaluar las emisiones ambientales que genera cada tipo de construcción. La identidad de Santa Elena está profundamente ligada a su patrimonio arquitectónico, y es importante entender cómo estos cambios constructivos impactan el medio ambiente y de esta manera tomar conciencia de que es esencial para preservar el patrimonio cultural del territorio. De acuerdo a lo anterior, la investigación tuvo como propósito estimar el incremento en el impacto ambiental de las nuevas viviendas que han dejado de incluir materiales tradicionales, como la tapia, y han adoptado en su lugar materiales cementantes, esperando resaltar la importancia de los métodos tradicionales no solo por sus beneficios sostenibles, sino también por su capacidad de preservar el equilibrio visual y cultural en nuestro entorno.

2. METODOLOGÍA

En la Figura 1 se presenta el diagrama metodológico, enfocado en las etapas de elección de la zona de estudio, identificación de tipologías existentes y estimación del impacto ambiental asociado a la construcción de las paredes exteriores.

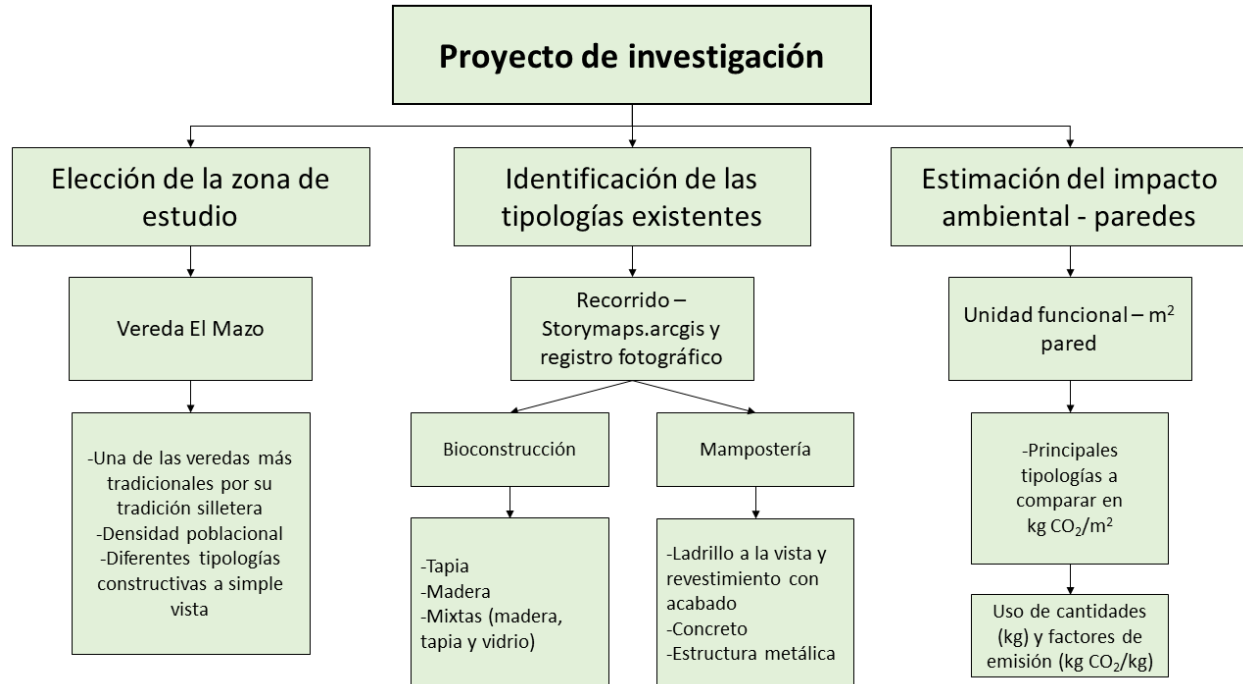


Figura 7. Diagrama metodológico.

2.1 Elección de la zona de estudio

Entre las 17 veredas que hacen parte del corregimiento de Santa Elena, se escogió la Vereda El Mazo, una de las veredas más tradicionales del corregimiento de Santa Elena por su tradición silleterera. La elección de la Vereda El Mazo radicó en que las construcciones existentes muestran unos cambios fundamentales entre el habitante tradicional y los últimos pobladores, desde el tipo de arquitectura, el proceso constructivo y los materiales utilizados, con evidencias claras desde las modificaciones del paisaje de la vereda y casas construidas desde tapia y madera hasta mampostería con ladrillos y concreto.

2.2 Identificación de las tipologías existentes para bioconstrucción y mampostería con mortero y ladrillo

Para la identificación de las tipologías constructivas existentes en la Vereda el Mazo, se hizo un recorrido de aproximadamente 6 km a lo largo de toda la vía principal, iniciando en la parte más alta de la vereda desde la glorieta que conecta la vía Medellín con la vereda El Mazo y descendiendo a la parte más baja finalizando en la Iglesia Santa Ana-Mazo. Durante el recorrido se realizaron registros fotográficos de las viviendas actuales, con un total de 35 viviendas fotografiadas, en las cuales se reconocieron el tipo de material utilizado en muros de fachada, como fueron la tapia, la madera, el ladrillo a la vista, el ladrillo revestido con acabado exterior, el concreto, estructuras metálicas y vidrio.

2.3 Estimación del impacto ambiental asociado a la construcción de las paredes exteriores

Para la comparación de un metro cuadrado de muro en mampostería y un muro en tapia pisada, se realizaron dos laboratorios en la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia y se utilizó como unidad funcional un m² de pared. Para la mampostería se utilizó un ladrillo estructural de perforación vertical doble pared medio fachada rojo, con unas dimensiones de 9 cm de alto x 13 cm de ancho x 24 cm de largo, y un peso de 3,9 kg, combinado con una mezcla de mortero convencional Tipo S con un espesor de junta de 1,5 cm. Después, para el muro de tapia de 30 cm de espesor, se utilizaron las cantidades elaboradas en el laboratorio con porcentajes de materiales: suelo 65%, arena 25%, cal hidráulica 7% y agua 10%. Para los factores de emisión se utilizaron diferentes fuentes bibliográficas. Para el ladrillo se utilizó la Declaración de Declaración Ambiental de Producto (DAP) de la ladrillera Santafé (Santafé et al., 2024). Para el cemento, la arena, y el agua se tomó el estudio de Pardo et al., (2022). Para la cal hidráulica se utilizó el valor de la UPME et al., (2013). Finalmente, para suelo arcilloso se utilizó el factor de Sánchez-Agurto et al., (2023).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Elección de la zona de estudio

Al hacer un recorrido por la vereda El Mazo y observando los tipos de construcción, se pudo evidenciar los cambios en los materiales constructivos y cómo las construcciones han ido evolucionando a lo largo del tiempo y cambiando los materiales tradicionales caracterizadas por construcciones en tapia, hacia construcciones más modernas. Estos cambios probablemente tienen unos impactos ambientales asociados, ya que la construcción con tapia y bahareque implica disponibilidad de materiales locales, mano de obra tradicional, menor cantidad de materiales adicionales, y arquitectura patrimonial, contrario a la construcción en mampostería, en donde los materiales no son cercanos a la zona y generan contaminación asociada a su

fabricación.

3.2 Identificación de las tipologías existentes para bioconstrucción y mampostería con mortero y ladrillo

En la Figura 2 se presenta el recorrido realizado para la identificación de las tipologías constructivas existentes. Durante el recorrido se pudieron realizar los recuentos fotográficos con algún tipo de restricción, ya que algunos de los moradores se encontraban en las viviendas y por razones de privacidad no se podía acceder a ellas y realizar los registros fotográficos. A algunos se les pidió el consentimiento para las fotos, en otras no se pudo entrar a las propiedades por razones de seguridad y las otras se encontraban muy retiradas de la vía o cercados muy altos. Sin embargo, en la mayoría de los casos se pudieron realizar las fotografías y evidenciar los materiales de la fachada utilizados.

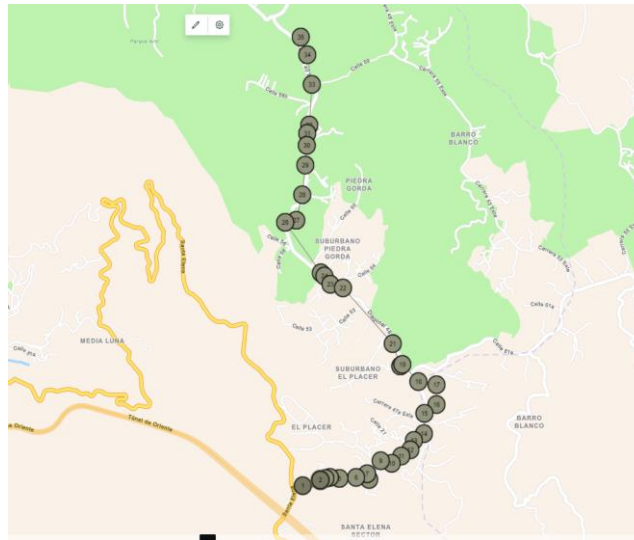


Figura 8. Recorrido de la zona de estudio. Enlace: <https://arcg.is/vT9zz>

En la Tabla 1 se presenta el recorrido llevado a cabo para la zona de estudio. Los resultados indicaron que las tipologías constructivas más comunes en esta vereda corresponden a vivienda con muros en ladrillo con 51,4%, viviendas con muros en tapia con 28,6%, viviendas en madera con 8,6%, viviendas mixtas con muros en tapia y ladrillo con 5,7%, viviendas en concreto con 2,9% y viviendas con vidrios y madera con 2,9%. Lo anterior, nos indica que se ha presentado una migración constructiva antigua en tapias hacia una construcción moderna en ladrillo y concreto, cambiando modelos arquitectónicos y constructivos a través del tiempo, olvidando los materiales originales de la zona con que iniciaron los asentamientos desde la época hispánica, hasta los recientes y más modernos, perdiendo su identidad en la zona.

Tabla 1. Número de viviendas por tipo de fachada.

Tipo de fachada	Número de viviendas	Materiales
Vivienda con muros en ladrillos revestidos con acabado exterior	11	Ladrillo / Mortero de pega (agua y cemento) / Revestimiento (agua y cemento) / Pintura
Vivienda con muros en ladrillo a la vista	7	Ladrillo / Mortero de pega (agua y cemento)
Vivienda con muros en ladrillo y revestimiento en concreto y	1	Ladrillo / Mortero de pega (agua y cemento) / Revestimiento (agua y cemento) / Pintura /

estructura metálica.		Perfiles metálicos
Vivienda con muros en tapia	10	Suelo arcilloso / Agua / Cal / Agregados gruesos y finos
Vivienda en madera	3	Tablones de madera
Vivienda con muros en tapia y en ladrillo	2	Suelo arcilloso / Agua / Cal / Agregados gruesos y finos / Ladrillo / Mortero de pega (agua y cemento) / Revestimiento (agua y cemento) / Pintura
Vivienda en vidrios y madera	1	Vidrios / Madera

3.3 Estimación del impacto ambiental asociado a la construcción de las paredes exteriores

A partir de las especificaciones de los materiales y para el cálculo de construcciones en mampostería, para un m² de muro 23 ladrillos y una cantidad de mortero 0,0139 m³, ambos materiales sin desperdicios. Asumiendo que el diseño de mezcla contiene 552 kg/m³ de cemento, 395 kg/m³ de agua y 1.301 kg/m³ de arena, en la Tabla 2 se presentan las cantidades finales y los factores de emisión utilizados. La huella de carbono del muro de mampostería presentó un valor de 31,21 kg CO₂/m².

Tabla 2. Cálculo de emisiones para un metro cuadrado de mampostería.

Material	Cantidad kg	Factor de emisión (kg CO ₂ /kg)	Emisiones (kg CO ₂ /m ²)	Fuente
Ladrillo	89,70	0,2700	24,22	(Santafé et al., 2024)
Cemento	7,67	0,8920	6,84	
Arena	18,08	0,008	0,14	(Pardo Álvarez et al., 2022)
Agua	5,49	0,0013	0,01	
Total			31,21	

Por otra parte, a partir de las especificaciones de los materiales y para el cálculo de construcciones en tapia, se asumió para un m² de muro de 30 cm de espesor en tapia, 351 kg de suelo arcilloso, 135 kg de arena, 37,8 kg de cal y 54 kg de agua. En la Tabla 3 se presentan las cantidades finales y los factores de emisión utilizados, dando como resultado para la huella de carbono del muro de tapia un valor 31,14 kg CO₂/m².

Tabla 3. Cálculo de emisiones para un metro cuadrado de tapia.

Material	Cantidad kg	Factor de emisión (kg CO ₂ /kg)	Emisiones (kg CO ₂ /m ²)	Fuente
Suelo	351	0,0017	0,60	(Sánchez-Agurto et al., 2023)
Cal hidráulica	37,8	0,7776	29,39	(UPME et al., 2013)
Arena	135	0,0080	1,08	(Pardo Álvarez et al., 2022)
Agua	54	0,0013	0,07	
Total			31,14	

El incremento en las emisiones entre la mampostería y la tapia para paredes exteriores no fue representativo. Este resultado cuestiona la premisa generalizada de que la construcción con materiales vernáculos siempre conlleva a un menor impacto ambiental. Se ha asociado la construcción en tapia con una menor huella de carbono debido a la utilización de materiales y procesos constructivos más artesanales, sin embargo, los datos demostraron que se deben evaluar otras partes de las viviendas, con el fin de tener un valor global de comparación.

4. CONCLUSIONES

El estudio mostró que, aunque de manera generalizada se percibe que las construcciones en tapia tienen una menor huella de carbono, las emisiones CO₂ por metro cuadrado de paredes exteriores entre la tapia y la mampostería fueron muy similares. Este resultado sugiere que la elección de materiales no es el único factor decisivo en el impacto ambiental de las edificaciones, resaltando la necesidad de una evaluación con un enfoque integral que contemple no solo las emisiones, sino también factores sociales y económicos que afectan la sostenibilidad en la región y de manera específica la vereda El Mazo por su tradición silletería y arquitectura vernácula. Aunque los datos surgieron de un contexto académico, pueden ser aplicables en escenarios reales. Sin embargo, se recomienda complementar estos resultados con estudios de campo que consideren diferentes variables como la disponibilidad de materiales locales y su impacto por transporte asociado, los procesos constructivos tradicionales y modernos, y las condiciones climáticas específicas. De esta manera, se podría facilitarse la implementación de soluciones desde la sostenibilidad integral y que respeten la identidad cultural de las comunidades locales.

5. AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecerles a todos los profesores de las distintas áreas en las cuales tuve la oportunidad de compartir los distintos ejes temáticos que me proporcionaron insumos para poder sustentar la investigación. Agradecimiento especial al profesor Nicolás Pardo que con su aporte sus conocimientos, recomendaciones y acompañamiento me permitieron llevar adelante este trabajo, de igual manera a mis compañeros de especialización por su apoyo reiterado y sus comentarios y motivaciones para cumplir este trabajo. De igual manera a la Institución Colegio Mayor de Antioquia.

6. REFERENCIAS

- Alcaldía de Medellín. (2024, March 26). *Corregimiento Santa Elena de Medellín*. Medellin.Gov.Co. <https://www.medellin.gov.co/es/corregimientos/gerencia/santa-elena/>
- Cárdenas Aponte, R. (2024). *Paredes en Bahareque como alternativa sostenible en la Ingeniería Moderna*.
- García Hernández, V. (2021). Identidad de Santa Elena a partir de una nueva ruralidad con alternativas turísticas. *Universidad Pontificia Bolivariana*.
- Gómez-Patrocinio, F. J., García-Soriano, L., Vegas, F., & Mileto, C. (2021). Técnicas y características de los muros mixtos de tierra y madera. El caso de España. *Informes de La Construcción*, 73(561), 1–12. <https://doi.org/10.3989/IC.73876>
- Lora Banquez, C. J. (2023). Arquitectura vernácula en la transición del hábitat, hacia el nuevo paradigma de la construcción del siglo XXI: el caso de las casas de bahareque en el municipio de Sincelejo, Sucre. *Universidad Nacional de Colombia*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/86516>
- Mateus, R., Fernandes, J., & Teixeira, E. R. (2019). *Chapter 11459 - Environmental Life Cycle Analysis of Earthen Building Materials*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.11459-6>
- Pardo Álvarez, N. S., Rico Pérez, M. A., & López Castaño, D. J. (2022). Inclusión de concretos sostenibles en el cumplimiento de la Resolución 0472 de 2017 y la disminución de emisiones del sector constructor colombiano: Análisis de materiales. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 14(1), 76–85. <https://doi.org/10.22335/RLCT.V14I1.1510>

- Sánchez-Agurto, Y., María-Dávila, E. S., Hinoztroza, J. S., Sánchez-Agurto, Y., María-Dávila, E. S., & Hinoztroza, J. S. (2023). Emisión de CO2 equivalente en la construcción de viviendas unifamiliares de adobe y ladrillo. *Obras y Proyectos*, 34, 82–91. <https://doi.org/10.21703/0718-2813.2023.34.2448>
- Santafé, L., Yeny Rocio Benitez, & Casosostenible. (2024). Declaración Ambiental de Múltiples Productos (DAP): basados en los resultados más altos. *Icontec, Declaración ambiental del Producto-Ladrillera Santafé*, 1–21. www.casostenible.com
- UPME, PNUD, & Eco Ingenieria S.A.S. (2013). “*Determinación de propiedades físicas y, estimación del consumo energético en la producción, de acero, concreto, vidrio, ladrillo y otros materiales, entre ellos los alternativos y otros de uso no tradicional, utilizados en la construcción de edificaciones colombianas* (Issue Informe Final). www.ecoingenieria.org

ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS EN VENTAS DE ACABADOS ARQUITECTÓNICOS PARA APARTAMENTOS NO VIS EN OBRA GRIS DEL VALLE DE ABURRÁ Y EL VALLE DE SAN NICOLÁS

Stephania Roso Vergara¹, Katherine López Isaza¹, Héctor Alonso Herrera Molina¹, Sergio Andrés Arboleda López¹

¹ Grupo de Investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, sroso@est.colmayor.edu.co, kllopezi@est.colmayor.edu.co, hherrera@est.colmayor.edu.co, sergio.arboleda@colmayor.edu.co

Palabras clave: VIS, No VIS, ventas, acabados arquitectónicos.

1. INTRODUCCIÓN

Los acabados arquitectónicos son parte importante en la construcción, debido a que mejoran el confort, la estética y protegen las estructuras de condiciones ambientales. Se pueden clasificar en integrados, adheridos y sobrepuestos. La selección es considerada acorde al presupuesto, durabilidad y diseño. Según Garza Contreras (2019), su aplicación es primordial tanto en espacios interiores como en exteriores, para asegurar la protección y el confort de los usuarios. Los acabados suministran el detalle final que define la estética y funcionalidad del espacio construido, realizando revestimientos como pintura, enchapes y carpintería, entre otros (AD, 2021). Su demanda impacta directamente el comportamiento del mercado inmobiliario, especialmente en las viviendas de interés social (VIS) y No VIS, la cual se ha visto afectada por variaciones económicas como las crisis financieras y el efecto de la pandemia.

Por tal razón, las empresas dedicadas a la construcción de acabados arquitectónicos se han visto en la necesidad de establecer estrategias alternas de mercadeo como el marketing digital que promociona una marca en el internet a través de, el uso de redes sociales y plataformas en línea para dar a conocer sus servicios, y alcanzar de manera más efectiva un segmento de mercado y mejorar sus ventas. Se ha evidenciado que este tipo de procesos puede tener un impacto positivo en el sector de acabados para apartamentos en obra gris (Drew, 2022).

Hsiao et al. (2024) estudiaron las repercusiones de las operaciones Lean en las estrategias de ventas, percibiendo cómo su aplicación modifica las relaciones comerciales hacia enfoques basados en la competencia organizativa, en lugar del precio, y enfatizando en la necesidad de realizar más estudios sobre las ventas y el marketing. Asimismo, Asamoah et al. (2022) encontraron que los empleados aportan un valor agregado a las pequeñas y medianas empresas del sector de la construcción, en cuanto a la percepción del público con respecto a la empresa recomendando realizar capacitaciones a los empleados para así mejorar la competitividad y productividad en mercados de altos estándares. En relación con Smyth et al. (2016), la transformación del mercadeo en el sector de la construcción a través de una relación con el cliente por medio del marketing relacional y la lógica dominante del servicio (SDL) que se relaciona en generar un valor agregado a lo que se está comercializando, generando nuevas oportunidades para investigaciones en el sector. Finalmente, Anenberg & Ringo (2024) abordaron el impacto que generó la pandemia en el mercado de la vivienda, resaltando que el principal impulsor de las variaciones en las ventas y los precios es la demanda, indicando que lo que podría mitigar los

efectos del alza en los precios sería la oferta.

La investigación que se propone es esencial por los vacíos que existen dentro de los análisis sobre estrategias de ventas encaminadas en acabados arquitectónicos para apartamentos No VIS en obra gris, dentro de los estratos socioeconómicos 4, 5 y 6 en el Valle de Aburrá y el Valle de San Nicolás del departamento de Antioquia. La empresa HE Molina Construcciones Civiles SAS viene alcanzando un crecimiento importante con clientes de viviendas No VIS, incrementando sus ventas en un 66% en el año 2023. Sin embargo, aún no cuenta con un estudio que permita mejorar las estrategias en el mercado de apartamentos No VIS, con el fin de incrementar las ventas. Los hallazgos de este estudio no solo beneficiarán a la organización en cuanto al crecimiento y expansión en nuevos mercados, sino que también servirán de referencia para otras empresas interesadas en incursionar en el sector de viviendas No VIS en obra gris. Asimismo, la investigación contribuirá al ámbito del marketing en el sector de la construcción, brindando un enfoque más adaptado a las demandas específicas de los clientes de altos ingresos. Se prevé que los descubrimientos tendrán un impacto positivo tanto en las acciones comerciales como en el conocimiento académico, impulsando futuras investigaciones y la evolución del sector hacia la competitividad y la innovación en la venta de acabados arquitectónicos.

2. METODOLOGÍA

La Figura 1 muestra el diagrama metodológico del proyecto de investigación. En la primera etapa se identificaron las estrategias de ventas efectivas de acabados arquitectónicos para viviendas VIS en el año 2022. La segunda etapa, se mejoraron las estrategias de ventas efectivas identificadas en el año 2022 y se implementaron en el año 2024 para viviendas No VIS en obra gris de estratos 4, 5 y 6 del Valle de Aburrá y Valle de San Nicolás. Finalmente, en la etapa 3 se desarrolló el análisis de la viabilidad económica de las estrategias implementadas durante un periodo de 4 meses.

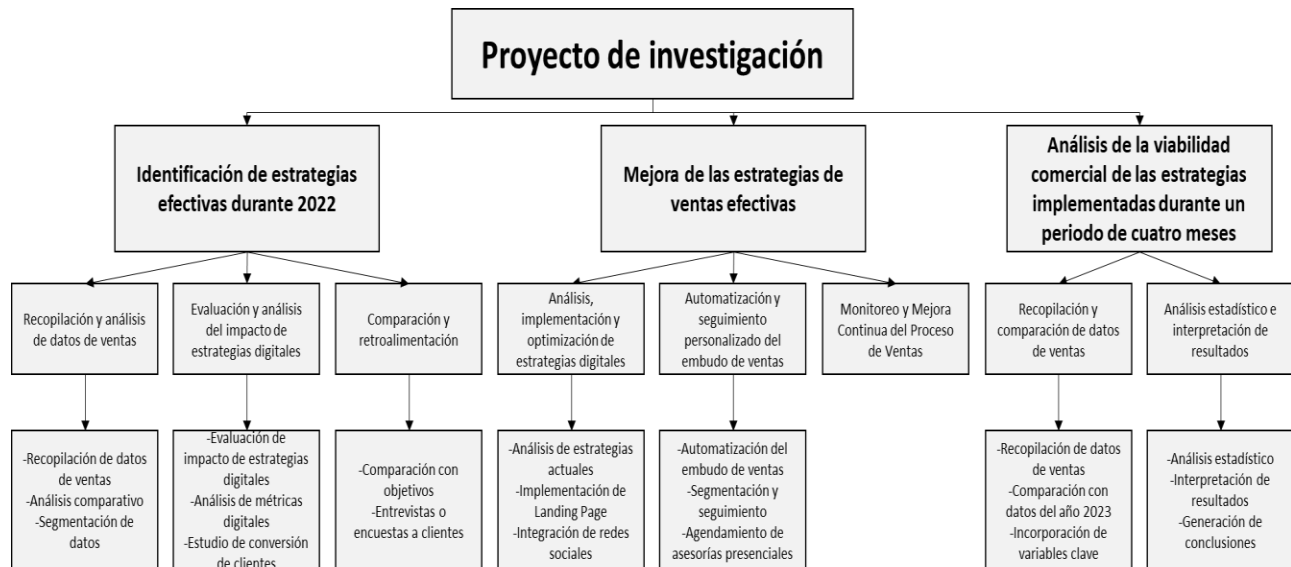


Figura 9. Diagrama metodológico.

2.1 Identificación de estrategias efectivas durante 2022

Para determinar el impacto positivo de la implementación de las estrategias durante el año 2022

en el aumento de las ventas efectivas del servicio acabados arquitectónicos de la empresa HE Molina Construcciones civiles para apartamentos en obra gris No VIS del Valle del Aburrá y el Valle de San Nicolás, se recopilaban los datos detallados de las ventas, clasificando por origen (voz a voz, Instagram). Realizando un análisis financiero con respecto a los años anteriores, se estudió el efecto de las estrategias implementadas de marketing digital en el alcance e impacto del servicio a los clientes.

2.2 Mejora de las estrategias de ventas efectivas

Teniendo como objetivo principal optimizar las estrategias en ventas efectivas para los acabados arquitectónicos en apartamentos No VIS en obra gris en el Valle de Aburrá y el Valle de San Nicolás, se implementaron mejoras en el proceso de marketing digital. Esta etapa se enfocó en mejorar las estrategias actuales centradas en Instagram y Facebook, mediante la implementación de pautar por Instagram y así aumentar el flujo de clientes potenciales. Además, se integraron las estrategias de marketing digital entre ambas redes sociales para ampliar el alcance y lograr realizar una venta efectiva con este proceso. Posteriormente, por medio de la inteligencia artificial (IA) se automatizó por medio de un Bot para dar respuestas concretas a las solicitudes de los clientes que llegaban por este medio de la pauta, lo cual permitía un seguimiento y clasificación de los clientes agrupándolos en fríos, tibios o calientes, que serían los más interesados. Finalmente, el contacto final lo tenía la parte comercial, para así concretar las asesorías presenciales y finalizar el cierre del negocio. De esta manera se optimizaba el tiempo de la parte comercial dando respuestas consolidadas a las necesidades de los clientes.

2.3 Análisis de la viabilidad comercial de las estrategias implementadas

Se evaluó la viabilidad comercial y financiera de las estrategias efectivas implementadas durante un periodo de cuatro meses, dando inicio el mes de mayo hasta agosto del año 2024 y realizando un cuadro comparativo con las ventas del año 2023 por la prestación del servicio de ventas de acabados arquitectónicos para apartamentos No VIS en obra gris. Se recopilaban los datos de las ventas por las estrategias implementadas del año 2023 y las estrategias implementadas mejoradas del año 2024. La metodología incluyó el uso de herramientas estadísticas para análisis y generación de gráficos comparativos, considerando puntos claves que pudieron influir en las ventas. Se relacionaron los resultados para la identificación de los patrones significativos y se elaboraron conclusiones sobre el impacto de las estrategias implementadas en 2024 en comparación con el año 2022, ofreciendo una evaluación detallada de la efectividad de las estrategias digitales aplicadas.

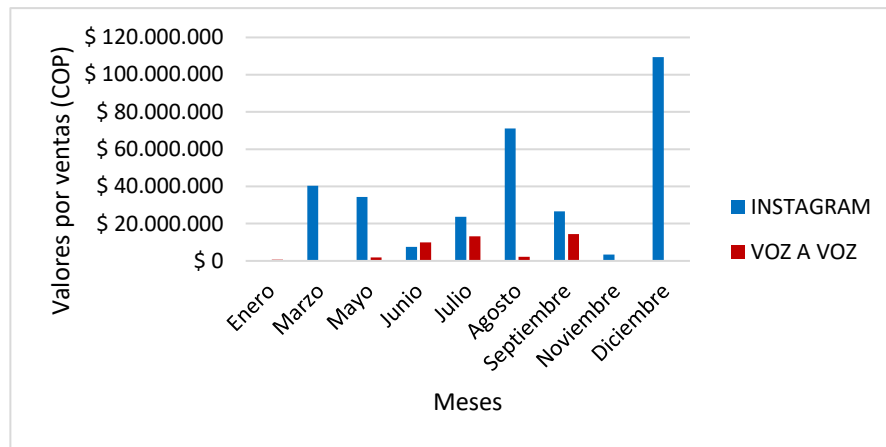
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Identificación de estrategias efectivas durante 2022

La empresa HE Molina Construcciones Civiles SAS, especialista en acabados arquitectónicos, implementaba estrategias de ventas poco efectivas en función de la proyección que se esperaba para el crecimiento comercial, dado que la forma en que llegaban los clientes a solicitar el servicio y se lograba dar cierres a las negociaciones entre las partes era por medio del voz a voz. Ya que este era el único canal de venta que se utilizaba, se limitaba el alcance y el crecimiento de la empresa. Al realizar una evaluación para incrementar los ingresos a la empresa se da inicio con la implementación de estrategias en ventas relacionada con las redes sociales. Sin embargo, la llegada de la pandemia de COVID-19 y los cambios que trajeron consigo en el ámbito empresarial obligaron a la compañía a replantearse en su metodología comercial, así se fue incorporando este nuevo canal de ventas en la estructura empresarial. Esta metodología generó como

resultado positivo un aumento de prospectos de clientes potenciales interesados en el servicio, lo que los hacía más visibles en el mercado de los acabados arquitectónicos y dieron inicio a una investigación un poco más a fondo sobre el manejo del marketing digital reconociendo su importancia como herramienta clave para la expansión y sostenibilidad del negocio. Según el análisis en esta metodología de marketing digital se evidencia que los resultados esperados se pueden concretar siempre y cuando se realice una adecuada inversión en marketing digital, siendo constantes para obtener ventas más efectivas y posicionando de manera solida a la empresa en el mercado del servicio en acabados arquitectónicos. El total de las ventas por medio de Instagram es de \$ 316.270.187 pesos y por medio de la voz a voz es de \$ 42.426.660 con un porcentaje de incremento con respecto del voz a voz de 645,45% (ver Figura 2).

a)



b)

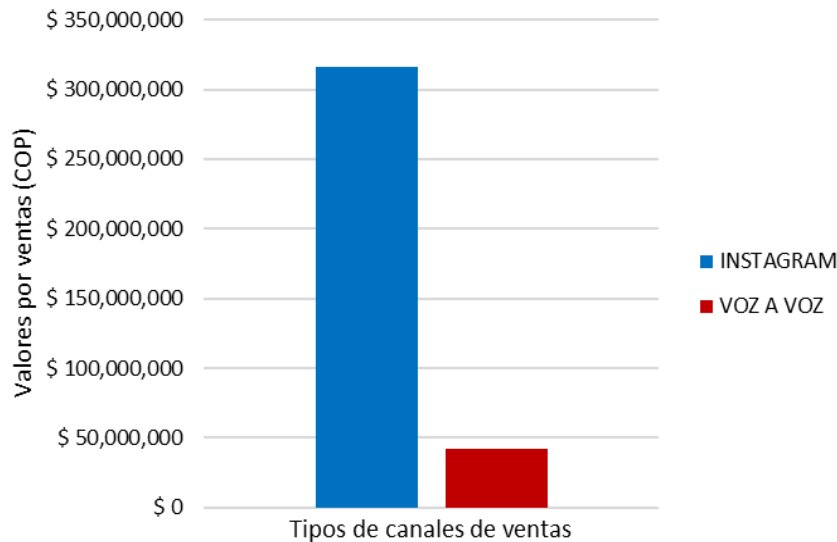


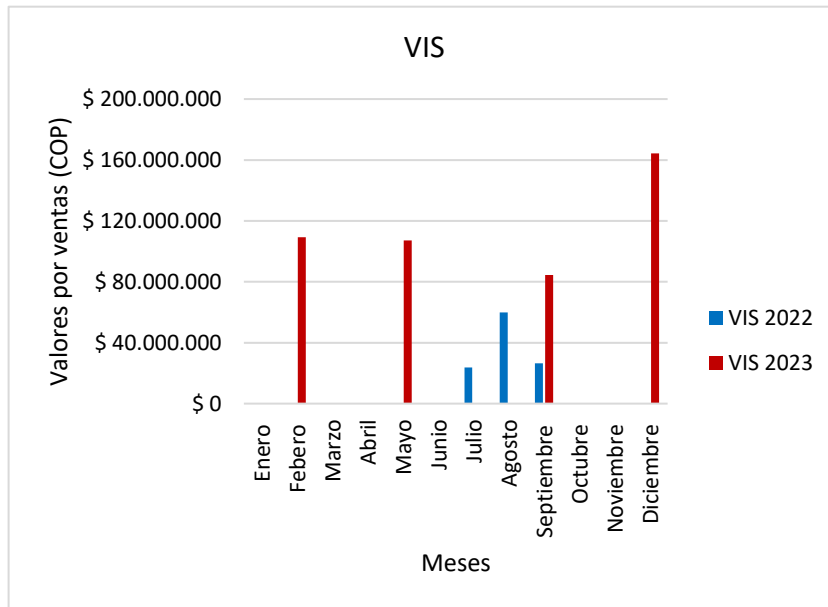
Figura 2. Ventas realizadas por tipo de canal durante 2022 para viviendas VIS. a) Meses con ventas concretadas y b) Ventas acumuladas.

3.2 Mejora de las estrategias de ventas efectivas

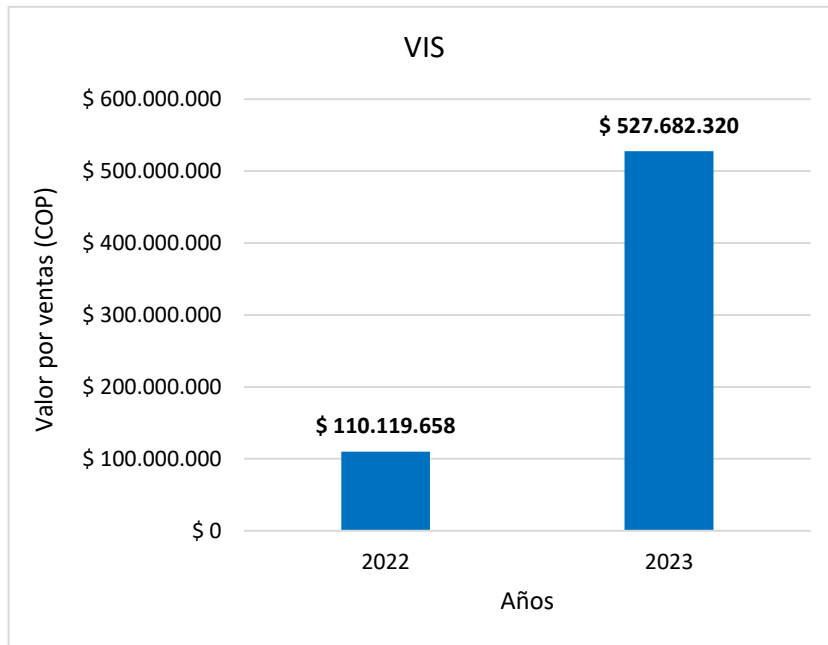
Con la reestructuración comercial de la empresa HE Molina Construcciones Civiles SAS se logró obtener una visión más clara en su alcance y maximizar su potencial para las estrategias en

ventas efectivas a través de las redes sociales, generando contenido de valor y mostrando su experiencia, orden en los proyectos y dando a conocer su capacidad técnica y administrativa que respaldan la alta calidad que se requiere para la ejecución de los proyectos de cada uno de sus procesos en el servicio de los acabados arquitectónicos y fidelizando a los clientes. La empresa da inicio con la pauta de carruseles y reels en Instagram, generando crecimiento en ventas y seguidores interesados en el servicio. Este enfoque dinámico, visual y emocional resulta ser exitoso y esto conlleva a dar una mejora en la estrategia de venta implementada. Al notar el incremento de clientes se genera un valor agregado de las asesorías presenciales, buscando un acompañamiento integral personalizado donde se orienta desde el diseño hasta la ejecución de los acabados arquitectónicos en apartamentos VIS y No VIS. Este valor agregado de la asesoría presencial a la estrategia implementada de las pautas en Instagram no solo permitió el aumento de la captación de clientes potenciales si no que dio inicio a la construcción de una imagen sólida de HE Molina como una empresa que realmente se interesa en la necesidad individual de sus clientes. Este fue un aspecto clave para resaltar y diferenciarse en el mercado demostrando que su metodología de trabajo brindaba más confianza y tranquilidad a los interesados lo que facilitó la decisión de cierre de negocio y ejecución del proyecto. El total de las ventas por medio de Instagram es de \$ 692.630.141 pesos en el año 2023 con un porcentaje de incremento del 119,00% con respecto al año 2022 y por medio del voz a voz es de \$ 35.111.566 pesos en el año 2023 con un porcentaje de disminución de 17,24% con respecto al año 2022 (ver Figura 3).

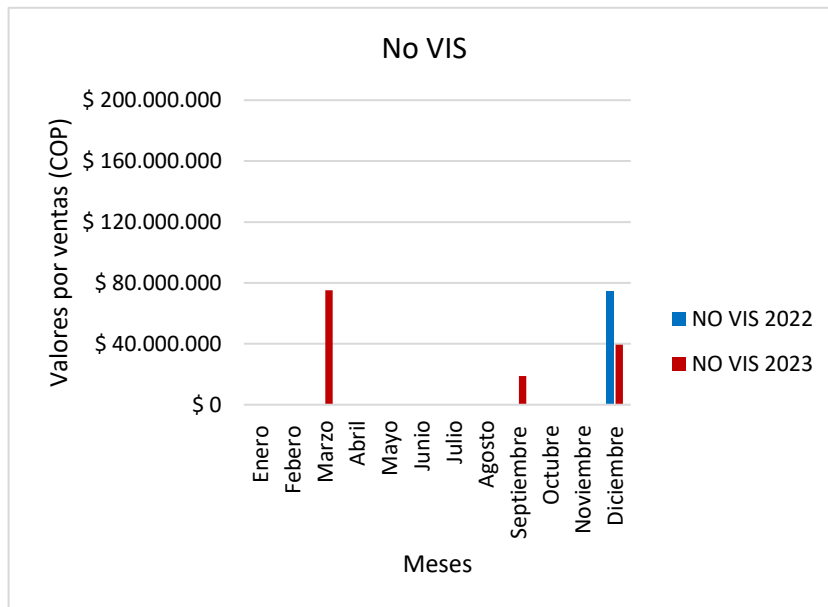
a)



b)



c)



d)

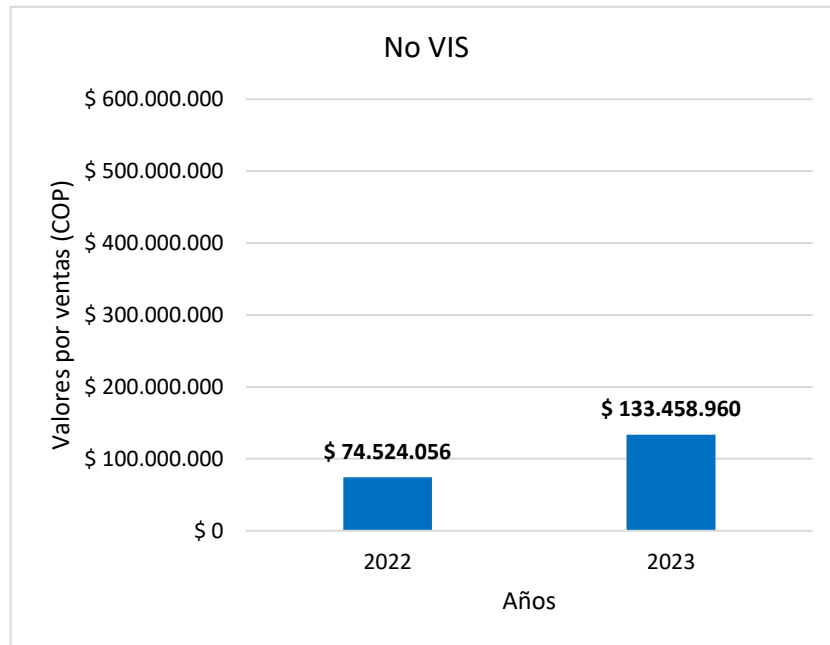


Figura 3. Comparación entre ventas realizadas por tipo de canal durante 2022 y 2023. a) Meses con ventas concretadas para VIS, b) Ventas acumuladas para VIS, c) Meses con ventas concretadas para No VIS y d) Ventas acumuladas para No VIS.

3.3 Análisis de la viabilidad comercial de las estrategias implementadas

La Figura 4 muestra el potencial que trae consigo el marketing digital y las pautas directamente desde Meta dan como resultado un incremento de flujo de clientes y el incremento en ventas entre los años 2022 a 2024. Esto crea la necesidad de pensar en una metodología para dar respuestas a las solicitudes utilizando la Inteligencia Artificial (IA), se genera un bot como ayuda a dar respuestas a los interesados, este no solo se encarga de proporcionar respuestas rápidas y precisas a las consultas, sino que también filtra a los interesados, optimizando el tiempo en la parte comercial. Lo anterior consiste en direccionar al cliente a una asesoría presencial en Milla de oro o en el apartamento en obra gris, esto incrementa de una manera considerable la probabilidad de que los cierres de negocios se realicen de forma concreta. En esta reunión se implementa una estrategia cuidadosamente diseñada que da inicio con la presentación de la estructura empresarial y dando como paso a seguir la realización de un diseño arquitectónico renderizado, esto es fundamental para que los clientes potenciales visualicen como quedará su proyecto. Este diseño no solo permite al cliente visualizar de manera óptima, detallada, estética y funcional el espacio que se intervendrá, sino que también genera un alto grado de seguridad y confianza en el proceso de tomar la decisión. Gracias a esto los clientes conocerán e interactuarán con su proyecto antes de dar inicio con la obra, revisando cada detalle y especificaciones acorde a sus necesidades. Lo principal es cumplir sus expectativas y en el momento de la entrega del proyecto en físico superarlas. Este enfoque personalizado da exclusividad a la compañía fortaleciendo la parte comercial y operativa ya que al tener estos diseños ayudará a la planeación, programación y presupuesto del proyecto, esta estrategia contribuye al proceso de las ventas exitosas de los servicios de acabados arquitectónicos de la compañía HE Molina Construcciones Civiles SAS.

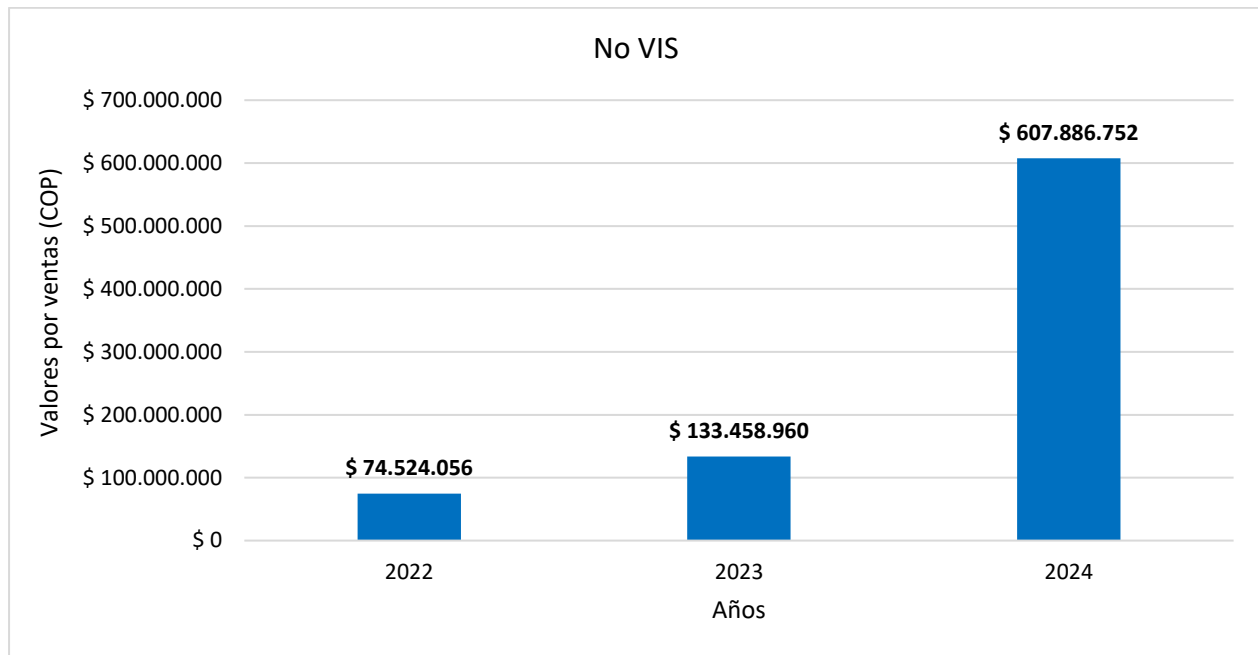


Figura 4. Comparación entre ventas realizadas por Instagram durante 2022, 2023 y 2024.

4. CONCLUSIONES

Desde la implementación de las estrategias encontradas desde el año 2022 y tras un proceso continuo de mejora hasta el presente año 2024, se ha podido constatar que dichas estrategias son altamente efectivas demostrando un alto crecimiento en ventas. En el periodo comprendido desde el año 2022 hasta el año 2023 se logró un aumento del 379.2 % en ventas VIS y en No VIS del 79.1 %. Esto ha demostrado la efectividad de las estrategias implementadas para la expansión de mercado de HE Molina Construcciones Civiles SAS.

Realizando el análisis del aumento de ventas para los apartamentos No VIS en obra gris del Valle del Aburrá y Valle de San Nicolás del año 2023 vs 2024 (hasta solo el mes de octubre del año 2024) se evidencia un aumento del 355.5 % lo que significa que se ha logrado después de un arduo trabajo impactar el sector de la construcción y así realizar el enfoque sobre un nicho de clientes potenciales interesados en el servicio personalizado de acabados arquitectónicos teniendo la ventaja competitiva, siendo específicos, brindando soluciones personalizadas a cada proyecto, y dando tranquilidad a los clientes del proceso que se realiza. Complementando el proceso con las asesorías presenciales se logra ese primer acercamiento con el cliente potencial generando un primer impacto donde se da a conocer una estructura de empresa con procesos estandarizados que dan pie a generar confianza y lograr así un cierre de negocio.

Aunque el enfoque inicial está direccionado para las viviendas No Vis, se ha detectado que estas mismas estrategias se convierten también en estrategias efectivas para los apartamentos VIS, y de esta manera el crecimiento en ventas ha sido un total éxito para la compañía HE Molina Construcciones Civiles SAS demostrando un aumento de 57% en ventas totales medidas del año 2023 a 2024 solo hasta el mes de octubre.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Edison Molina director financiero y administrativo de HE Molina Construcciones Civiles SAS, por su colaboración durante la consecución y procesamiento de la información. A nuestro Director Sergio Andrés Arboleda López quien realizó un acompañamiento continuo en este proyecto y Codirector Nicolas Steven Pardo Álvarez por su gran colaboración en nuestro proceso y así poder finalizar con éxito este valioso aprendizaje en la especialización de Gerencia de la construcción.

6. REFERENCIAS

- Anenberg, E., & Ringo, D. (2024). Volatility in Home Sales and Prices: Supply or Demand? *Journal of Urban Economics*, 139. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2023.103610>
- AD. (2021, December 12). ¿Qué es obra negra, obra gris, y obra blanca? <https://www.admagazine.com/arquitectura/diferencia-entre-obra-negra-obra-gris-y-obra-blanca-en-construccion-20191028-6082-articulos>
- Asamoah, R. O., Baiden, B. K., Nani, G., & Kissi, E. (2022). Identifying intangible resources to enhance profitability strategies of Small-Medium Scale Construction Firms (SMSCFs) in developing countries. *International Journal of Construction Management*, 22(11), 2207–2214. <https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1774835>
- Dohnal, R., Linkeschová, D., & Tichá, A. (2023). Goodwill as a Part of Marketing Strategy in Construction Companies in the Czech Republic. *Procedia Computer Science*, 219, 1893–1900. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.488>
- Drew. (2022, April 12). ¿Cuál es el rol del marketing en la construcción? <https://blog.wearedrew.co/industria-de-la-construccion/cual-es-el-rol-del-marketing-en-la-construccion>
- Garza Contreras, A. (2019). Los acabados en la edificación básica. Universidad Autónoma de nuevo León Facultad de arquitectura.
- Hsiao, S. H., Wang, Y. Y., & Lin, T. L. J. (2024). The impact of low-immersion virtual reality on product sales: Insights from the real estate industry. *Decision Support Systems*, 178. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2023.114131>
- Smyth, H., Fellows, R., Liu, A., & Tijhuis, W. (2016). Editorial for the Special Issue on Business Development and Marketing in Construction. In *Construction Management and Economics* (Vol. 34, Issues 4–5, pp. 205–217). Routledge. <https://doi.org/10.1080/01446193.2016.1199370>

ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS DE LA GESTIÓN LOGÍSTICA EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO BLOQUE 2 UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, TULENAPA SEDE CAREPA.

Anlly Gómez¹, Lisbeth Perea¹, Mariana Zapata¹, Edison Aldemar Hincapié¹

¹ Grupo de Investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, atgomez@est.colmayor.edu.co, lperea@est.colmayor.edu.co, marianazm@est.colmayor.edu.co, edison.hincapie@colmayor.edu.co

Palabras clave: Gestión logística, construcción, suministro, costo.

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo se enfoca en la efectividad que tiene la gestión logística y la manera cómo puede influir en la operación, costos y calidad del proyecto de construcción del Bloque 2, Sede Tulenapa de la Universidad de Antioquia. Según Browne et al. (2015), la gestión logística es un enfoque integrado que considera las interrelaciones entre actividades clave como: compra y uso de materiales de materiales, transporte y almacenamiento en la cadena de suministro. Llevar a cabo un adecuado control de la gestión logística es indispensable para sostener la competitividad. Esta disciplina se extiende a distintas áreas en una organización, como compras, producción, inventarios, finanzas y marketing, y es primordial para coordinar los movimientos entre empresas. La gestión de la cadena de suministro se trata de un concepto más amplio que involucra la colaboración entre empresas, donde la logística desempeña una función esencial a la hora de crear valor a través de productos y servicios. Christopher (2016) resalta que la gestión logística incluye actividades como transporte, almacenamiento, manipulación de materiales, inventarios y la coordinación de procesos, aplicables tanto a la industria manufacturera como a la construcción. Su planteamiento muestra la relevancia de la integración de la logística en la planificación estratégica de las organizaciones, destacando su papel crucial en la creación de valor para los clientes y el desarrollo de la competitividad empresarial. Hace hincapié en que la gestión logística idónea puede potenciar los procesos y reducir costos, lo que aporta de forma directa a la eficiencia y al éxito competitivo de las empresas en el mercado.

La gestión de la cadena de suministro en la construcción ha sido ampliamente estudiada, resaltando la integración, colaboración y sostenibilidad como claves para mejorar la eficiencia. Hedborg (2018) identificó tres modelos de logística coordinada en la construcción: el empresarial, que optimiza el transporte y manejo de materiales; el basado en proyectos, enfocado en la organización del transporte, almacenamiento y manejo de residuos, y el sistémico, que involucra a varios actores y se centra en la eficiencia y sostenibilidad. El éxito de estos modelos depende de la colaboración temprana, alineación de contratos y adaptación a las demandas de cada proyecto. Brusselaers et al. (2024) investigaron el impacto del tráfico de construcción en redes urbanas mediante simulaciones en seis proyectos en Suecia, concluyendo que la programación de ventanas horarias para la llegada de vehículos grandes es más efectiva para reducir la congestión que las soluciones tradicionales. Este estudio mejora la planificación y el control del tráfico en obras. Thunberg y Persson (2014) utilizaron el modelo SCOR para evaluar la logística de la construcción, midiendo métricas como el cumplimiento perfecto de pedidos y el costo de origen. Encontraron que solo el 38% de las entregas cumplían con los tiempos acordados, lo que evidenció deficiencias en la gestión de materiales y resaltó la necesidad de mejorar la evaluación

de proveedores, la comunicación y la gestión logística para optimizar el rendimiento en proyectos de construcción.

Con base en lo anterior, la propuesta de investigación es de gran relevancia debido a la creciente necesidad de mejorar la eficiencia en la gestión logística de los proyectos de construcción, un área en la que la industria ha mostrado un retraso significativo en comparación con otros sectores. El gremio de la construcción al rehusarse o ralentizarse a migrar a sistemas más industrializados ha tenido un déficit en sus procesos manuales/artesanales y/o empíricos, los cuales generan más desperdicios, tiempos muertos y reprocesos en la ejecución de los proyectos. El caso del Bloque 2 de la Universidad de Antioquia en Tulenapa, Carepa, es un caso que da cuenta de este desafío, ya que es un proyecto en el que la gestión logística ineficiente puede generar sobrecostos, retrasos y problemas de calidad. Esta investigación no solo ayudará al desarrollo de proyectos con problemáticas similares, sino también a la practicidad de la gestión logística en construcción, a la optimización de recursos, aportando una dirección práctica. Los resultados podrán ser serán útiles para otros proyectos de infraestructura académica desarrollados en zonas rurales donde se presentan mayores dificultades logísticas.

2. METODOLOGÍA

En la Figura 1 se presenta el diagrama metodológico el cual se basa en: Categorizar los principales factores positivos y negativos asociados a la gestión logística, establecer una matriz de causa//solución para los factores de mayor repercusión y generar un planteamiento estratégico de mejora de rango logístico para la construcción del proyecto.

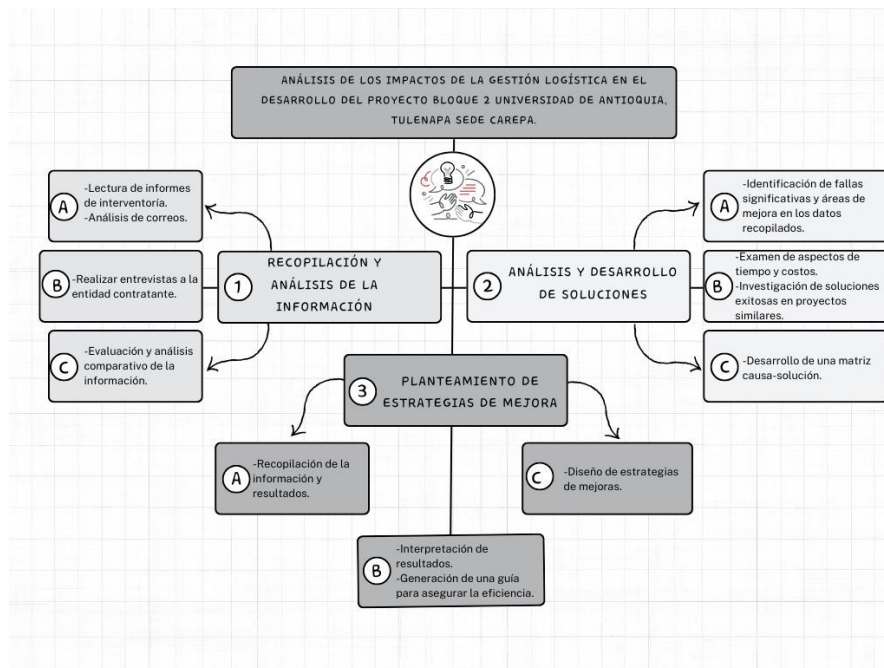


Figura 1. Diagrama metodológico.

2.1 Clasificación de la información

En la primera etapa del proyecto, se identificaron los principales factores positivos y negativos asociados a la gestión logística del bloque 2 UdeA, Tulenapa sede Carepa, por parte de la entidad

contratante hicieron entrega de información importante del proyecto como: actas, informes y correos donde se realizó una revisión y categorización de los aspectos más relevantes. Para la clasificación y tabulación, se recopiló toda la información suministrada relacionados con el proyecto, además se realizaron entrevistas a la parte contratante, las cuales complementaron información más detallada. La información se ordenó según categorías relevantes como: planificación, ejecución y monitoreo. El equipo de investigación estableció una escala de clasificación de 1 a 5 para cada aspecto relevante del proyecto, para la tabulación de esta información se utilizaron hojas de cálculo. En el análisis cualitativo, se revisaron los documentos para identificar temas recurrentes y patrones del proyecto, enfatizando en los problemas más frecuentes y las decisiones más importantes.

2.2 Análisis y desarrollo de soluciones

En la segunda etapa se encontraron y analizaron las fallas más relevantes con relación a tiempo y costos, se identificaron puntos críticos y áreas de mejora del proyecto. En la primera etapa se filtró la información según el rango de importancia, enfocado en la planificación, ejecución y monitoreo del proyecto, recalando los problemas relacionados con la gestión de recurso humano, entrega de materiales y coordinación de obra, teniendo presente que estos aspectos afectan negativamente en el tiempo de ejecución y el valor presupuestado. Se realizó un comparativo con respecto a los tiempos y costos reales del proyecto, esto con la intención de evaluar desvíos importantes y detectar puntos críticos. Con el análisis planteado anteriormente y teniendo temas claros de presupuesto se desarrolló una matriz causa-solución que relaciona cada problema identificado con soluciones prácticas aplicables en proyectos futuros.

2.3 Planteamiento de estrategias de mejora

En esta tercera etapa, se crearon estrategias de resolución e implementación de mejoras para estudiar los aspectos logísticos en la construcción del Bloque 2, el objetivo es optimizar la eficiencia y minimizar costos desde los aspectos de coordinación de transporte, gestión de materiales y mano de obra, conservando los aspectos de calidad y presupuesto. Se desarrolló este objetivo implementando estrategias en logística y abastecimiento en construcción. Se llevaron a cabo las soluciones planteadas por medio de una matriz causa-solución de la segunda etapa para mejorar la operatividad y la rentabilidad. También se anticipan problemas y se prepara para respuestas efectivas, proyectando el progreso del proyecto dentro de los plazos. Esta etapa suministra estrategias detalladas para una operación logística eficiente, garantizando el cumplimiento dentro de los tiempos establecidos en el proyecto y respetando el presupuesto estimado.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este proyecto se enfocan en investigar y analizar los problemas logísticos presentados en el proyecto Tulenapa del bloque 2 de la UdeA, sede Carepa, donde se proponen posibles soluciones prácticas.

3.1 Clasificación de la información

En la realización de esta investigación se registraron diferentes elementos claves como: La ubicación del proyecto ubicado en la zona del Urabá Antioqueño, precisamente en el municipio de Carepa, este sitio es caracterizado por la insuficiencia de personal calificado en el campo de la construcción y escasa disponibilidad de materiales. En diciembre de 2020 se dio inicio a la ejecución del proyecto, en un entorno posterior a la pandemia de COVID-19. Después de un análisis íntegro de la información facilitada por la universidad de Antioquia quien es la entidad

contratante, la cual incluyó informes, correos electrónicos, actas y entrevistas con la supervisión técnica e interventoría del proyecto, se categorizaron los aspectos negativos y positivos que alteraron la ejecución del proyecto, principalmente problemas logísticos y financieros. El suministro de materiales para la construcción de la cubierta fue uno de los elementos más relevantes ya que debía ser transportada desde el departamento del valle del Cauca, provocando una dilatación significativa por los disturbios existentes en las vías del país. Así mismo, las importaciones de equipos como el aire acondicionado y sistemas de seguridad electrónica que también se vieron afectadas por las demoras en la crisis de los contenedores, lo que impactó el cronograma general del proyecto. La universidad, en los procesos de licitación constituye condiciones claras con plazos de pago de 60 y hasta 90 días, el contratista estuvo afectado financieramente por motivos externos, no obstante, esas condiciones de pago anticipadamente conocidas, desfavorecen el avance del proyecto retrasando aún más el desarrollo eficiente de las actividades. Desde el punto de vista de la parte contratante, se identificaron fallas en las especificaciones técnicas de los diseños las cuales, no eran claras, generando duda y demoras en la ejecución. La ubicación de dicho proyecto presentó un desafío logístico, ya que el transporte de materiales era un poco más difícil de lo previsto. La Tabla 1 muestra los aspectos negativos de la información analizada y recopilada.

Tabla 1. Tabulación de información.

Categoría	Aspecto a evaluar	Aspecto negativo	
		Resultado	Importancia
Monitoreo	Déficit financiero Arcelec.	5	SEVERO
	Tiempos de pago.	2	IMPORTANTE
Planificación	Manejo de proveedores fuera de la zona.	5	SEVERO
	Pandemia.	2	IMPORTANTE
	Personal calificado.	4	SEVERO
Ejecución	Claridad en especificaciones técnicas de materiales por parte de diseño.	3	IMPORTANTE
	Ubicación del proyecto.	2	IMPORTANTE
	Crisis de los contenedores.	5	SEVERO
	Desórdenes públicos.	3	IMPORTANTE

3.2 Análisis y desarrollo de soluciones

La segunda fase de la investigación identifica los errores más significativos que afectaron el desarrollo del proyecto, centrándose en los aspectos de tiempo y costos. Los datos recopilados durante la primera fase mostraron que los retrasos en el suministro de materiales, como la cubierta transportada desde el Valle del Cauca, fueron ocasionados por interrupciones en el transporte nacional, impactaron considerablemente el desarrollo del cronograma de ejecución provocando efectos desfavorables en otras actividades dependientes. La crisis mundial de contenedores también provocó retrasos en las importaciones de equipos y retrasos en las instalaciones eléctricas dificultando el debido cumplimiento del cronograma. Desde la perspectiva de la gestión de proyectos, la escasez de personal calificado en el municipio resultó en la disminución significativa en la productividad y un aumento de los costos operativos, al mismo tiempo la falta de coordinación del contratista generó conflictos en el plan de actividades propuestas. Para valorar la eficiencia de la obra, se compararon el tiempo de inicio y los costos presupuestados con lo ejecutado, mostrando las desviaciones representativas que requieren adecuarse en la planificación. Estas no sólo están relacionadas con el transporte de materiales,

sino con la necesidad de verificar que las especificaciones técnicas de los diseños estén correctas y completas. Para afrontar estos retos se ha desarrollado una matriz causa – solución (Tabla 2) para vincular cada problema identificado con soluciones prácticas, resaltando la importancia de optimizar la gestión de proveedores, renegociar las condiciones de pago para aliviar los obstáculos financieros y mejorar la comunicación entre ambas partes involucradas.

Tabla 2. Matriz causa – solución.

Item	Caso de Problema	Causa		Efecto	Estrategias Contratista	Estrategia Contratante
		Internas	Externas			
1	Déficit financiero Arcelec.		Situación de embargo a las cuentas Pandemia.	Retrasos en ejecución.		Estudio financiero detallado por la entidad contratante.
2	Tiempos de pago.	Procesos administrativos largos.		Retraso en compra de insumos y pago de personal.		Reducción de tiempos de pago a 30 días.
3	Manejo de Proveedores fuera de la zona.	Falta de conocimiento en la zona a trabajar.		Incremento en tiempos de entrega, aumento en costos y retrasos.	Investigación de proveedores del sector.	
4	Pandemia.		Situación de orden mundial.	Alza de precios.	Planificación y estudio de mercado.	
5	Personal calificado.	No se investigó personal idóneo en la zona.		Baja calidad en la ejecución y retrasos en la ejecución.	Estudio sociodemográfico. Personal calificado.	
6	Claridad en especificaciones técnicas de materiales por parte de diseño.	Falta de planificación en diseño y ejecución.		Retrasos en ejecución.		Planificación desde la mesa técnica (interventoría, contratante y contratista).
7	Crisis de los contenedores.		Situación de orden mundial.	Retrasos en la entrega de insumos importados.	Cronograma de suministros.	
8	Situación de orden público		Crisis políticas del país.	Retrasos en la entrega de insumos nacionales.		Apoyo de la entidad contratante ante la situación
9	Ubicación del	No se planificó		Retrasos en	Planificación de	

Item	Caso de Problema	Causa		Efecto	Estrategias Contratista	Estrategia Contratante
		Internas	Externas			
	proyecto	la entrega de materiales de otras ciudades		la entrega de insumos nacionales.	proveedores y rutas de acceso	

3.3 Planteamiento de estrategias de mejora

Para abordar los desafíos logísticos en proyectos de construcción, se recomienda implementar estrategias preventivas que optimicen los recursos y aseguren la continuidad exitosa del proyecto:

- Déficit financiero Arcelec

Como estrategia para evitar un déficit financiero de la empresa contratista durante la ejecución del proyecto, se sugiere realizar un estudio financiero detallado por la entidad contratante que abarque, además de los ítems de índice de endeudamiento y capital de trabajo, otros como índice de liquidez, razón de cobertura de intereses, razón de efectivo, prueba ácida y concentración de endeudamiento a largo plazo, asimismo tener presente estos indicadores solo para el año inmediatamente anterior al año de licitación del proyecto y evitar retrasos por embargos en las cuentas del contratista, todo esto como medida preventiva. Dado el caso de que aún con la medida preventiva se presente la situación en la ejecución del proyecto se recomienda parar la ejecución y la aplicación de las pólizas al contratista.

- Tiempos de pago

PAGOS 30 DÍAS Solicitar a la entidad contratante un acuerdo de compromiso de pago a 30 días, explicando la necesidad de flujo de caja constante. Además de preparar reportes periódicos de avance y entregables parciales que faciliten el cumplimiento de este plazo, implementando un sistema de control de facturación que garantice el seguimiento puntual de pagos.

- Manejo de proveedores fuera de la zona

Para los proyectos de construcción es importante el manejo de proveedores ya que este nos ayuda a optimizar la logística del mismo, por lo tanto, es fundamental crear un mapa de proveedores cerca de la zona del proyecto, clasificados según las necesidades, conociendo precios e insumos y teniendo la información de los servicios críticos que puede tener el proyecto, asegurando que los materiales necesarios estén a tiempo, lo cual minimiza riesgos en el proyecto. Además, se implementa un diseño de una ruta logística externa, donde se planifica tiempos de entrega, rutas de insumo, costos de transporte y almacenamiento. Por último, un cronograma de suministros asegura la sincronización entre el avance del proyecto y la llegada de materiales, evitando retrasos por falta de insumos y optimizando el inventario, esta información debe estar digitalizada para que todo el equipo del proyecto tenga el conocimiento del estado de cada insumo.

- Pandemia

Para problemáticas mundiales se ha evidenciado que el sector de la construcción es uno de los más afectados, por eso la necesidad de tener una planificación sólida y adaptable a los proyectos. Para eso se debe hacer un estudio de mercado que permita identificar los proveedores confiables y resilientes, esto contribuirá con la minimización de riesgos y conocer la oferta y la demanda del mercado para tener una continuidad en el abastecimiento de insumos. A su vez, el cronograma de suministros es adaptado a las condiciones de pandemia, teniendo esta planificación con

antelación se pueden atender posibles demoras o carencia de los insumos, asegurando que los materiales de exportación estén disponibles cuando se necesiten y fortaleciendo la logística en tiempos de incertidumbre.

- Personal calificado

Para mejorar la eficiencia se plantea un estudio sociodemográfico de la zona de intervención, esta información debe ser de conocimiento de todas las partes interesadas del proyecto, como el interventor, el contratante y contratista, esta investigación nos ayuda a conocer los perfiles de los profesionales que se puede encontrar en la región de desarrollo del proyecto y las falencias de la misma, permitiendo así un análisis de planificación acorde a las necesidades del proyecto, optimizando la asignación de roles y mejorando la productividad. Además, se realiza un filtro de contratistas de la zona, asegurándonos que tendremos personal local con experiencia en proyectos similares. Por último, se establece un contrato de obras especiales para los insumos de equipamiento, donde se contratan empresas con alta especialización técnica para determinadas áreas.

- Claridad en especificaciones técnicas de materiales por parte de diseño

Para que no se presenten inconvenientes con la claridad en especificaciones técnicas de materiales por parte de diseño se plantea una buena planificación desde la mesa técnica que involucra a todos los actores (interventoría, contratista, contratante y diseñadores) donde se dé a conocer el proyecto previo al comienzo de la construcción y se planteen dudas y aclaraciones. Para la parte diseñadora se recomienda el relacionamiento con proveedores que puedan aclarar y ayudar a especificar los ítems de los que no tengan mayor conocimiento.

- Crisis de los contenedores.

Identificar materiales críticos con alta dependencia de importación y sus tiempos de entrega estimados. Además de planificar pedidos anticipados con doble de tiempo habitual para materiales críticos estableciendo relaciones con proveedores locales para suplir temporalmente los productos importados.

- Situación de orden público

Se propone mapear rutas alternativas de transporte menos propensas a afectaciones de orden público, coordinando dichas rutas de abastecimiento nocturno o fuera de horarios críticos para evitar bloqueos en las vías de transporte.

Definir protocolos de acopio de material en caso de contingencias en las vías.

- Ubicación del proyecto

Cuando se tiene un proyecto en una zona alejada de una ciudad principal y se requiera llevar a cabo un proyecto con altas especificaciones se debe realizar una planificación y estudio de proveedores para que los insumos lleguen desde el lugar más cercano, hacer un estudio de las costumbres de la zona para evitar retrasos por fines de semana o fiestas del lugar, verificar cuales son las diferentes vías de acceso que tiene la zona para tomar decisiones de acuerdo a todos estos criterios.

4. CONCLUSIONES

La investigación en el proyecto Bloque 2 de la Universidad de Antioquia en Tulenapa, Carepa, muestra que es importante la gestión logística en los proyectos de construcción ya que esto afecta

directamente la operación, los costos y la calidad de un proyecto. Los resultados obtenidos en este trabajo mostraron que uno de los elementos claves en los aspectos negativos es la poca planificación de proveedores y control inadecuado en la entrega de insumos. Se evidenciaron retrasos en suministros y deficiencia en las especificaciones técnicas, afectando así el tiempo y costo del proyecto dados por la falta de coordinación logística, lo cual confirma la influencia directa de una gestión logística eficaz en la mejora de estos aspectos.

Por medio de los resultados se evidencia la necesidad de crear estrategias logísticas desarrollables en la construcción, la matriz causa-solución ayudará a identificar problemas recurrentes y la creación de estrategias enfocadas a la operatividad y el ahorro de recursos. La investigación aporta un estudio práctico sobre los retos logísticos en torno a la construcción, donde factores externos como la ubicación y la escasez de personal calificado que logran impactar fuertemente el desarrollo del proyecto.

Entre los alcances de la investigación se destacan la relación con los factores externos del proyecto, teniendo en cuenta las limitaciones del proyecto tales como: las condiciones socioeconómicas y de infraestructura local y la dificultad de acceso a personal capacitado para proyectos de gran magnitud. Esta investigación proporciona un marco práctico para proyectos de construcción en zonas similares, contribuyendo a la eficiencia en la gestión logística y optimizando recursos para minimizar costos y mejorar la calidad en proyectos de infraestructura.

5. AGRADECIMIENTOS

Damos nuestros sinceros agradecimientos a nuestros asesores y a la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia por el apoyo académico y su guía constante en este proceso. Extendemos nuestra gratitud a la Universidad de Antioquia y a su equipo de interventoría y supervisión por el apoyo técnico y logístico que facilitó el acceso a información esencial para la realización de esta investigación. Finalmente agradecemos también a nuestras familias, cuyo apoyo incondicional y paciencia fueron fundamentales para completar este trabajo.

6. REFERENCIAS

- Browne, M, et al. (2015). Supply Chain Management and Logistics in Construction Delivering tomorrow's built environment. Greger Lundesjö.
- Brusselaers, N., Fredriksson, A., Gundlegård, D., y Zernis, R. (2024). Decision support for improved construction traffic management and planning. Sustainable Cities and Society, 104, 105305.
- Christopher, M. (2016). Logistics and Supply Chain Management: Logistics & Supply Chain Management. Pearson UK.
- Hedborg-Bengtsson, S. (2019). Coordinated construction logistics: An innovation perspective. Construction Management and Economics, 37(5), 294-307.
- Thunberg, M. & Persson, F. (2014). Using the SCOR model's performance measurements to improve construction logistics. Production Planning and Control, 1065-1078, 25.

GUÍA DE INVERSIÓN EXTRANJERA COMO ESTRATEGIA INNOVADORA PARA EL SECTOR INMOBILIARIO EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN

Catalina Goez Rua¹, Cristian David Madrigal¹, Luis Fernando Castrillón¹, Pablo Andrés Pérez López¹

¹ Grupo de Investigación Gerencia en Proyectos de Construcción, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, cgoez@est.colmayor.edu.co, cmadrigal@est.colmayor.edu.co, luiscastrillon@est.colmayor.edu.co, pablo.perez@colmayor.edu.co

Palabras clave: Desaceleración económica, Inversión extranjera, Tasa de interés, Compra venta

1. INTRODUCCIÓN

América latina afrontó una desaceleración económica atribuibles a las bajas tasas de inversión, la deuda externa y a la inflación los cuales fueron un común denominador de los países que conforman la región y afectan directamente el desarrollo económico en el continente y, en nuestro caso particular, en Colombia (ANDI, 2023). La construcción ha sido uno de los sectores económicos que más se ha visto afectado debido a la baja construcción de residencias, atribuible a la incertidumbre económica por la que atravesamos que trae consigo la baja inversión, sobre todo en proyectos de vivienda interés social (VIS). (CAMACOL, 2024). Sumando a todo esto el aumento en las tasas de interés le ha dificultado a la población el acceso a créditos hipotecarios, que impactan directamente al sector inmobiliario. Por otro lado, la Inversión Extranjera Directa (IED) cobra gran relevancia en la economía de Colombia enrutándose en sectores distintos como la minería y el petróleo, diversificando la economía en las últimas dos décadas, con énfasis en la industria manufacturera y servicios (Giraldo et al., 2023).

Sumado al anterior panorama, la caída de las ventas de viviendas de interés social (VIS) (La República 2024, 4 de enero), que requiere de estudio e investigación, señalando como los principales factores: las altas tasas de interés para los créditos hipotecarios, la incertidumbre en torno a la entrega de subsidios por parte del Gobierno nacional y la inflación persistente (ANDI, 2023). Otro reflejo de la falta de inversión para el 2023, fue la baja producción en el sector que solo alcanzó al de la necesidad anual de viviendas nuevas. (Prieto-Tibaduiza et al., 2019), limitando el acceso a vivienda para las familias más necesitadas, así como el desistimiento masivo en la compra de vivienda como indicador de desconfianza en el mercado. Por otra parte, la Inversión Extranjera Directa (IED) ha tenido un aumento significativo en el sector inmobiliario en el Distrito de Medellín, lo que ha llevado a un aumento de precios de alquiler por la por la falta de espacio en el sector corporativo y el aumento del turismo (ACI Medellín, 2023); lo que sugiere una oportunidad para investigaciones que ayuden a mejorar los procesos de compra y venta de inmuebles por inversores extranjeros en Medellín. Forbes Colombia también ha reportado que los arriendos en la ciudad están experimentando un aumento por encima de la inflación, fenómeno que se vincula al crecimiento del turismo y a la mayor cantidad de visitantes que optan por alojarse en viviendas o apartamentos a través de plataformas digitales, lo que a su vez impulsa un incremento en los precios de bienes y servicios, incluyendo el alquiler de inmuebles. (Asociación de Ciencias e Investigación de Medellín. (2024))

Esta investigación tiene como propósito brindar herramientas que propendan por cerrar la brecha entre desaceleración económica y el mercado inmobiliario en Colombia, particularmente de la IED, aun en el contexto del crecimiento en las tasas de interés de créditos hipotecarios y la caída

en las ventas del sector en ciudades como Medellín. Este estudio tiene como finalidad contribuir en el avance del conocimiento relacionado con la gestión de los procesos de construcción, proporcionando información relevante que permita mejorar la interacción entre constructores e inversores extranjeros. Además, proporcionaremos un análisis de las políticas económicas en nuestro territorio y sus efectos en el mercado inmobiliario contribuyendo a la estabilidad del sector.

2. METODOLOGÍA

La Figura 1 muestra el diagrama metodológico del presente estudio. Será de tipo descriptivo con enfoque cualitativo en la que se implementará como técnicas e instrumentos de recolección de información entrevistas, análisis documental, checklist y encuestas. Para la estructuración del estudio se tendrán en cuenta (3) etapas a saber:

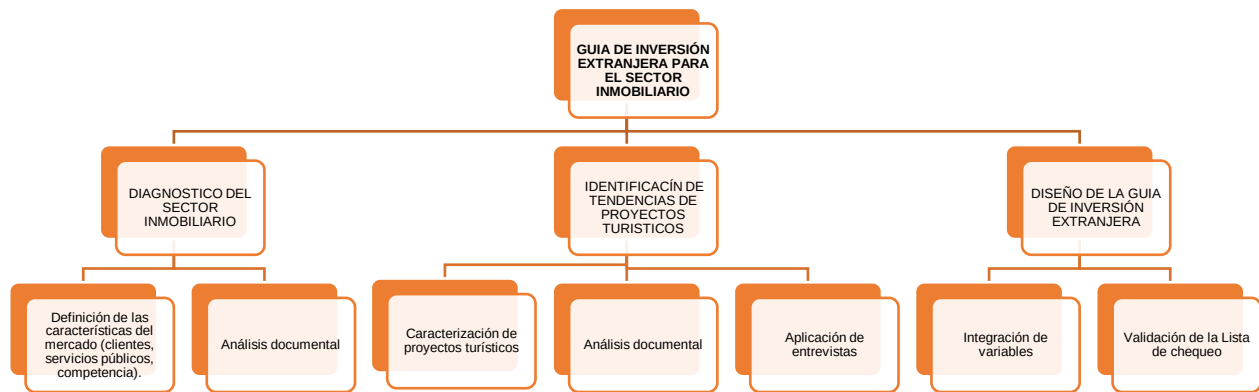


Figura 10. Diagrama metodológico.

2.1 Diagnóstico del sector inmobiliario

En esta etapa se lleva a cabo la búsqueda especializada en bases de datos que den cuenta sobre las condiciones actuales del mercado inmobiliario en la ciudad de Medellín, las cuales reflejen oportunidades para la inversión extranjera.

2.2 Tendencias de proyectos turísticos

Teniendo en cuenta las oportunidades de inversión extranjera en el sector inmobiliario de la ciudad de Medellín, se hace necesario identificar las posturas de expertos en proyectos turísticos, asimismo de empresarios extranjeros sobre las características de los proyectos en que invertirían en el sector inmobiliario.

2.3 Diseño de la guía estratégica de inversión extranjera

Finalmente, se hace un análisis de variables sobre las características del mercado inmobiliario de la ciudad de Medellín y los proyectos turísticos en tendencia para el diseño de la guía de inversión extranjera que suponga una viabilidad y rentabilidad de la inversión extranjera.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Etapa Internacional

Desde el análisis e interpretación del estado del arte se examinaron diversas metodologías y

enfoques en la administración del proceso de construcción e inversión. Es el caso Paula, A. (2018) tuvo como propósito fundamental analizar cómo la estrategia comunicacional influye en la atracción de inversiones y determinar las percepciones, motivaciones y necesidades informativas de los inversores en el contexto turístico de dicha localidad. Abordando la competitividad de los destinos mediante la teoría del Diamante de Michael Porter, buscando crear y mantener una ventaja de las naciones en el contexto global. A su vez, Torres Pinzón & Ravelo (2019) y Aristizábal & León (2023) enfatizan sobre el impacto positivo de la inversión extranjera y la financiación colaborativa en el desarrollo inmobiliario en Colombia. Finalmente, Trejos & Cardona (2023) identifican una creciente demanda de modelos inmobiliarios colaborativos, como el coliving y coworking, en Medellín, reflejando las nuevas tendencias del mercado ver Figura 1.

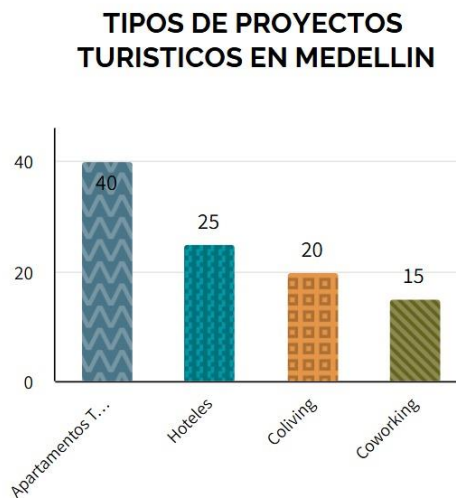


Figura 1. Porcentaje y tipos de proyectos turísticos construidos en Medellín.

Resultado

Conocida la anterior muestra de los enfoques temas y productos investigativos alrededor del tema, se puede afirmar que la innovación en metodologías para el mantenimiento de las construcciones y las herramientas financieras para mejorar estas intervenciones, de la mano, están causando un impacto positivo en la administración de proyectos de construcción, pues los enfoques proactivos en la integración de herramientas de BIM en la toma de decisiones financieras, calcular los planos con precisión, permitiendo evaluar la viabilidad financiera y actualizar automáticamente los flujos ante cambios en el diseño y agilidad en la evaluación de escenarios, permitiendo una toma de decisiones más informada y eficiente.

3.2 Etapa Nacional

En este ámbito territorial, se destaca la IED como un impulsador potente de la economía nacional, sobre todo, en el sector inmobiliario, representado en un 9% del total de la inversión extranjera en el país; esto implica que capitales con origen en el extranjero se inyecten en empresas nacionales con las repercusiones positivas que esto implica, desde la ejecución de los proyectos, hasta la confianza generada por el país a estos inversionistas lo que se traduce en crecimiento económico, crecimiento del PIB y creación de empleos directos e indirectos, no solo en el sector de la construcción, sino también en otras ramas de la economía asociadas ver Figura 2.

DISTRIBUCIÓN DE LA INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA EN COLOMBIA 2000-2020



Figura 2. Relación de la inversión extranjera directa por actividad económica en Colombia. Nota: adaptado de Giraldo, Martínez, Montes & Santos, 2023.

Según La Lonja, en los últimos tres años la oferta de inmuebles para esta actividad pasó de 7.000 a 15.000, un incremento del 115%. Por si fuera poco, la construcción de proyectos para ello también proliferó. En Colombia, existe un marcado interés de las personas por invertir en vivienda para alquilar. Aproximadamente el 20% de las viviendas nuevas construidas en el país son compradas por inversionistas e ingresan al mercado de arrendamientos, cifra muy superior a todos los países de la región”, destacó Federico Estrada, gerente de La Lonja.” (El Colombiano, 2024).

PARTICIPACIÓN DE INVERSIONISTAS EN ARRENDAMIENTOS

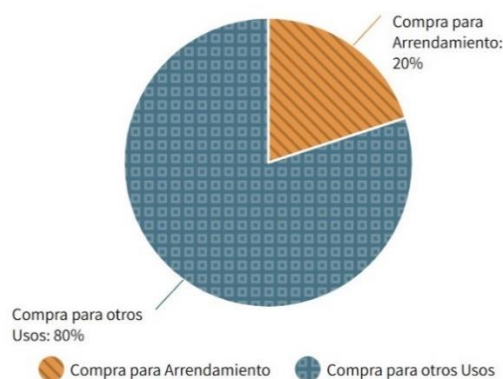


Figura 3. Participación de inversionistas en arrendamientos.

Resultado

La Figura 4 muestra el crecimiento en la demanda de apartamentos turísticos en Medellín ofrece oportunidades atractivas para los inversores, sin embargo, es crucial considerar las regulaciones legales locales evitando con esto que se creen problemas sociales de carestía de la vivienda tanto en venta como en alquiler para los nacionales. Las tasas de ocupación en los apartamentos turísticos de Medellín tienden a ser altas, especialmente durante los períodos de temporada alta,

como vacaciones o eventos importantes. La creciente popularidad de la ciudad entre los viajeros internacionales y nacionales contribuye a mantener altas tasas de ocupación a lo largo del año.

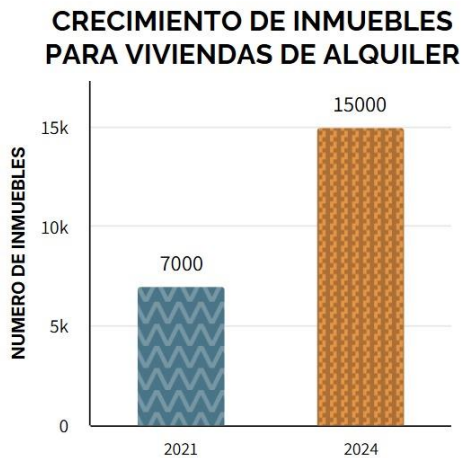


Figura 4. Crecimiento de inmuebles para vivienda de alquiler en Medellín.

3.3 Etapa 3 Pregunta: ¿Cuáles son las estrategias innovadoras que pueden atraer inversiones extranjeras en el Sector inmobiliario en Medellín, en la venta de proyectos turísticos?

Es importante que el sector inmobiliario local dedicados a la comercialización de proyectos turísticos, venda la idea de la ciudad como una ciudad de servicios asociado al turismo responsable, sea de entretenimiento, ecológico, de salud, entre otros; maximizando este atractivo de la ciudad entre los inversores extranjeros del sector inmobiliario, dando a conocer, también, los incentivos sobre la inversión extranjera directa que muestra la Figura 5, incentivos tributarios locales que muestra la Figura 6, tanto gubernamentales como particulares a la actividad de construcción aplicando estrategias innovadoras que aborden tanto las necesidades del mercado como las expectativas de los inversionistas extranjeros y los convenios tributarios internacionales ver Figura 7.

INCENTIVOS SOBRE LA INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA	
TARIFA ESPECIAL	Del 27% del impuesto sobre la renta.
DESCUENTO	Del 100% del IVA pagado en la adquisición, construcción o formación e importación de activos fijos reales productivos.
DEDICCIÓN	Del 25% del valor invertido en proyectos de inversiones, desarrollo e innovación.
EXECIÓN	De IVA de servicios que sean prestados en el país y se utilicen exclusivamente el exterior por empresas o personas sin negocios o actividades en Colombia.
IMPUESTO SOBRE LA RENTA	Los servicios ofrecidos en nuevos hoteles, proyectos de parques temáticos, ecoturísticos, agroturísticos, y muelles náuticos serán gravados por 10 años con tasa de impuesto sobre la renta el 9%
DIVIDENTOS O PARTICIPACIONES	Los dividendos o participaciones distribuidos por entidades no residenciales en el país a una Holding. están exentos del impuesto a la renta.

Figura 5. Incentivos sobre IED en Colombia. Nota: Adaptado de ACI Medellín. (2024). Informe de tendencias 2024. <https://acimedellin.org/wp-content/uploads/2024/05/informe-de-tendencias-2024-baja.pdf>Giraldo, Martínez, Montes & Santos, 2023.

INCENTIVOS TRIBUTARIOS LOCALES
Para operadores turísticos que se encuentran clasificados y registrados como prestadores de servicios en el Registro Nacional de Turismo (RNT).
Inmuebles localizados en macroproyectos en polígonos de renovación urbana para el sistema público.
Predios que sean administrados por operadores mediante bancos inmobiliarios y/o vehículos de administración.
Que acredite inversión extranjera directa (USD 2.000.000)
Operadores turísticos que se encuentren registrados como operadores de servicios en el Registro Nacional de Turismo (RNT).

Figura 6. Incentivos tributarios en Medellín. Nota: adaptado de ACI Medellín. (2024). Informe de tendencias 2024. <https://acimedellin.org/wp-content/uploads/2024/05/informe-de-tendencias-2024-baja.pdf>Giraldo, Martínez, Montes & Santos, 2023.

CONVENIOS TRIBUTARIOS INTERNACIONALES (Beneficio Tributario)			
Acuerdo vigente para eliminar la doble tributación en materia de impuestos sobre la renta.			
Nº	País	Vigencia a partir	Ley
1	Alianza del pacífico Chile	02/07/2023	2105 de 2021
2	Alianza del pacífico Estados Unidos	02/07/2023	2105 de 2021
3	Alianza del pacífico México	02/07/2023	2105 de 2021
4	Alianza del pacífico Perú	02/07/2023	2105 de 2021
5	Japón	04/09/2022	2095 de 2021
6	Republica Francesa	01/01/2022	2061 de 2020
7	Republica Italiana	07/10/2021	2004 de 2019
8	Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte	13/12/2019	1939 de 2018
9	Republica Checa	06/05/2015	1690 de 2013
10	Republica Portuguesa	30/01/2015	1692 de 2013
11	Republica de la India	07/07/2014	1668 de 2013
12	Republica de Corea	03/07/2014	1667 de 2013
13	Canadá	12/06/2012	1459 de 2011
14	Confederación Suiza	01/01/2012	1344 de 2009
15	Republica de Chile	22/12/2009	1261 de 2008
16	Reino de España	23/10/2008	1082 de 2006
17	Comunidad Andina de Naciones Bolivia	01/01/2005	578 de 2004
18	Comunidad Andina de Naciones Ecuador	01/01/2005	578 de 2004
19	Comunidad Andina de Naciones Perú	01/01/2005	578 de 2004
20	Comunidad Andina de Naciones Venezuela	01/01/2005	578 de 2004

Figura 7. Convenios tributarios internacionales. Nota: adaptado de Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales. (s.f.). Convenios tributarios internacionales. DIAN. <https://www.dian.gov.co/normatividad/convenios/Paginas/ConveniosTributariosInternacionales.aspx>

Resultado

Para atraer inversiones extranjeras en el sector inmobiliario de Medellín, específicamente en la

venta de proyectos turísticos, se deben considerar varias estrategias innovadoras:

1. **“Marketing Digital y Promoción Internacional”**: Utilizar herramientas de marketing digital avanzadas, como campañas en redes sociales, marketing de contenidos y SEO, para aumentar la visibilidad de los proyectos turísticos en mercados internacionales. Participar en ferias internacionales de bienes raíces y turismo como escenarios para captar la atención de inversionistas extranjeros.
2. **“Implementación de Metodologías Avanzadas de Mantenimiento”**: Aplicar metodologías proactivas para el mantenimiento de propiedades, como las descritas por Madureira et al (2017), puede aumentar la confianza de los inversores pues éstas al ser realizadas con metodologías eficientes que conllevan la inspección detallada, las acciones correctivas y la planificación a largo plazo, asegura que las inversiones en proyectos turísticos no solo sean rentables sino también sostenibles a lo largo del tiempo reduciendo riesgos y optimizando costos operativos.

4. CONCLUSIONES

El estudio demostró que a pesar de que gracias al impulso turístico el mercado inmobiliario ha ido en aumento, nos seguimos enfrentando a desafíos, como lo es el desconocimiento de los inversionistas frente a las condiciones del mercado local y los aspectos legales y financiero en Medellín. Los hallazgos nos permiten darles respuestas a las preguntas de la investigación, al establecer la importancia de estrategias innovadoras desde el marketing inmobiliario y viendo la necesidad de generar una guía que simplifique el proceso para los extranjeros interesados en la compra de propiedades.

El aumento en la demanda de alojamientos turísticos, el cual ha sido impulsado por la popularidad que hoy enfrenta Medellín, sino como destino de inversión. También es clave resaltar que las políticas públicas y el fácil acceso a incentivos fiscales son fundamentales para atraer inversión extranjera en nuestra ciudad. Sin embargo, es fundamental mejorar la comunicación y poder ofrecer un asesoramiento especializado optimizando y dinamizando los procesos de inversión extranjera.

Por otro lado, la investigación servirá como guía para los procesos de inversión en el futuro, sin embargo, cabe aclarar que este no contará con datos recientes sobre rentabilidad específica en proyectos inmobiliarios, ni se profundiza en la viabilidad económica frente a diferentes tipos de propiedades, se debe tener en cuenta estas recomendaciones para lograr un desarrollo en el mercado inmobiliario más sólido, impactando positivamente el crecimiento turístico pero sobre todo urbano de la ciudad.

5. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Institución Colegio Mayor de Antioquia y a su facultad de Arquitectura e Ingeniería por permitirnos elaborar esta investigación para la obtención del título de Especialistas como Gerentes en Proyectos de Construcción, agradecemos profundamente a nuestros asesores académicos Pablo Andrés Pérez López, Nicolas Steven Pardo Álvarez y Vladimir Alonso Gaviria Gonzales por su guía acompañamiento en cada etapa de nuestra investigación. Extendemos de esta manera los agradecimientos a nuestros compañeros de especialización los cuales aportaron desde sus conocimientos información valiosa para el proyecto, y por último a nuestras familias y amigos los cuales fueron un apoyo emocional incondicional durante el avance y culminación de este proyecto.

6. REFERENCIAS

- ANDI. (2023). *Informe sobre la desaceleración económica y el sector de la construcción*. ANDI. (2023). *Balance 2023 y Perspectivas 2024*. <https://www.andi.com.co/Uploads/Balance%202023%20Perspectivas%202024.pdf>
- CAMACOL. (2024, 23 de enero). *El 2023 cerró con una caída del 4.97% en las ventas de vivienda de interés social*. Cámara Colombiana de la Construcción. <https://camacol.co/prensa/noticias/el-2023-cerro-con-una-caida-del-497-en-las-ventas-de-vivienda-de-interes-social>
- Prieto-Tibaduiza, W. A., Rocha-Vega, S. M., Páez, H. J., & Lozano-Ramírez, N. E. (2019). *Proposal of a tool for integrating BIM and financial decisions in construction projects*. *Ingeniería y Ciencia*, 15(29), 75–101. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.15.29.3>
- La República. (2024, 4 de enero). *Venta de vivienda VIS sumó 20 meses consecutivos de caídas*. *La República*. <https://www.larepublica.co/economia/venta-de-vivienda-vis-sumo-20-meses-consecutivos-de-caidas-3821377>
- ACI Medellín. (2023). *Reporte sobre el crecimiento del mercado inmobiliario en Medellín*. ACI Medellín. (2023). *Informe de Tendencias: Inversión Extranjera Directa 2023-2024*. <https://acimedellin.org/wp-content/uploads/2024/05/informe-de-tendencias-2024-baja.pdf>
- Paula, A. (2018). *La Decisión de invertir en destinos turísticos: Influencia de la estrategia comunicacional caso Villa Angostura - Patagonia, Argentina*. <http://rdi.uncoma.edu.ar/bitstream/handle/uncomaid/15365/TESES%20La%20decisión%20de%20invertir%20en%20destinos%20turísticos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vargas, D. (2024, febrero 1). *Renta corta: vivienda turística en Medellín crece 115% en tres años, según la Lonja*. *El Colombiano*. <https://www.elcolombiano.com/negocios/r>
- Aristizábal, J., & León, C. (2023). *Estudio de prefactibilidad para determinar la viabilidad de un proyecto de desarrollo inmobiliario en la ciudad de Medellín, apalancado por financiamiento colaborativo*. <https://repository.eafit.edu.co/server/api/core/bitstreams/10612c40-8775-4527-8f15-7d1548e02f19/content>
- Giraldo, L., Martínez, A., Montes, E., & Santos, J. (2023). *Caracterización de la Inversión Extranjera Directa en Colombia (IED): actividades económicas distintas a minas y petróleo*. <https://flar.com/wp-content/uploads/2019/05/CARACTERIZACION-DE-LA-INVERSION-EXTRANJERA-DIRECTA-EN-COLOMBIA-IED-ACTIVIDADES-ECONOMICAS-DISTINTAS-A-MINAS-Y-PETROLEO.pdf>
- Giraldo, L., Martínez, R., Montes, P., & Santos, M. (2023). *La inversión extranjera directa en Colombia: Impacto y desafíos*.
- González, A., & Fernández, C. (2022). *Medellín entre la ciudad competitiva y precarizada*. En *Desafíos bajo el dominio del capital: efectos en el trabajo, la riqueza y la producción* (Vol. 22, págs. 168-191). Universidad Pontificia Bolivariana. <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/10259/desafios%20bajo%20el%20dominio%20art6.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hidalgo, S. (2017). *El desarrollo económico local y la atracción de inversión extranjera directa: experiencias desde la universidad*. *Investiga*, 30, 1-2.
- Julio, J., & Rodríguez, A. (2022). *Proyecto de emprendimiento Fondo de Inversión Inmobiliaria Tipo Crowdfunding*. <https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/12042/Proyecto%20de%20grado%20-%20Crowdfunding%20Inmobiliario.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Madureira, S., Flores-Colen, I., De Brito, J., & Pereira, C. (2017). *Maintenance planning of facades in current buildings*. *Construction and Building Materials*, 147, 790-802. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.04.195>

- Paula, A. (2018). La decisión de invertir en destinos turísticos: Influencia de la estrategia comunicacional caso Villa Angostura - Patagonia, Argentina. <https://rdi.uncoma.edu.ar/bitstream/handle/uncomaid/15365/TESIS%20La%20decisi%C3%B3n%20de%20invertir%20en%20destinos%20tur%C3%ADsticos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Prieto, W., Rocha, S., Páez, H., & Lozano, N. (2019). Propuesta de herramienta para la integración de BIM a la toma de decisiones financieras en proyectos de construcción. *Ingeniería y Ciencia*, 15(29), 75-101. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.15.29.3>
- Romero, A., & Hernández, S. (2021). *El marketing digital y su impacto en el turismo en Villavicencio*. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/53501/2023andrearomero.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Torres, J., Pinzón, K., & Revelo, H. (2019). Impacto económico y tecnológico de la inversión extranjera en el sector de la construcción. <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/197/190>
- Trejos, D., & Cardona, S. (2023). *Estudio de factibilidad de un proyecto inmobiliario mixto en Medellín*. <https://repository.eafit.edu.co/server/api/core/bitstreams/bc3b830b-4fcc-486c-b920-cd4873c78f4e/content>
- Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales. (s.f.). *Convenios tributarios internacionales*. DIAN. <https://www.dian.gov.co/normatividad/convenios/Paginas/ConveniosTributariosInternacionales.aspx>

ESTRUCTURACIÓN DE PROCESOS TÉCNICOS Y ADMINISTRATIVOS DE PEQUEÑAS EMPRESAS PARA LA GESTIÓN DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA DE HASTA 2.000m²

Sebastian Moreno Cardona¹, Yeremy Sebastian Muñoz¹, Pablo Andrés Pérez López¹

¹ Grupo de Investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, smorenoc@est.colmayor.edu.co, jeremym@est.colmayor.edu.co, pablo.perez@colmayor.edu.co

Palabras clave: Gestión, proyectos, metodologías.

1. INTRODUCCIÓN

La gerencia de proyectos es un proceso para orientar y controlar los recursos, con el fin de lograr alcances propuestos dentro de un período de tiempo establecido. Esta definición es importante en la investigación, ya que se apoya en teorías como la sugerida por (Wang & Chen, 2023), que destacan la influencia de emplear conocimientos, herramientas y métodos con el fin de cumplir los objetivos establecidos dentro de un tiempo y presupuesto determinado. En el campo de construcción de viviendas, la gestión de proyectos coordina todas las actividades, desde la adquisición de terrenos hasta la entrega final, a través de fases como planificación, ejecución, control y cierre del proyecto (Wallace, 2014). Autores como (Paredes Tumba, 2023) y (Datta et al., 2024) coinciden en que una planificación adecuada puede ayudar a evitar sobrecostos y retrasos, además, monitorear el progreso y mitigar los riesgos por medio de herramientas como diagramas de Gantt y cronogramas. Igualmente, las metodologías ágiles como Kanban y Scrum (Mayo-Alvarez et al., 2024; P. Fitsilis, 2008) permiten optimizar la gestión del flujo de trabajo, mejorando la eficiencia y facilitando la respuesta rápida a los cambios, lo anterior es esencial en un entorno donde las pequeñas empresas deben adaptarse a cambios constantes en la construcción de viviendas. Estos principios no solo ayudan a enfrentar los problemas en el sector de hasta 2000 m², sino que también son importantes a la hora de organizar procesos técnicos y administrativos eficientes para garantizar el éxito de los proyectos.

En investigaciones anteriores se han destacado distintos enfoques tecnológicos y metodológicos, los cuales manifiestan la importancia de optimizar los procesos constructivos para mejorar el rendimiento. Por ejemplo, (Mauricio Carvajal Perez & Andrea Crisostomo Ibarcena, 2023) realizaron un análisis comparativo del uso de softwares de gestión de proyectos en el sistema Last Planner, en el que es necesario mejorar los formatos y procesos utilizados para el estudio de restricciones en proyectos multifamiliares, ya que los formatos actuales dificultaban un seguimiento adecuado de las actividades. De manera similar, (Yakasai, 2023) analizó el uso de sistemas de gestión de proyectos, y concluyó que, aunque la mayoría de los gerentes de proyectos utilizan estas herramientas, su uso se centra principalmente en la fase de planificación, dejando atrás otras etapas del proyecto como la fase de cierre. Por otro lado, (Pellerin et al., 2013) encontraron que mientras más se utiliza el software para gestionar proyectos, mejor es su rendimiento medido por indicadores como el costo o el tiempo. Sin embargo, no todos los componentes del software se usan de manera uniforme, lo que trae como consecuencia que ciertas funciones no se utilicen de manera efectiva. Asimismo, (Adekunle et al., 2022) investigaron los beneficios de la gestión sistemática de la información en la construcción, mostrando que, aunque se mejora la productividad y la toma de decisiones, existe una falta de integración en la industria. A pesar de estos avances, no se ha establecido una metodología estructurada para pequeñas empresas constructoras, dejando un vacío de conocimiento que este proyecto busca

llenar, proponiendo crear una estructura estandarizada para procesos técnicos y administrativos en proyectos de vivienda de hasta 2.000 m².

Se identificó que en las pequeñas empresas de construcción no se ha llevado un control completo de las actividades, por lo tanto, en este proyecto se pretende estructurar una metodología estandarizada para la gestión de procesos técnicos y administrativos. La presente investigación surge como respuesta a problemas como el aumento de costos, la falta de eficiencia en las operaciones y retrasos en los proyectos. Dichos problemas se dan debido a la falta de un sistema bien definido que gestione los procesos de manera adecuada. Así como se evidencia en el análisis de investigaciones anteriores, el uso de softwares y tecnologías de gestión han mejorado el rendimiento en proyectos grandes, pero, las pequeñas empresas de construcción aún enfrentan restricciones significativas para poner en práctica herramientas de manera integral. Queda en evidencia los problemas que enfrentan las pequeñas empresas para acogerse a estas tecnologías avanzadas y organizar de manera eficiente sus procesos administrativos y técnicos. Por ende, se indaga en una solución práctica que mejore las fases de gestión, además, aumente la competitividad de estas empresas en el mercado. Esta metodología permitirá reducir los errores en la ejecución, igualmente, que se generen menos costos operativos y mayor eficiencia en el manejo de recursos, aportando a la teoría que se plantea inicialmente sobre la gestión de proyectos y, además, también tendrá un impacto que influye directamente en la práctica, brindando a las empresas del sector herramientas adaptadas a sus necesidades puntuales.

2. METODOLOGÍA

La Figura 1 presenta el diagrama metodológico, enfocado en identificar la información técnico-administrativa de proyectos de vivienda de hasta 2.000m², categorizar la información en módulos de trabajo técnico-administrativo y en la elaboración de una guía metodológica para la gestión de proyectos de vivienda de hasta 2.000m².

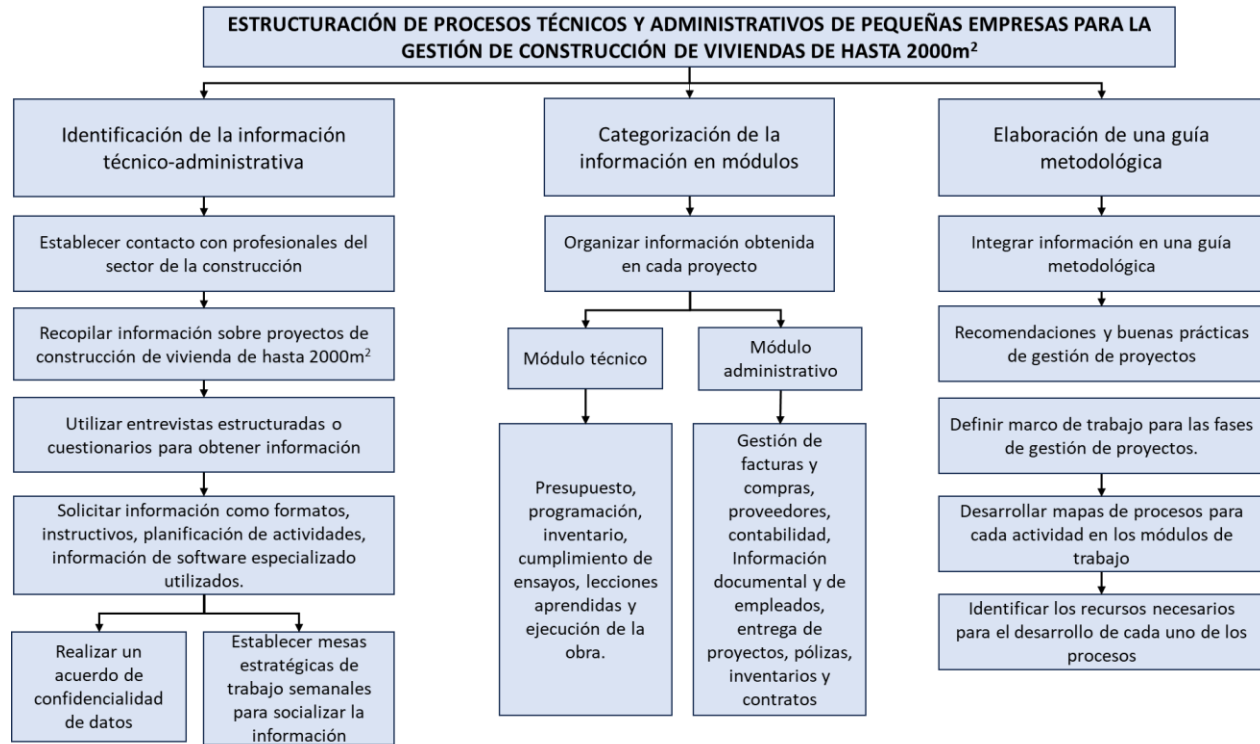


Figura 11. Diagrama metodológico.

2.1 Identificación de la información técnico-administrativa

En esta primera etapa, se llevó a cabo una investigación para lograr identificar la información técnica y administrativa de proyectos de vivienda de hasta 2000 m². Para hacer esto posible, se tuvo una comunicación directa con profesionales de empresas del sector de la construcción, donde se compilaron datos técnicos y administrativos por medio de entrevistas estructuradas y cuestionarios. La información obtenida incluye formatos, instructivos, planificación de actividades y conocimientos de software especializados implementados por estas empresas. Se formalizó un acuerdo de confidencialidad de datos para garantizar la seguridad y uso adecuado de la información recolectada. Además, se establecieron mesas de trabajo con reuniones semanales para comprender y contextualizar la información recopilada de los proyectos, así como para evaluar el avance proyectado y tomar decisiones. El análisis de esta información ha permitido entender las metodologías empleadas por las empresas encuestadas en la gestión de proyectos constructivos y analizar las lecciones aprendidas en cada uno de los procesos.

2.2 Categorización de la información en módulos

La segunda etapa corresponde a la categorización de la información en los módulos de trabajo. Para el desarrollo de esta etapa se organizó la información obtenida en cada proyecto en dos categorías principales que son módulos de trabajo técnico y módulos de trabajo administrativo. El módulo técnico incluye aspectos como presupuesto, programación de obra, inventario, cumplimiento de ensayos, lecciones aprendidas y ejecución de la obra. Por otra parte, el módulo administrativo se compone de elementos como gestión de facturas y compras, proveedores, contabilidad, información documental y de empleados, entrega de proyectos, pólizas, inventarios y contratos.

2.3 Elaboración de una guía metodológica

Esta última etapa del proyecto de investigación se basó principalmente en la elaboración de una guía metodológica para la gestión de proyectos de vivienda de hasta 2000 m². Con esta guía se buscó que la información se mantuviera organizada y categorizada en los módulos de trabajo, incluyendo recomendaciones y buenas prácticas. Se definieron esquemas de trabajo para las fases de gestión de proyectos. Primero, se empezó por la planificación, donde se identificó la manera de proseguir para obtener una correcta ejecución del proyecto. Luego, en la fase de ejecución de las actividades, se establecieron procedimientos detallados para guiar cada etapa manteniendo un flujo de trabajo eficiente. Durante el seguimiento y control del proyecto, se implementaron herramientas para certificar que se cumplieran los plazos y objetivos propuestos. Finalmente, en la evaluación final se revisaron los resultados para aprender de la experiencia y mejorar los procesos. Además, se desarrollaron mapas de procesos específicos para los módulos y actividades, igualmente, se identificaron los recursos necesarios para su ejecución, como el personal, las herramientas y la tecnología, asegurando que cada actividad que se lleve a cabo cumpla los resultados esperados.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Identificación de la información técnico-administrativa

Se logró recolectar la mayor información posible sobre los procedimientos empleados en proyectos de construcción de pequeñas empresas, se suministraron formatos de planificación y seguimiento de las actividades de obra e instructivos de control de calidad, manejo de recursos administrativos, especialmente dirigidos a la gestión de presupuestos, compras, proveedores y administración del personal. Por ejemplo, una de las maneras en las que realizan seguimiento a una o varias actividades constructivas es por medio de un formato específico como se puede observar en la Figura 2, el cual contiene el nombre del proyecto, fecha, en un inicio de la actividad se nombran las herramientas y equipos que se utilizarán, durante la ejecución se plantean cada una de las actividades, unidad de medida, recomendaciones y finalmente si la actividad generó alguna observación. Algunas de las empresas encuestadas utilizan programas como AutoCad o software como el que se observa en la Figura 3, Microsoft Project, para tareas de planificación y diseño. Sin embargo, se identificó que estas pequeñas empresas de construcción tienen un uso limitado de softwares especializados para la gestión de proyectos, o herramientas avanzadas como Primavera P6 o Fieldwire, para lograr integrar la información. Por otra parte, a través de las mesas de trabajo y reuniones estratégicas, se identificaron las lecciones aprendidas en los procesos, como la falta de integración de las diferentes áreas para ejecutar el seguimiento de los proyectos, la poca planificación inicial de las actividades, lo cual genera atrasos significativos en la obra o la necesidad de implementar mejoras en la coordinación y eficiencia para la toma de decisiones. La recopilación de la información obtenida muestra que gestionar los proyectos de construcción de pequeñas empresas aún es muy dependiente de los procesos manuales y poco estandarizados.

CÓDIGO: F-003	FORMATO SEGUIMIENTO DE ACTIVIDAD DE OBRA	
FECHA:		
PROYECTO		
CONTRATISTA		
INICIO		
HERRAMIENTAS		CANTIDAD
DURANTE LA EJECUCIÓN		
ACTIVIDAD	UNIDAD	RECOMENDACIONES
1		
2		
3		
OBSERVACIONES		

Figura 12. Formato para seguimiento de actividad de obra.

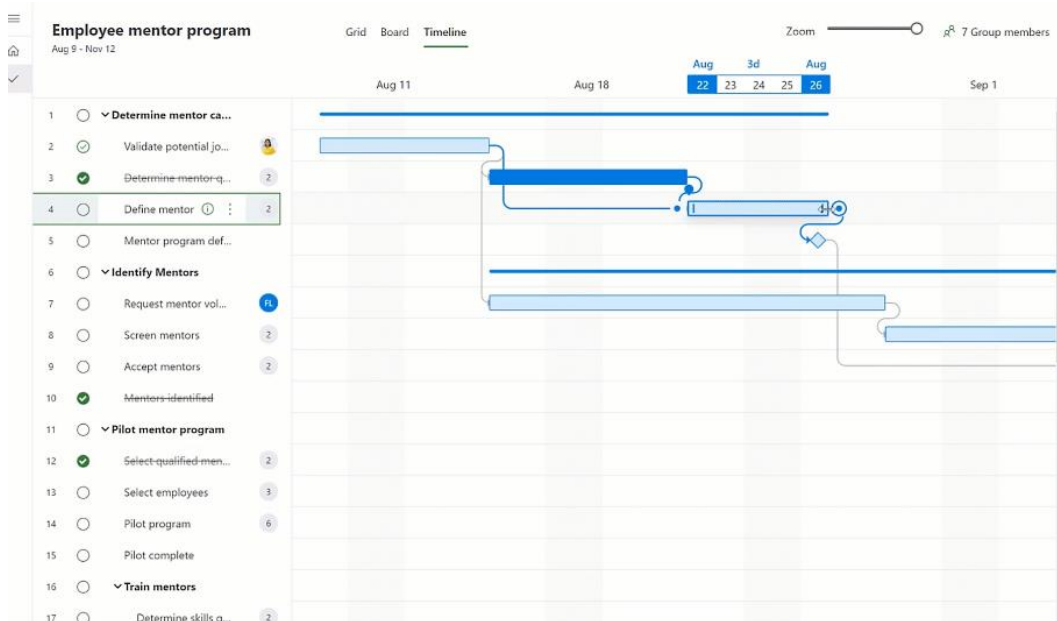


Figura 3. Microsoft Project, Software de administración de proyectos.

3.2 Categorización de la información en módulos

Se organizó de manera categorizada la información de los módulos técnico y administrativo con

el fin de integrar los procesos para el desarrollo de las actividades. Dentro del módulo técnico se encuentra la información necesaria para la ejecución directa de la obra. Esta ejecución abarca el presupuesto y programación, donde se estandarizaron formatos y procesos de manera clara, como se puede observar en la Figura 4, principalmente analizando los precios y distribución de materiales, igualmente se encuentra especificado compras e inventarios, que, aunque es altamente variable entre las empresas, se tienen en cuenta los elementos principales que lo conforman y que mejoran el seguimiento de los recursos financieros, como formatos de caja menor, compra y gestión de materiales (desde la solicitud de materiales hasta la recepción y registro en inventario) y alquiler o compra de equipos. Por otra parte, se evidenció que las empresas realizan registros de los ensayos técnicos sin tener una metodología clara para documentar las lecciones aprendidas, para esto, es conveniente la implementación de mejoras que permitan la optimización de los procesos. Además, dentro de la ejecución de la obra, la mayoría de las empresas realizan un seguimiento de cronogramas manuales y revisiones en sitio, lo que dificulta disminuir los retrasos. De igual forma, como se observa en la Figura 5, se definió la información que complementa el módulo administrativo, dividiéndose principalmente en 4 partes importantes para organizar y gestionar los aspectos financieros y de recursos. La primera parte son los egresos, que permiten controlar los gastos a través de formatos específicos para gestionar información relacionada con caja menor, abono a pagarés o préstamos y administración de facturas y compras. La segunda parte son los ingresos, donde se gestiona la entrada de dinero, incluyendo el pago de inmuebles, pagarés y aporte de socios. La tercera parte es la conciliación bancaria, donde se maneja todo lo relacionado con la contabilidad y movimientos bancarios. Y finalmente, se encuentra la parte de catálogos, encargada de coordinar y hacer cumplir con las obligaciones contractuales, como la gestión de terceros y personal (nómina o proveedores).

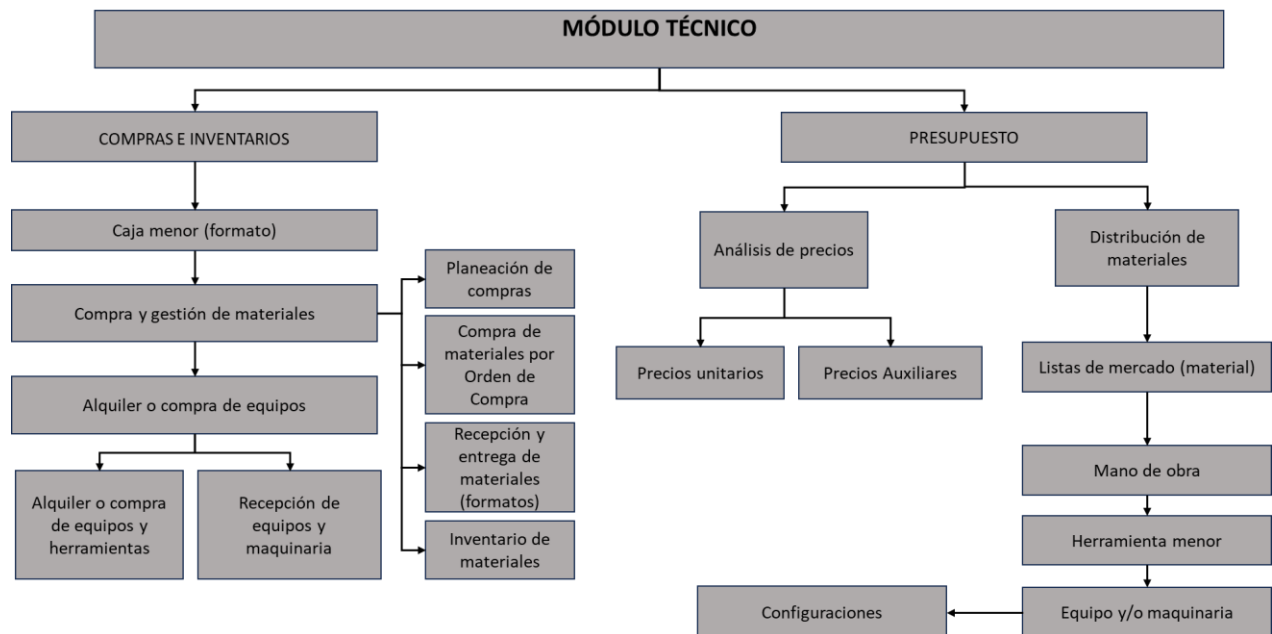


Figura 4. Diagrama del módulo técnico.

MÓDULO ADMINISTRATIVO		
EGRESOS	Caja Menor	*Gestión de cajas menores
		*Registro por caja menor
	Grandes pasos	
	Abono a pagarés (Préstamos)	
INGRESOS	Gestión de facturas	
	Pago de inmuebles	
	Pagarés	
CONCILIACIÓN BANCARIA	Aporte de socios	
	Contabilidad, cómo se mueve el banco.	
CATÁLOGOS	Terceros	
	Personal	

Figura 5. Cuadro del módulo administrativo.

3.3 Elaboración de una guía metodológica

En esta etapa, se recopilaban los datos obtenidos en las etapas anteriores, lo que finalmente dio como resultado la estructuración de un marco de trabajo que logra reunir las fases del ciclo de vida del proyecto o fases de gestión de proyectos como se observa en la Figura 6. Inicialmente están las ventas de inmuebles, seguida de una formulación inicial de la propuesta económica donde se evalúa si el proyecto es viable o no. Luego, se elabora un formulario detallado de trabajo que incluye el presupuesto detallado, el cual contiene precios unitarios (tiempo, costo y alcance) y precios auxiliares. Más adelante, la construcción y entrega del proyecto y finalmente la operación y el mantenimiento del proyecto una vez terminado. Para una planificación inicial se identificaron las rutas críticas de los proyectos, esta ruta incluye la elaboración detallada de cronogramas de obra, plan de recursos y asignación de tareas o responsabilidades. Las pequeñas empresas de construcción que suministraron información de una planificación más detallada y organizada tenían menos retrasos y sobrecostos en comparación con empresas que no sintetizan su información de manera organizada, de ahí se denota la importancia de mejorar el rendimiento de los proyectos utilizando herramientas más avanzadas, para obtener una mejor planificación y gestión de restricciones. Se desarrollaron mapas de procesos específicos para cada módulo y cada actividad, estos mapas permiten un flujo de trabajo claro en todas las fases del proyecto desde un inicio hasta la entrega final. Con esta guía, se responden las necesidades identificadas en las etapas anteriores, y colabora de forma representativa a la gestión de proyectos de construcción de pequeñas empresas, adecuando y ejecutando una guía clara y eficiente que se puede seguir alimentando para la ejecución de proyectos de vivienda de hasta 2000m².

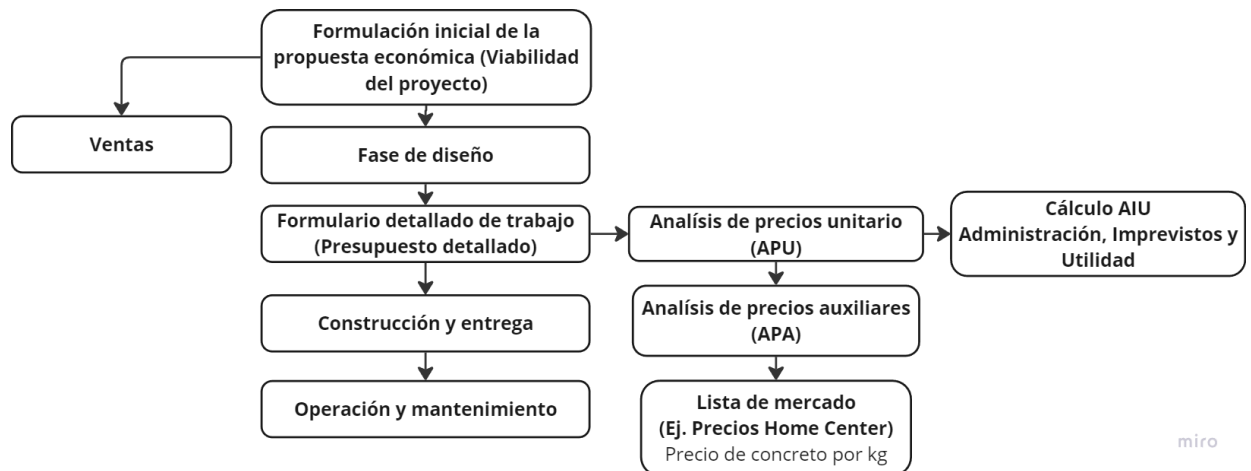


Figura 6. Fases de gestión de proyectos.

4. CONCLUSIONES

La presente investigación ha permitido elaborar una guía metodológica para adaptarse a las necesidades que se presentan diariamente en el sector de la construcción. En el momento de integrar la información obtenida a lo largo del proceso de investigación, se identificaron las actividades que son importantes en los ámbitos técnicos y administrativos. La clasificación en los diferentes módulos de trabajo hace que las actividades sean más organizadas. Para llevar a cabo el proyecto, el módulo técnico cuenta con unas bases fundamentales como presupuesto, programación, calidad del trabajo e inventario; mientras que el control financiero, gestión de proveedores y administración del personal están mejorando por parte del módulo administrativo. A partir de esto, los resultados demuestran que se han logrado las metas propuestas en la investigación, revelando que una metodología clara y estandarizada incrementa la eficiencia, estructura los procesos y disminuye costos, contribuyendo a una administración completa desde la fase inicial hasta el cierre del proyecto. La metodología sugiere un sistema organizado que aumenta la competitividad de las pequeñas empresas de construcción, por lo tanto, permite gestionar proyectos con mayor control. Sin embargo, existen problemáticas en las pequeñas empresas en el momento de implementar un software avanzado, dado que muchas no cuentan con los medios ni habilidades necesarias para utilizarlos. Además, los procedimientos manuales para documentar los procesos y la poca capacitación del personal son factores que impactan el seguimiento y gestión de actividades. En futuras investigaciones se propone analizar el uso de tecnologías más accesibles y que no generen mayor costo para gestionar los proyectos constructivos de las pequeñas empresas, con el fin de mejorar y simplificar la capacitación continua para aplicarlos. Esto sería favorable para gestionar los procesos, aumentando el impacto de la metodología desarrollada y garantizando su aplicación exitosa en el sector de la construcción de viviendas.

5. AGRADECIMIENTOS

Finalmente, queremos agradecer a las empresas y profesionales de construcción que por medio de las entrevistas y reuniones nos brindaron su valiosa información y conocimiento técnico y administrativo de proyectos de construcción. También, a nuestros asesores académicos y profesores, quienes estuvieron presentes y orientaron para que se hiciera posible, igualmente a

todas las personas que apoyaron y aportaron desde su conocimiento en todo el proceso de investigación.

6. REFERENCIAS

- Adekunle, P., Aigbavboa, C., Akinradewo, O., Oke, A., & Aghimien, D. (2022). Construction Information Management: Benefits to the Construction Industry. *Sustainability (Switzerland)*, 14(18). <https://doi.org/10.3390/su141811366>
- Datta, S. D., Islam, M., Rahman Sobuz, Md. H., Ahmed, S., & Kar, M. (2024). Artificial intelligence and machine learning applications in the project lifecycle of the construction industry: A comprehensive review. *Heliyon*, 10(5), e26888. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26888>
- Mauricio Carvajal Perez, & Andrea Crisostomo Ibarcena. (2023). Análisis comparativo de softwares en gestión de proyectos para su implementación en el seguimiento de restricciones del last planner system en la construcción del edificio multifamiliar manco cápac, lima 2021. *Repositorio de La Universidad Privada Del Norte*. <https://orcid.org/0000-0002-8672-3239>
- Mayo-Alvarez, L., Del-Aguila-Arcenales, S., Alvarez-Risco, A., Chandra Sekar, M., Davies, N. M., & Yáñez, J. A. (2024). Innovation by integration of Drum-Buffer-Rope (DBR) method with Scrum-Kanban and use of Monte Carlo simulation for maximizing throughput in agile project management. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10(1). <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100228>
- P. Fitsilis. (2008). Comparación de los procesos de desarrollo de software PMBOK y Agile Project Management. *Avances En Ingeniería y Ciencias de La Información y La Computación*. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8741-7_68
- Paredes Tumba, A. R. (2023). Gestión de proyectos y rentabilidad de un edificio de vivienda multifamiliar en Surco, 2023. *Universidad César Vallejo, Posgrado*. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/126612>
- Pellerin, R., Perrier, N., Guillot, X., & Léger, P.-M. (2013). Project Management Software Utilization and Project Performance. *Procedia Technology*, 9, 857–866. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.095>
- Wallace, W. (2014). Gestión de Proyectos. *Edinburgh Business School*. www.ebsglobal.net,
- Wang, T., & Chen, H. M. (2023). Integration of building information modeling and project management in construction project life cycle. In *Automation in Construction* (Vol. 150). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104832>
- Yakasai, B. A. (2023). *Impact of Project Management software on construction projects*. <https://www.researchgate.net/publication/371566934>

INTEGRACIÓN MEDIANTE UNA HERRAMIENTA DE CÁLCULO DE LA CONCILIACIÓN DE LA INFORMACIÓN CONTABLE CON LA FINANCIERA DEL PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN DE VÍAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE CISNEROS

Manuel Alejandro Echavarría Castaño¹ Luciano Alberto Moreno Hoyos¹, Gloria Cristina Correa Carmona¹, Sergio Andrés Arboleda López¹

¹ Grupo de Investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, maechavarria@est.colmayor.edu.co, luciano.moreno@colmayor.edu.co, gcorrea@est.colmayor.edu.co, sergio.arboleda@colmayor.edu.co

Palabras clave: Herramienta de cálculo, información contable, pavimentación, vías.

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto a relacionar la información contable y la financiera en proyectos de construcción, debemos tener en cuenta términos específicos como la representación contable y el impacto que las normas internacionales tiene sobre ella, es importante tener en cuenta la problemática planteada donde en términos contables se buscan modelos acordes y acertados a la realidad económica y financiera de los proyectos, evolucionando desde enfoques tradicionales hacia teorías con enfoques modernos que integran propuestas complejas como la aplicación cibernética, proporcionando una visión más precisa y útil para la gestión de proyectos (Peterson, 2013). De acuerdo a esto las normas internacionales de información financiera IFRS y los principios de contabilidad generalmente aceptados en EE.UU (US. GAAP), Las cuales juegan un papel fundamental ya que determinan la forma en la que se realiza la contabilidad en las empresas constructoras especialmente en un entorno globalizado (Muehlhausen & Chen, 2022). Las discrepancias entre estas normas y sus implicaciones en la gestión contable y financiera resalta la necesidad de adaptar los modelos contables a las exigencias de los mercados internacionales en procura de promover una mayor transparencia y precisión en la información financiera (Casey 2000) en este contexto teórico y normativo se entrega una base sólida y adecuada para el desarrollo de esta investigación ya que aborda la integración de herramientas de cálculo como software especializados que permitan conciliar la información contable y financiera de forma eficaz y asertiva.

En la revisión del estado del arte se destaca que el campo de la contabilidad en el sector de la construcción ha sido objeto de estudios relevante como el realizado por MACHADO Y MARCO 2009 donde examinaron la crisis de la representación en la contabilidad argumentando que la disciplina debe de evolucionar para reflejar con mayor precisión la realidad de la organización mediante modelos como la contabilidad matricial y de triple entrada , este estudio revela una laguna en la adaptación de la realidad a las contabilidades modernas de las organizaciones. Burgos y Bonisoli (2016) subrayaron los escasos de la investigación científica en contabilidad en Ecuador, destacando la brecha crítica en el conocimiento que limita la toma de decisiones financieras efectivas en las empresas. Este vacío subraya la necesidad de fortalecer la investigación científica en la educación contable para mejorar las competencias en profesionales. Por su parte Manrique (2017) presento un modelo de Gestión innovador en el sector de la construcción, el LCyA que mejora la rentabilidad y eficiencia en proyectos de construcción, señalando una brecha en la integración de enfoque en la práctica contable del sector. Sáenz

(2014) analizo las diferencias entre IFRS y US GAAP en el sector de la construcción, destacando la necesidad de una mayor convergencia entre estos sistemas para facilitar la competencia internacional, finalmente Salazar (2012) abordó las dificultades del sector de la construcción en Colombia como la corrupción y la falta de normativa contable específica proponiendo reformas para una contabilidad más ética y acorde a las necesidades del sector.

Esta investigación propone abordar una brecha crítica referente en la gestión de proyectos de construcción, en la pavimentación de vías urbanas, específicamente en el municipio de Cisneros – Antioquia, en contexto, conciliar la información contable y la financiera representa un desafío significativo para este proyecto entendiendo la contabilidad y las finanzas desde un punto de vista que parte de lo teórico dando un enfoque sistemático al registro de transacciones económicas la acción de planificar y gestionar los recursos, teniendo como premisa que estos deben ofrecer una visión clara, concisa y precisa, sin embargo las discrepancias en el proceso de registro de la misma puede ocasionar grandes incongruencias afectando la toma de decisiones a tiempo y precisas y lograr así una utilización óptima de los recursos, lo que puede generar sobrecostos, retrasos e inclusive siniestros que a posteriori ocasionarían el fracaso del proyecto. La base fundamental de este estudio se centra en encontrar una herramienta informática que logre registrar de manera oportuna y eficaz la información que fue anteriormente mencionada y así lograr una sinergia entre las finanzas y la contabilidad del proyecto garantizando así el éxito del mismo. Así mismo se pretende que dicha herramienta pueda ser aplicada a proyectos similares contribuyendo de manera significativa a estrechar la brecha del margen de error en el sector de la construcción.

2. METODOLOGÍA

Mediante el siguiente diagrama metodológico (Figura 1), estarán enfocadas las etapas y la determinación de variables críticas del proyecto en relación a la información contable y la financiera, elaboración de un comparativo entre el resultado final entregado por el área contable y la información relacionada por la herramienta tecnológica utilizada, obteniendo así una ruta metodológica que logre el cruce de la información contable y financiero del proyecto.

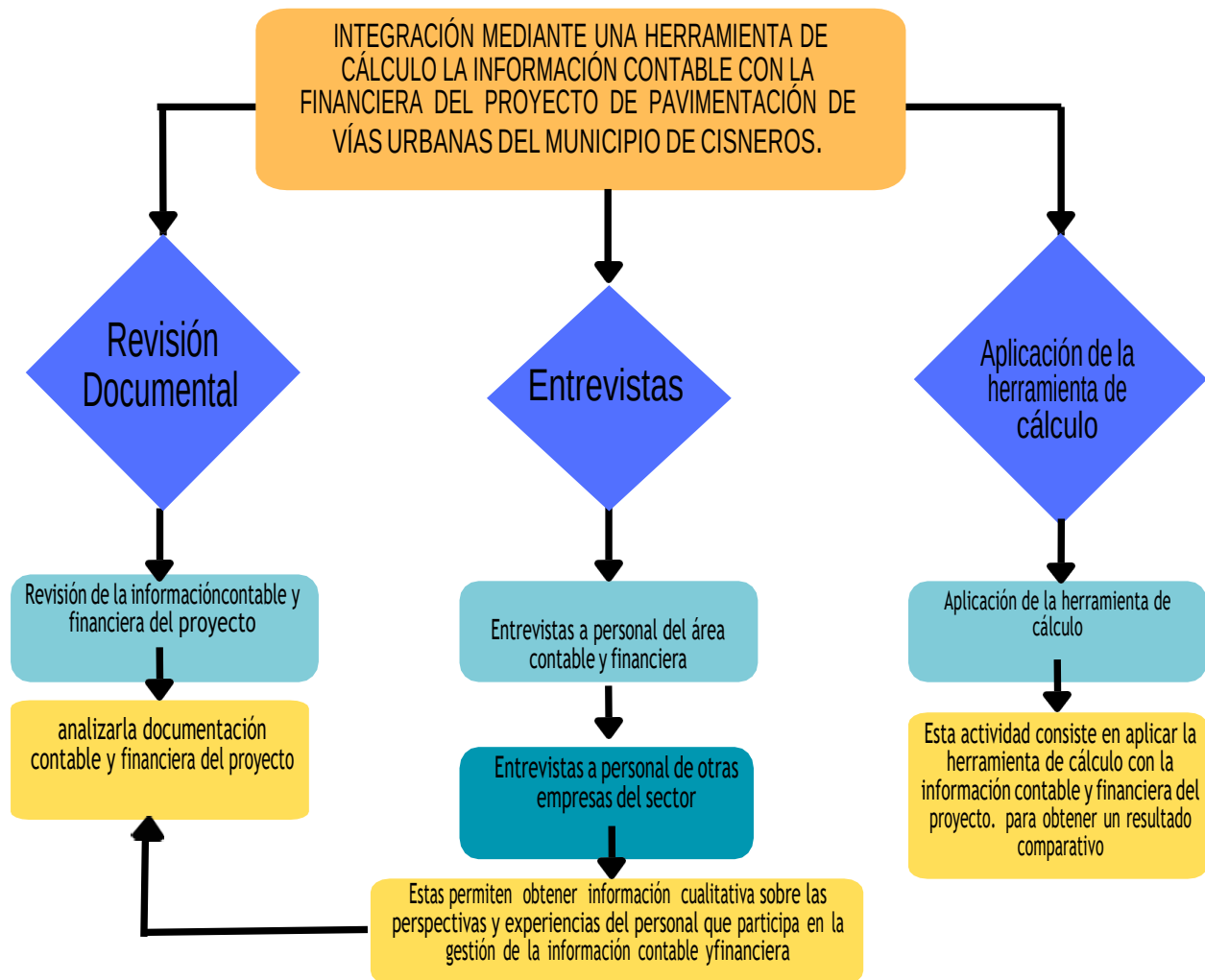


Figura 13 Diagrama metodológico.

2.1 Revisión documental

En esta etapa se lleva a cabo una revisión detallada de la documentación contable y financiera del proyecto a fin de contar con datos reales para el caso de estudio donde se analizarán informes financieros, facturas, contratos, subcontratos, pagos y cualquier información relevante para obtener el resultado del cierre financiero final del proyecto, permitiendo tener un contexto claro que permita identificar variables a tener en cuenta en las etapas subsiguientes del proyecto.

2.2 Entrevistas

En esta etapa se procede a realizar entrevistas con personal interviniente en el proceso de elaboración tanto contable como financiera así como de expertos en software y/o herramientas existentes en el mercado para la integración de datos permitiendo abordar una visión basada en la experiencia y determinar así la veracidad y confiabilidad de las misma o en caso contrario poder determinar una ruta que procure en proponer mecanismos de mejora en el cruce de la información en tres las áreas mencionadas.

2.3 Aplicación de la herramienta de cálculo

En esta etapa se procede a seleccionar una herramienta tecnológica que permita almacenar, generar y comparar la integración de la información contable y la financiera del proyecto permitiendo comparar procesos y determinar márgenes de error entre uno y otro generando así una ruta que facilite procesar los datos recopilados y establecer una metodología a utilizar. El objetivo principal de esta actividad es evaluar la efectividad de la herramienta en la integración de los datos contables y financieros del proyecto generando comparativos resultantes de utilizar la herramienta versus los métodos tradicionales y así generar una mejor metodología para la gestión de proyectos futuros.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Revisión documental

Determinación de variables críticas

Esta etapa se centró en la identificación de variables críticas que afectan la relación entre la información contable y la financiera del proyecto de PAVIMENTACION DE VIAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE CISNEROS, para lograrlo se realizaron revisiones exhaustivas de la información disponible así como de los análisis elaborados de manera tradicional versus análisis elaborados por herramientas tecnológicas modernos en procura de acercarnos a la realidad del proyecto, el resultado de esta etapa permitirá definir los factores claves que imposibilitan una conciliación entre las 2 áreas mencionadas que fundamentan el presente escrito (ver Tabla 1, Tabla 2).

Tabla 2. Insumos entregados por el departamento financiero de la empresa encargada del proyecto.

ITEM	GASTO	VALOR
1	HERRAMIENTAS/EQUIPOS/VEHICULO	\$ 36.122.600,00
2	ACERO	\$ 21.096.144,00
3	CEMENTO	\$ 165.896.320,00
4	MADERA	\$ 393.750,00
5	COMPRADO EN MEDELLIN	\$ 93.431.688,00
6	FERRETERIA CISNEROS	\$ 3.284.930,00
7	EPP-SEÑALIZACION	\$ 1.021.395,00
8	SERVICIOS PUBLICOS	\$ 58.761,00
9	FLETES	\$ 467.500,00
10	REPARACION MOTOCARGUERO/EQUIPO	\$ 1.315.371,00
11	ALQUILER EQUIPOS	\$ 1.438.047,00
12	LABORATORIO	\$ 830.419,68
13	NOMINAS	\$ 38.807.864,00
14	LIQUIDACIONES, PRIMAS, VACACIONES Y CESANTIAS	\$ 2.652.208,00
15	ARRIENDOS	\$ 1.445.000,00
16	ALIMENTACION	\$ 2.052.833,00
17	CAJA MENOR	\$ 4.506.410,00
18	SEGURIDAD SOCIAL	\$ 8.733.400,00
19	MAQUINARIA/AGREGADOS	\$ 125.404.000,00
20	RETENCIONES MUNICIPALES	\$ 90.000.000,00
21	POLIZAS	\$ 4.678.410,00
22	COMPROMISOS	\$ 85.000.000,00

Tabla 3. Análisis de información financiera.

VALOR DEL PROYECTO		\$ 1.836.154.780,00
CONCEPTO	GASTO TOTAL	PORCENTAJE %
COSTOS INDIRECTOS	\$ 98.918.137,68	5%
MANO DE OBRA	\$ 52.246.305,00	3%
MATERIALES	\$ 451.157.237,00	25%
OTROS COSTOS	\$ 85.000.000,00	5%
TOTAL GASTOS	\$ 687.321.679,68	37,08%
VALOR EJECUTADO	\$ 680.929.369,00	37,43%

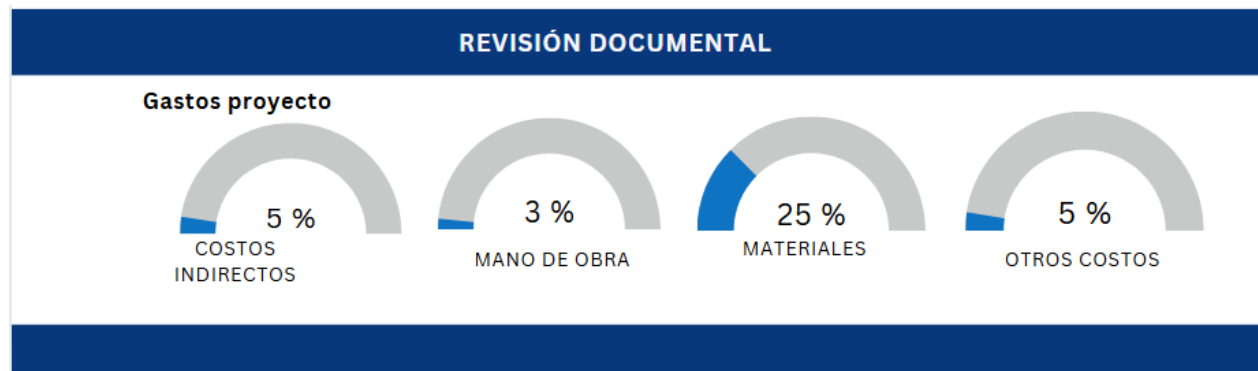


Figura 14. Revisión documental.



Figura 15 Balance financiero.

Insumos entregados por el departamento financiero de la empresa encargada del proyecto

Tabla 4. Insumos entregados por el departamento financiero.

BALANCE CONTABLE			
	VALOR INICIAL	\$ 1.836.154.780,00	\$ 1.836.154.780,00
	VALOR EJECUTADO	\$ 680.929.369,00	\$ 680.929.369,00
	TOTAL, CORTE 1	\$ 592.395.557,68	\$ 592.395.557,68
	DIFERENCIA	\$ 88.533.811,32	\$ 88.533.811,32
REGISTRO INFORMACION GASTOS			
ITEM	GASTO	VALOR	VALORES ENCONTRADOS EN FACTURAS
1	HERRAMIENTAS/EQUIPOS/VEHICULO	\$ 36.122.600,00	\$ 36.122.600,00
2	ACERO	\$ 21.096.144,00	\$ 21.096.144,00
3	CEMENTO	\$ 165.896.320,00	\$ 165.896.320,00
4	MADERA	\$ 393.750,00	\$ 393.750,00
5	COMPRADO EN MEDELLIN	\$ 85.613.540,00	\$ 85.613.540,00
6	FERRETERIA CISNEROS	\$ 3.284.930,00	\$ 3.284.930,00
7	EPP-SEÑALIZACION	\$ 1.021.395,00	\$ 1.021.395,00
8	SERVICIOS PUBLICOS	\$ 58.761,00	\$ 58.761,00
9	FLETES	\$ 467.500,00	0
10	REPARACION MOTOCARGUERO/EQUIPO	\$ 1.315.371,00	\$ 680.000,00
11	ALQUILER EQUIPOS	\$ 1.438.047,00	\$ 1.438.047,00
12	LABORATORIO	\$ 830.419,68	\$ 830.419,68
13	NOMINAS	\$ 38.807.864,00	\$ 38.807.864,00
14	LIQUIDACIONES, PRIMAS, VACACIONES Y CESANTIAS	\$ 2.652.208,00	\$ 2.652.208,00
15	ARRIENDOS	\$ 1.445.000,00	\$ 1.445.000,00
16	ALIMENTACION	\$ 2.052.833,00	\$ 2.052.833,00
17	CAJA MENOR	\$ 4.506.410,00	\$ 2.185.936,00
18	SEGURIDAD SOCIAL	\$ 8.733.400,00	\$ 8.733.400,00
19	MAQUINARIA/AGREGADOS	\$ 125.404.000,00	\$ 125.404.000,00
20	RETENCIONES MUNICIPALES	\$ 90.000.000,00	\$ 90.000.000,00
21	POLIZAS	\$ 4.678.410,00	\$ 4.678.410,00
22	COMPROMISOS	\$ 0,00	\$ 0,00

Análisis información contable

Tabla 5. Análisis información contable.

VALOR DEL PROYECTO		\$ 1.836.154.780,00
CONCEPTO	GASTO TOTAL	PORCENTAJE %
COSTOS INDIRECTOS	\$ 99.130.637,68	5%
MANO DE OBRA	\$ 52.246.305,00	3%
MATERIALES	\$ 441.018.615,00	24%
OTROS COSTOS	\$ 0,00	0%
TOTAL GASTOS	\$ 592.395.557,68	32%
VALOR EJECUTADO	\$ 680.929.369,00	37%

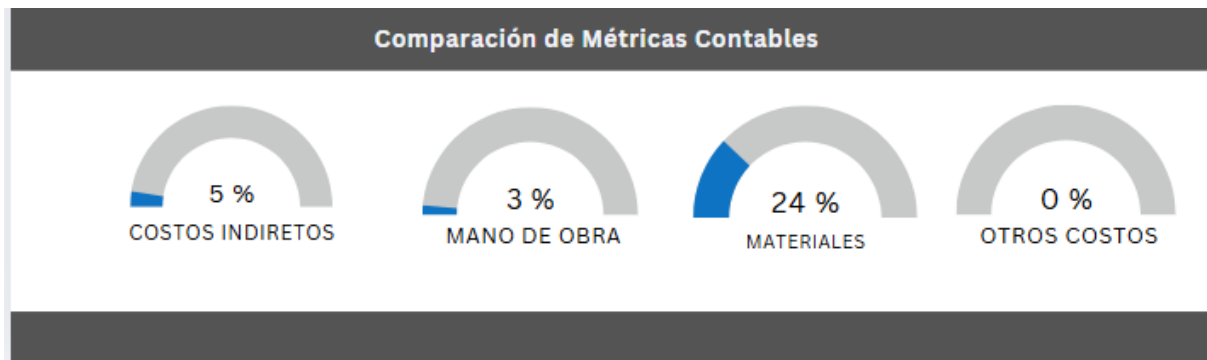


Figura 16. Comparación de métricas contables.

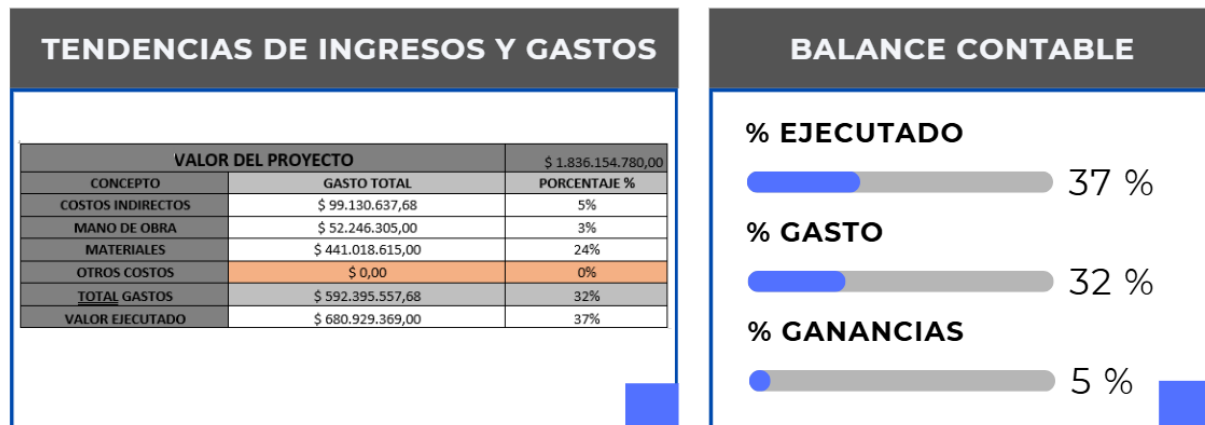


Figura 17. Balance contable.

Elaboración del comparativo contable-financiero

En esta etapa se realizó un comparativo de datos obtenidos por el área de contabilidad en contraposición a los procesados por la herramienta de cálculo propuesta evaluando así la efectividad de la herramienta y su precisión y consistencia con la información, para llevar a cabo este comparativo se analizaron posibles ajustes o discrepancias entre los resultados presentados por las áreas. Este análisis permitirá identificar debilidades o fortalezas en la herramienta y así obtener información fehaciente tendiente a mostrar la realidad del proyecto.

3.2 Entrevistas

En esta etapa y tras entrevistar a las personas intervinientes en el proceso en las diferentes áreas de interés del mismo y de expertos en herramientas tecnológicas relacionada con el tema de interés a partir del análisis de informes contables del proyecto donde se identificaron las siguientes variables clave como se muestra en las siguientes ilustraciones. En la información gráfica presentada (Figura 6) se puede vislumbrar la influencia de las diferencias contables y financieras evidenciando que los ítems producto de estudio para la elaboración de estas graficas independientemente de su resultado son muy distintos el uno del otro, evidenciando así que se requieren mecanismos más robustos de medición, monitoreo y ajustes que permitan que estos márgenes desaparezcan.



Figura 18. Resultados de las entrevistas.

3.3 Aplicación de la herramienta de cálculo

En esta etapa realizaremos un análisis de los resultados obtenidos a través de la herramienta de cálculo propuesta (Tabla 5) y los resultados del área contable (Tabla 6), la comparación demostró que la herramienta fue capaz de detectar discrepancias en un 15% de las transacciones que habían pasado desapercibidas en el análisis tradicional (Tabla 7), permitiéndonos tener un acercamiento más fehaciente a la utilidad real del proyecto más allá de una contabilidad netamente normativa.

Tabla 6. Agrupación de información herramienta de cálculo.

Cod	Agrupación	Cod	Descripción
001	AGREGADOS	M	MATERIAL
002	ALQUILER EQUIPOS	O	MANO DE OBRA
003	APARATOS ELECTRICOS	E	EQUIPO
004	ACEROS	T	TRANSPORTE
005	CONCRETO	S	SUBCONTRATO
006	PERSONAL	H	HONORARIOS
007	SERVICIOS PUBLICOS	N	NOMINA
008	ASEO Y CAFETERIA	C	CONSUMIBLES

Tabla 7. Agrupación de información financiera y contable

Cod	Agrupación
001	CONCEPTO
002	COSTOS INDIRECTOS
003	MANO DE OBRA
004	MATERIALES
005	OTROS COSTOS

Al ingresar la información a la herramienta de cálculo (Tabla 5) y al ser más detallado el requerimiento se encontraron gastos que no han sido contabilizados ni en el seguimiento financiero ni en el centro de costos del área contable (Tabla 6). Generando que allá variación en los porcentajes de gastos más marcado específicamente en costos indirectos que es donde se agrupan estos gastos adicionales.

Tabla 8. Comparación entre herramienta de cálculo y método tradicional.

HERRAMIENTA DE CALCULO		METODO TRADICIONAL	
COSTOS INDIRECTOS		COSTOS INDIRECTOS	
	\$ 1.836.154.780,00	VALOR PROYECTO	\$ 1.836.154.780,00
SERVICIOS PUBLICOS	\$ 639.854,00	SERVICIOS PUBLICOS	\$ 58.761,00
SERVICIOS PUBLICOS VIVIENDAS	\$ 879.654,00	FLETES	\$ 467.500,00
SERVICIOS PUBLICOS OFICINAS	\$ 3.500.000,00	REPARACION MOTOCARGUERO/EQUIP	\$ 0,00
TRANSPORTE MATERIALES FLETES	\$ 12.856.987,00	ALQUILER EQUIPOS	\$ 1.438.047,00
TRANSPORTES INTERNOS	\$ 15.896.325,00	LABORATORIO	\$ 830.419,68
TRANSPORTE PERSONAL	\$ 21.598.632,00	ARRIENDOS	\$ 1.445.000,00
REPARACION MOTOCARGUERO/EQUIP	\$ 15.963.897,00	RETENCIONES MUNICIPALES	\$ 90.000.000,00
ALQUILER EQUIPOS	\$ 19.869.354,00	POLIZAS	\$ 4.678.410,00
LABORATORIO	\$ 830.419,68	TOTAL	\$ 98.918.137,68
ARRIENDOS	\$ 10.269.878,00	PORCENTAJE	5%
RETENCIONES MUNICIPALES	\$ 90.000.000,00		
POLIZAS	\$ 4.678.410,00		
GASTOS CAFETERIA	\$ 12.589.638,00		
PAPELRIA Y TELECOMUNICACIONES	\$ 18.963.547,00		
TOTAL	\$ 228.536.595,68		
PORCENTAJE	12%		
MANO DE OBRA		MANO DE OBRA	
	\$ 1.836.154.780,00	VALOR PROYECTO	\$ 1.836.154.780,00
NOMINAS	\$ 38.807.864,00	NOMINAS	\$ 38.807.864,00
LIQUIDACIONES,PRIMAS,VACACIONES	\$ 2.652.208,00	LIQUIDACIONES,PRIMAS,VACACIONES	\$ 2.652.208,00
ALIMENTACION	\$ 2.052.833,00	ALIMENTACION	\$ 2.052.833,00
SEGURIDAD SOCIAL	\$ 8.733.400,00	SEGURIDAD SOCIAL	\$ 8.733.400,00
BIATICOS	\$ 12.598.635,00	TOTAL	\$ 52.246.305,00
SUBCONTRATOS	\$ 65.896.365,00	PORCENTAJE	3%
HONORARIOS	\$ 12.000.000,00		
TOTAL	\$ 142.741.305,00		
PORCENTAJE	8%		
MATERIALES		MATERIALES	
	\$ 1.836.154.780,00	VALOR PROYECTO	\$ 1.836.154.780,00
HERRAMIENTAS	\$ 28.963.005,00	HERRAMIENTAS/EQUIPOS/VEHICULO	\$ 36.122.600,00
HERRAMIENTAS MENORES	\$ 12.369.854,00	ACERO	\$ 21.096.144,00
EQUIPOS	\$ 15.639.854,00	CEMENTO	\$ 165.896.320,00
EQUIPOS ELECTICOS	\$ 35.968.095,00	MADERA	\$ 393.750,00
ACERO	\$ 36.985.964,00	COMPRADO EN MEDELLIN	\$ 93.431.688,00
CEMENTO	\$ 165.896.320,00	FERRETERIA CISNEROS	\$ 3.284.930,00
MADERA	\$ 12.698.754,00	EPP-SEÑALIZACION	\$ 1.021.395,00
MATERIALES VARIOS	\$ 85.613.540,00	CAJA MENOR	\$ 4.506.410,00
FERRETERIA CISNEROS	\$ 3.284.930,00	MAQUINARIA/AGREGADOS	\$ 125.404.000,00
EPP-SEÑALIZACION	\$ 1.021.395,00	TOTAL	\$ 451.157.237,00
CAJA MENOR	\$ 5.986.547,00	PORCENTAJE	25%
MAQUINARIA/AGREGADOS	\$ 140.000.000,00		
TOTAL	\$ 544.428.258,00		
PORCENTAJE	30%		
OTROS		OTROS	
	\$ 1.836.154.780,00	VALOR PROYECTO	\$ 1.836.154.780,00
COMISIONES	\$ 12.000.000,00	COMPROMISOS	\$ 85.000.000,00
BONIFICACIONES	\$ 30.000.000,00	TOTAL	\$ 85.000.000,00
COMPROMISOS	\$ 85.000.000,00	PORCENTAJE	5%
TOTAL	\$ 127.000.000,00		
PORCENTAJE	7%		

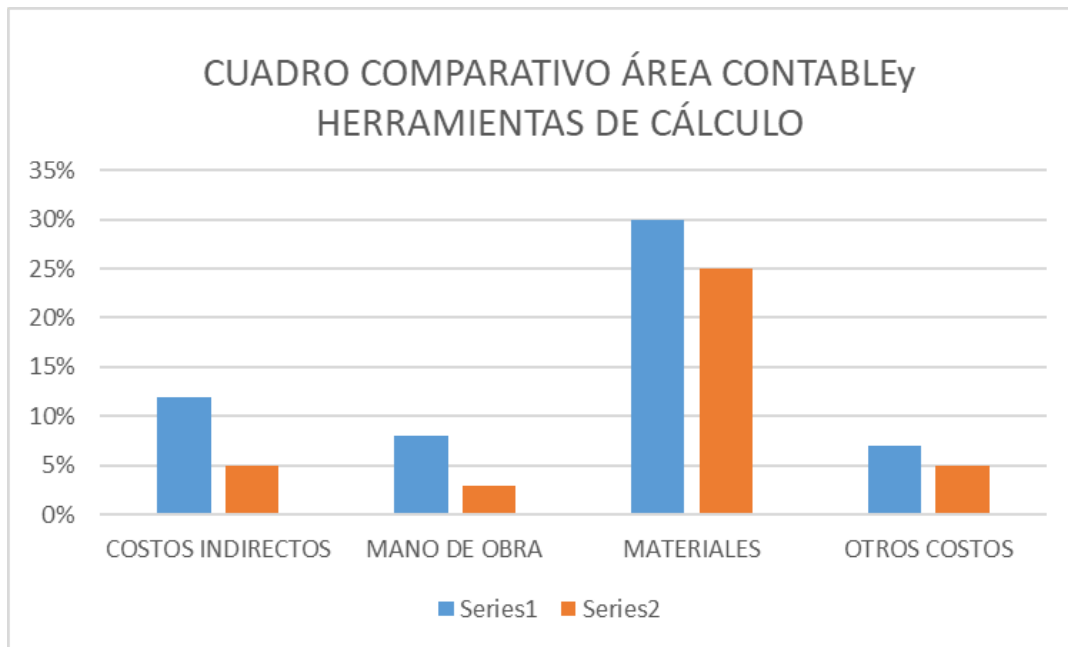


Figura 19 Cuadro comparativo área contable y herramienta de cálculo.

Tabla 9. Cuadro comparativo área contable herramientas de cálculo.

CONCEPTO	HERRAMIENTAS DE CÁLCULO %	ÁREA CONTABLE %
COSTOS INDIRECTOS	12%	5%
MANO DE OBRA	8%	3%
MATERIALES	30%	25%
OTROS COSTOS	7%	5%

La información contenida en las tablas refleja las diferencias encontradas en el análisis comparativo (Tabla 8 y Figura 7) donde independientemente del resultado se pudo determinar una ventaja significativa en la detección temprana de discrepancias o sobrecostos asociados, sin embargo se vislumbró que la herramienta posee ciertas limitaciones ya que agrega a su funcionamiento el factor humano quien es quien digitaliza y/o alimenta la información la cual a la más mínima omisión derrumba el resultado obtenido por lo cual se deberá trabajar en buscar una solución definitiva para unos resultados exactos y sin ninguna incongruencia. Finalmente, en esta etapa se desarrolló una ruta metodológica que optimiza el proceso de integración de la información contable y la financiera para futuros proyectos. La ruta propone un enfoque estandarizado en experiencias donde rendir la información a detalle con la creación de centros de costos para cualquier actividad no prevista por mínima que sea y una actualización constante de la misma podrá garantizar muy cercanos a la realidad del proyecto y una conciliación eficiente y veraz. De esta manera tendremos una información fehaciente, en tiempo real y una contabilidad que haga honor a su fundamento más allá del cumplimiento de un requisito normativo.

4. CONCLUSIONES

A lo largo de esta investigación logramos identificar variables críticas que afectan de manera significativa la conciliación en tres la información contable y la financiera en el proyecto caso de estudio así como de los proyectos que guardan relación en el sector de la construcción logrando

cumplir los objetivos planteados al inicio del estudio, los hallazgos muestran claramente que existen una cantidad de gastos en el proyecto que normalmente no son contabilizados o por lo menos no debidamente contabilizados haciendo que al momento de realizar un cruce de información con el departamento financiero existan faltantes o discrepancias, los ajustes de precios a lo largo del proyecto frente a lo inicialmente planteado también puede generar errores, los ajustes en la mano de obra y elementos similares dificultan una documentación contable veraz y oportuna. La implementación de la herramienta de cálculo encontrada permitió detectar desajustes que el análisis contable tradicional no había identificado lo que representa un avance significativo para la gestión de proyectos de infraestructura. En cuanto a las aplicaciones prácticas en el campo la herramienta demostró generar un proceso útil para mejorar la precisión y eficiencia en la generación de informes financieros en proyectos de pavimentación y similares del sector, su capacidad de detectar y corregir errores en tiempo real sugiere que su aplicabilidad en proyectos similares puede mejorar la inversión de recursos y toma de decisiones tempranas y oportunas. En términos teóricos podemos decir que la investigación contribuye al campo de la contabilidad aplicada a la construcción al demostrar la importancia de un enfoque integrado que combine métodos contables tradicionales con herramientas tecnológicas avanzadas. No obstante, la investigación también demostró que la herramienta posee algunas limitaciones ya que si bien es efectiva depende de una rendición de información veraz y completa en todos los ciclos del proyecto.

5. AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestra más sincera gratitud al Colegio Mayor de Antioquia, nuestra alma mater desde el pregrado, por brindarnos las herramientas y el apoyo necesario para desarrollar esta investigación. Agradecemos también a Paola, ejecutiva del software SINCO, por su valiosa asistencia durante todo el proceso. Finalmente, dedicamos este trabajo a nuestras familias e hijos, quienes han sido nuestra mayor fuente de motivación y fortaleza a lo largo de este recorrido académico.

6. REFERENCIAS

- Casey, D. (2000). Financial Management and Accounting for the Construction Industry. LexisNexis. <https://books.google.com.co/books?id=polZnQAACAAJ>
- John Eddson Burgos Burgos y Lorenzo Bonisoli (2016): "La investigación contable un aporte predictivo para las finanzas empresariales: competencias y razonabilidad para su tratamiento", Revista Caribeña de Ciencias Sociales (junio 2016). En línea: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2016/06/investigacion.html>
- Machado R., Marco A. Contabilidad y realidad: Una relación crítica bajo el enfoque de la representación Actualidad Contable Faces, vol. 12, núm. 19, julio-diciembre, 2009, pp. 38-55.
- Manrique Reyes, Yanet. (2017). Diseño de un modelo de gestión para mejorar la rentabilidad mediante el incremento de la productividad y el control de los costos en proyectos de construcción. Universidad Ricardo Palma. Perú.
- Muehlhausen, F. B., & Chen, Y. (2022). Practical Construction Accounting and Financial Management. Purdue University Press. https://books.google.com.co/books?id=_g6ozgEACAAJ
- Peterson, S. J. (2013). Construction Accounting and Financial Management. Pearson. <https://books.google.com.co/books?id=TXtIXwAACAAJ>

- Sáenz de Ormijana Llamas, María. (2014). Análisis de la contabilidad en el sector de la construcción en Estados Unidos. Universidad Pontificia Comillas. España.
- Salazar Salazar, Carlos David. (2012). Un modelo contable del sector construcción en Colombia. *Adversia*, (10). Recuperado a partir de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/adversia/article/view/12556>.
- Salazar, C. D. (2016). *Un modelo contable del sector construcción en Colombia*. Universidad de Antioquia.

ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) EN LA ETAPA DE ACABADOS, PARA LA PARAMETRIZACIÓN EN LOS DISEÑOS. CASO DE ESTUDIO APARTAMENTOS ARAGUA PRIMAVERA

Juan Gabriel Corrales Castrillón¹, Edison Leandro Florez Ceballos¹, Astrid Carolina Aguilar Arango¹, Sergio Andrés Arboleda López¹

¹ Grupo de Investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, jgcorrales@est.colmayor.edu.co, edisonf@est.colmayor.edu.co, aaguilar@est.colmayor.edu.co, sergio.arboleda@colmayor.edu.co

Palabras clave: Residuos de construcción y demolición, acabados, parametrización de diseños.

1. INTRODUCCIÓN

La construcción sostenible es la práctica de planear, diseñar, construir, operar y habitar proyectos de construcción para que sean económicamente eficientes, minimicen su impacto negativo en el ambiente y maximicen su impacto positivo en los usuarios y en las comunidades a lo largo de su ciclo de vida. Este análisis abarca aspectos importantes como la eficiencia energética, la gestión del agua, el uso de materiales sostenibles y la reducción de residuos (Kibert, 2016). Los residuos de construcción y demolición (RCD), que incluyen materiales como hormigón, madera y vidrio, presentan un desafío ambiental considerable debido a su gran volumen y la forma inadecuada en que son desechados, lo que puede contaminar el aire, el suelo y el agua. La etapa de acabados nos lleva a que planifiquemos de una forma detallada y meticulosa, lo que nos permite la implementación de nuevas tecnologías así logrando una disminución considerable en el volumen de desechos. Metodologías como la parametrización de algunos materiales empleados, la instalación, la reutilización de materiales sobrantes e implementación de programas son fundamentales para la reducción del impacto ambiental y la eficiencia del proyecto. Una adecuada administración de los RCD no solo trae grandes beneficios en la sostenibilidad del cualquier proyecto, sino también económicos y sociales; reduce costos asociados con la eliminación de residuos y fomenta el empleo en el sector del reciclaje, mejorando la calidad de vida de las comunidades cercanas a las áreas de construcción (Kibert, 2016). Es crucial que los proyectos de construcción cumplan con normativas ambientales, como la Resolución 1257 de 2021, que establece directrices para la gestión integral de los residuos de construcción y demolición (Minambiente, 2021).

Investigaciones recientes han analizado la gestión de RCD. Por ejemplo, Nikmehr et al. (2021) crearon herramientas basadas en BIM para gestionar los RCD, subrayando la notable contribución del sector de la construcción a la generación de residuos y destacando que el uso de BIM puede reducir los costos de gestión de residuos hasta un 57%. También enfatizaron la necesidad de adoptar políticas como las "3-Rs" (reducir, reutilizar, reciclar) para mitigar el impacto ambiental. Villoria Sáez y del Río Merino et al. (2024) implementaron un procedimiento de prevención y gestión de RCD en Europa enfocado en una transición hacia un modelo circular, señalando que, mientras algunas grandes empresas han adoptado prácticas sostenibles, las más pequeñas aún están rezagadas. Xu y Lu et al. (2019) discutieron el diseño orientado a la gestión de residuos, destacando que las decisiones tomadas en la etapa de diseño pueden reducir considerablemente la cantidad de residuos generados. Waheed, Khodeir y Fathy et al. (2024)

investigaron la combinación de metodologías lean y sostenibilidad para reducir residuos desde las etapas de diseño inicial, encontrando fallas en la comprensión de su aplicación en esta fase. Por último, Meshref et al. (2023) sugirieron utilizar dinámicas de sistemas para disminuir residuos en proyectos industriales, resaltando que las decisiones de diseño pueden afectar hasta el 33% de los desperdicios generados.

La generación de residuos de la construcción y demolición (RCD) es un gran desafío para el sector de la construcción, no solo en el ámbito ambiental sino también económico. La fase de acabados en un proyecto, es la que mayor cantidad de RCD genera dentro de la construcción; es una etapa crítica a la cual debemos prestar mayor atención, ya que puede elevar los costos de un proyecto, si esta no es planificada meticulosamente. En el proyecto de apartamentos ARAGUA PRIMAVERA, se ha notado un elevado volumen de RCD durante esta etapa, por lo cual pudimos constatar que la falta de parametrización o metodologías que me permitan una comunicación asertiva entre el equipo de diseño y el equipo de construcción era evidente. Esta falta de comunicación no permite la identificación temprana de errores durante el proceso, lo cual aumentaba la generación de residuos por los reprocesos continuos. Por lo tanto, es primordial la identificación de actividades que me generen mayor cantidad de residuos, establecer metodologías de trabajo colaborativo, que me permita desarrollar estrategias para la reducción e implementación de tecnologías que creen una comunicación asertiva y eficiente entre los equipos de trabajo involucrados; teniendo como objetivo principal la reducción de RCD mediante la creación de una guía con especificaciones técnicas aplicables a esta etapa crítica del proyecto. Esto no solo se verá reflejado en la sostenibilidad del proyecto, sino también en una reducción considerable de los costos y el tiempo de ejecución del proyecto.

2. METODOLOGÍA

En la Figura 1 se presenta el diagrama metodológico, enfocado en las etapas de categorización de las actividades de mayor generación de RCD en la etapa de acabados del proyecto ARAGUA PRIMAVERA, el planteamiento de una metodología de trabajo colaborativo entre las etapas de diseño y construcción y la generación de una guía con especificaciones técnicas en el diseño, para la disminución de RCD en la etapa de acabados.

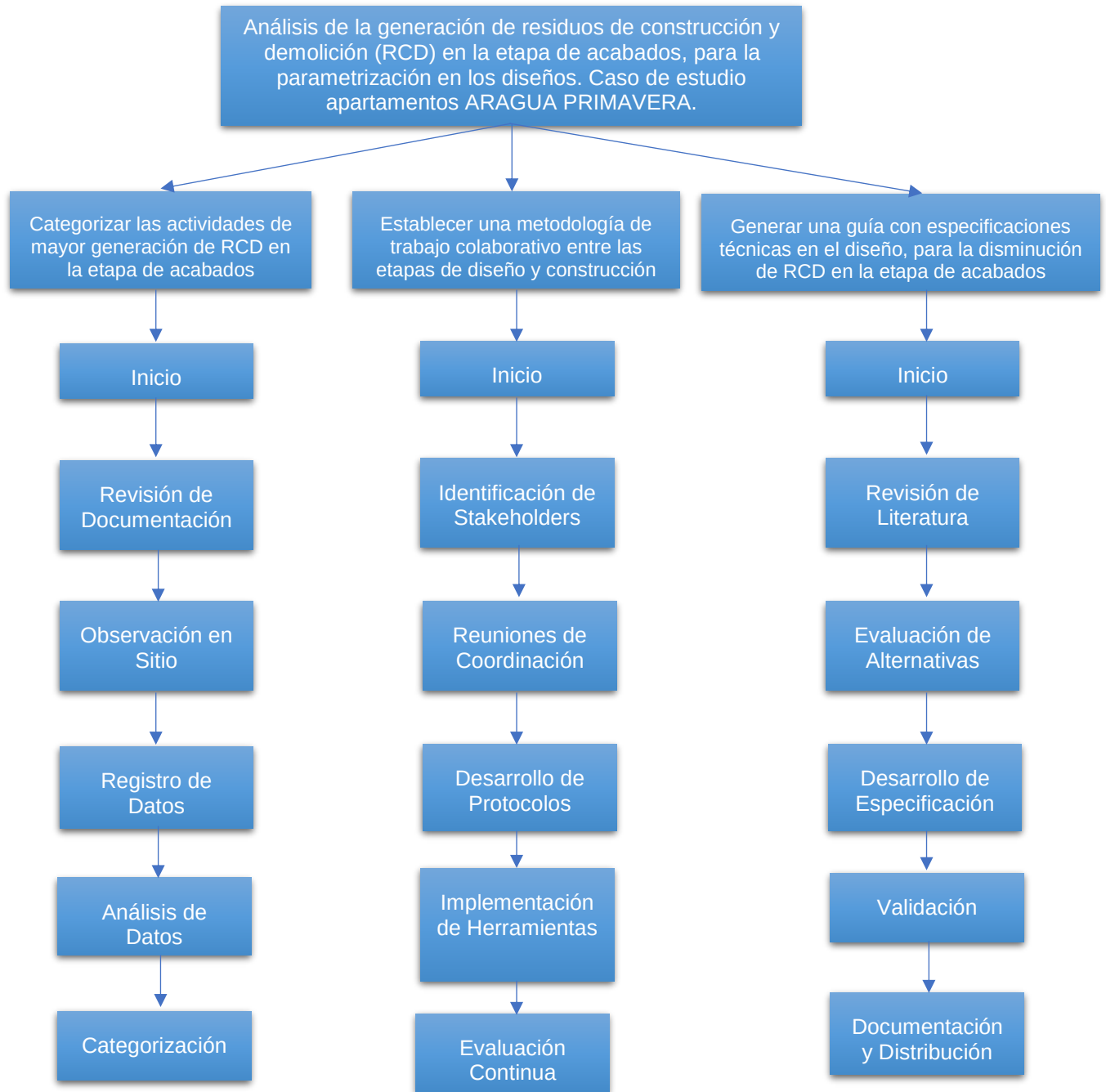


Figura 20. Diagrama metodológico.

A continuación, en la Figura 2, Figura 3 y Figura 4, se contextualiza la distribución arquitectónica del proyecto en estudio.

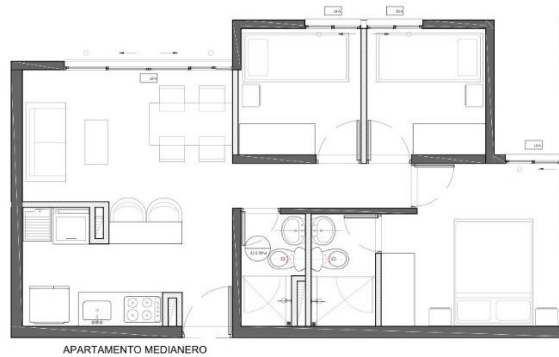


Figura 2. Planta Típica Apartamento Aragua Primavera

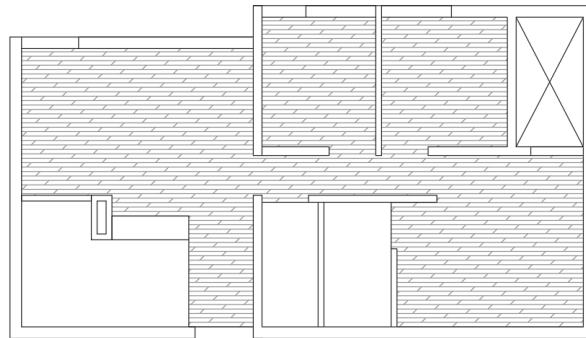


Figura 3. Planta Típica Apartamento Aragua Primavera distribución de piso en cerámica.

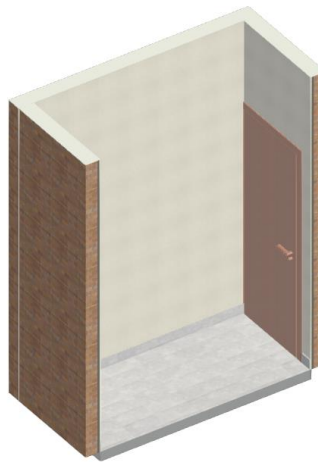


Figura 4. Vista 3D Baño Apartamento Aragua Primavera distribución de piso en cerámica.

2.1 Categorización de actividades de generación de RCD

Con el primero objetivo planteado, se pretende categorizar cuáles son las actividades que generan mayor cantidad de residuos de construcción y demolición (RCD) en el proyecto caso de estudio Apartamentos Aragua Primavera. Iniciando con la recopilación y revisión de la documentación, en la cual buscamos encontrar información a mayor detalle, que nos brinde un

panorama y contexto amplio del proyecto, tales como; planos constructivos, especificaciones técnicas y constructivas e informes que lleven un registro del proceso desarrollado, lo que también nos lleva a comprender cuales son los requisitos necesarios para cumplir a satisfacción con el proyecto.

Luego de contar con la información y tener claro a donde queremos llegar con el proyecto, se realizan visitas de campo o en Sitio donde logramos identificar en que etapa y que actividades se están desarrollando. Logrando registrar en cada visita la cantidad de RCD generados por las actividades que se llevaban a cabo y como era su proceso constructivo, de corte o instalación; aquí logramos verificar que elementos son cruciales en la generación de Residuos.

Una vez recolectada la información, se realizó un análisis y comparación de datos en la cual logramos identificar que actividades son las que nos impactan o contribuyen con la mayor generación de RCD dentro del proyecto. Aquí logramos categorizar las actividades según su generación de residuos, yéndonos del mayor al menor generador, identificando a su vez en que etapa o fase se encuentra para prestar una atención especial y así brindar una solución inmediata en la reducción de RCD.

2.2 Establecimiento de metodología colaborativa

Con la metodología de trabajo colaborativa entre la etapa de Diseño y construcción no solo se busca una reducción en RCD si no también una mayor eficiencia en el desarrollo del proyecto; por esto, en esta fase es crucial la cooperación entre las partes interesadas del proyecto Aragua Primavera. Aquí se inicia con la identificación de los actores o colaboradores relevantes en el proyecto tales como diseñadores y dibujantes, residentes y operarios involucrados en la etapa a ejecutar.

La planificación de comités o reuniones constantes de coordinación entre los equipos de diseño y equipos de construcción fue fundamental para la actualización e intercambio de información, logrando identificar de una manera mucho más acertada, como plasmar cada proceso constructivo en el diseño, que fuese más real y clara. En este punto logramos discutir estrategias y tomar acciones para así lograr un trabajo más eficiente entre ambos equipos; con lo anterior se desarrollaron protocolos y procedimientos claros que permitieron una comunicación más asertiva entre las partes.

Además, la implementación y uso de herramientas tecnológicas Colaborativas fue crucial, como el software de Modelado de Información de Construcción (BIM), para la integración entre las partes interesadas, ya que nos permite visualizar de una manera muchas más clara en tiempo real al proyecto, lo que permitió estar realizando un chequeo o seguimiento constante y realizar actualizaciones de ser necesarias, así evitando reprocesos, malentendidos o errores que aumentan la cantidad de RCD generado y retrasos en el proyecto.

Como es debido, la retroalimentación y evaluación es importante para comprobar la efectividad de la metodología colaborativa; permitiéndonos realizar ajustes o mejores de ser necesario.

2.3 Generación de guía con especificaciones técnicas

En la tercera fase, se crea una guía con especificaciones técnicas que nos ayuden a fomentar la disminución de RCD durante la fase de acabados del proyecto Aragua primavera; aquí se realizó una revisión literaria detallada y de esta manera se encontraron las mejores prácticas y técnicas disponibles en el mercado permitieron generar una reducción considerable de los RCD en esta etapa crítica.

Se evalúan diferentes alternativas, de materiales de construcción, procesos constructivos y tecnologías que se aplicaron para así generar una mayor reducción de los residuos en la etapa

de acabados. Adaptando estas particularidades a las características específicas del proyecto.

Así se desarrolló una guía de especificaciones técnicas para la etapa de acabados del proyecto en particular que permitió promover una reducción considerable de los residuos en esta etapa basada en la revisión literaria y evaluación de las diferentes alternativas encontradas.

Cada una de estas especificaciones fueron evaluadas y validas por expertos en las áreas de diseño y construcción para así certificar su viabilidad y efectividad en la práctica. Una vez aprobadas se documentó y distribuyó en el equipo de diseño y el equipo de construcción del proyecto. Esto favoreció una gestión sostenible y eficaz de los residuos de construcción y demolición (RCD), disminuyéndolos al máximo; lo que con llevo también a una mejora en los procesos mostrando una reducción en costos y tiempos del proyecto.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Categorización de actividades de mayor generación de RCD

Como resultado del análisis de datos en esta primera fase, de todas las actividades vinculadas al proyecto, se identifica que la actividad de instalación de cerámica es una de las actividades que genera una mayor cantidad de residuos de construcción y demolición (RCD) durante la fase de acabados. El análisis de los datos recolectados en el sitio sugiere que aproximadamente el 30% del material cerámico utilizado termina siendo desechado, principalmente debido a los cortes y ajustes necesarios para su instalación adecuada.

Además de esto, se identificó que la selección de los materiales en la etapa de diseño es crucial para garantizar la disminución de RCD, así mismo lograr una planificación adecuada permitirá realizar los cortes e instalación precisa de la cerámica, lo que dará como resultado una disminución en los desechos. Los datos estadísticos recopilados permiten clasificar las actividades en distintas categorías, ayudando a identificar cuáles generan un mayor volumen de RCD y cuáles son más eficientes en términos de material desperdiciado.

Análisis de datos:

Cerámica Comprada: 48,1 m² de enchape para piso.

Cerámica instalada:

- Piso: 42 m².
- Zócalo: 43 m, equivalentes a 3,9 m².
- Total, instalado: $42 + 3,9 = 45,9 \text{ m}^2$

Cantidad de material sobrante:

$$\text{Sobrante} = \text{Material comprado} - \text{Material instalado}$$

$$\text{Sobrante} = 48.1 \text{ m}^2 - 45.9 \text{ m}^2 = 2.2 \text{ m}^2$$

Porcentaje de RCD generado:

$$\text{Porcentaje de RCD} = \left(\frac{\text{Sobrante}}{\text{Material Comprado}} \right) \times 100$$

$$\text{Porcentaje de RCD} = \left(\frac{2.2}{48.1} \right) \times 100 = 4.57\%$$

Resultados:

RCD en m²: Se generaron 2,2 m² de residuos.

Porcentaje de RCD: El 4,57% del material comprado se convirtió en residuos, lo cual es relativamente bajo y sugiere un uso eficiente del material.

Eficiencia del Material:

Material comprado: 48,1 m².

Material instalado: 45,9 m².

Cálculos:

$$Eficiencia (\%) = \left(\frac{Materia\ Instalado}{Material\ Comprado} \right) \times 100$$

$$Eficiencia (\%) = \left(\frac{45,9}{48,1} \right) \times 100$$

$$Eficiencia (\%) = 95,42\%$$

Resultado:

La eficiencia del material es 95,42%, lo que significa que el 4,58% del material se perdió como residuos. Este porcentaje es bastante bueno, ya que indica un uso eficiente del material.

Tabla 1. Análisis de Generación de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en la Etapa de Acabados

Categoría de Actividad	Actividad Específica	Área de RCD Generado	Tipo de RCD	Eficiencia en Uso de Materiales (%)	Observaciones
Cerámica	Colocación de pisos cerámicos	2,2 m ²	Fragmentos de cerámica, pegamento	95,42%	Selección de materiales con alta precisión de fabricación

Descripción de Columnas:

- Categoría de Actividad: Agrupación general de las tareas dentro de la etapa de acabados.
- Actividad Específica: Detalle de la tarea concreta dentro de la categoría.
- Área de RCD Generado: Cantidad de residuos producidos durante la actividad, medida en metros cuadrados (m²) o toneladas (t), según corresponda.
- Tipo de RCD: Clasificación de los residuos generados (E.G., reciclables, no reciclables, peligrosos).
- Eficiencia en Uso de Materiales (%): Porcentaje que indica qué tan eficientemente se están utilizando los materiales, donde un porcentaje más alto representa menor desperdicio.
- Observaciones: Comentarios adicionales sobre prácticas implementadas para reducir residuos o mejorar la eficiencia.

3.2 Implementación de una metodología colaborativa

Establecer una comunicación y metodología colaborativa entre los equipos de diseño y construcción fue relevante para lograr así, una disminución considerable de los RCD en la etapa de acabados. El concepto de constructibilidad aplicado en las primeras etapas del proyecto, aseguro la viabilidad de este, no solo empleándolo en la fase de acabados, sino que también nos permitió reflejarlo en las demás actividades; lo que llevó a lograr una eficiencia en el proyecto evidenciándose en los costos y tiempos. El uso de herramientas tales como AutoCad, Revit y Modelado de Información de Construcción (BIM) ha permitido al equipo tener una comunicación fluida y constante, compartiendo información en tiempo real y así lograr identificar los requerimientos de materiales y decisiones de diseño casi que inmediato, lo cual facilita modificaciones en las especificaciones, así también como la reducción de cortes y desperdicios.

Cada uno de los actores claves en el desarrollo del proyecto, han confirmado una mejora en la comunicación lo que ha propiciado una coordinación más eficiente entre el equipo de Diseño y el equipo de construcción. La implementación de comités semanales, ha permitido planificar, diseñar y gestionar estrategias que fomenten una construcción sostenible; logrando identificar la selección de materiales apropiados, cortes precisos e instalaciones adecuadas y eficientes, lo

que se traduce a una reducción en RCD, en tiempo de construcción y costos de la obra.

Tabla 2. Presupuesto inicial etapa de acabados.

PRESUPUESTO DE OBRA					
Fecha:		19/03/2024			
Obra:		Apto torre 4 Aragua Primavera Grados			
Ciudad:		Caldas, Antioquia			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1		ACABADOS			
					\$7.769.690
1,01	Suministro de enchape piso cerámica de .24*.90	m2	48,10	\$74.900	\$3.602.690
1,02	Suministro de enchape de duchas y salpicadero cocina porcelanato .60*.60	m2	14,30	\$65.000	\$929.500
1,03	Suministro de pegacor bulto x 25k	und	16,00	\$42.000	\$672.000
1,04	Suministro de lechada	k	10,00	\$7.500	\$75.000
1,05	Suministro de broncoelastico para impermeabilizar duchas	gal	1,00	\$95.000	\$95.000
1,06	Instalación de enchape piso	m2	48,10	\$25.000	\$1.202.500
1,07	Instalación de zócalo	m	48,00	\$11.000	\$528.000
1,08	Instalación enchape ducha y salpicadero cocina 9.5 m5	gl	1,00	\$665.000	\$665.000
2					
					\$530.000
2,01	Empaque y botada de escombros (viaje)	und	1,00	\$350.000	\$350.000
2,02	Protección de pisos y aseo de obra	m2	40,00	\$4.500	\$180.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS					\$8.299.690
Administración				8%	\$663.975
Utilidad				5%	\$414.985
IVA DEL 19% SOBRE DE UTILIDAD				19%	\$205.002
TOTAL					\$9.583.652

Tabla 3. Presupuesto final etapa de acabados

PRESUPUESTO DE OBRA					
Fecha:	30/04/2024				
Obra:	Apto torre 4 Aragua Primavera Grados				
Ciudad:	Caldas, Antioquia				
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	ACABADOS				
					\$7.049.400
1,01	Suministro de enchape piso cerámica de .24*.90	m2	42,00	\$74.900	\$3.145.800
1,02	Suministro de enchape de duchas y salpicadero cocina porcelanato .60*.60	m2	13,44	\$65.000	\$873.600
1,03	Suministro de pegaCor bulto x 25k	und	16,00	\$42.000	\$672.000
1,04	Suministro de lechada	k	10,00	\$7.500	\$75.000
1,05	Suministro de broncoelastico para impermeabilizar duchas	gal	1,00	\$95.000	\$95.000
1,06	Instalación de enchape piso	m2	42,00	\$25.000	\$1.050.000
1,07	Instalación de zócalo	m	43,00	\$11.000	\$473.000
1,08	Instalación enchape ducha y salpicadero cocina 9.5 m5	gl	1,00	\$665.000	\$665.000
2					
					\$530.000
2,01	Empaque y botada de escombros (viaje)	und	1,00	\$350.000	\$350.000
2,02	Protección de pisos y aseo de obra	m2	40,00	\$4.500	\$180.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS					\$7.579.400
	Administración			8%	\$606.352
	Utilidad			5%	\$378.970
	IVA DEL 19% SOBRE DE UTILIDAD			19%	\$187.211
TOTAL					\$8.751.933

Análisis de Datos:

Se comparan los escenarios mostrados en la Tabla 1 y Tabla 2

- Costo total inicial (15 días): \$9.583.652
- Costo total final (9 días): \$8.751.933
- Reducción de costos:

$$\text{Reducción} = 9.583.652 - 8.751.933 = \$ 831.719$$

Esto representa una reducción del:

$$= \left(\frac{\text{Reduccion}}{\text{Costo Total Inicial}} \right) \times 100$$

$$= \left(\frac{831.719}{9.583.652} \right) \times 100 = 8,68\% \text{ en costos Totales}$$

Costos directos:

- Inicial: \$8,299,690
- Final: \$7,579,400
- Reducción en costos directos: $8.299.690 - 7.579.400 = \720.290

Ítems significativos:

- Suministro de enchape de piso (2,01):
Inicial: 48.1 m² (\$3.602.690).

Final: 42 m² (\$3.145.800).

Ahorro: \$456.890 (reducción del material).

- *Instalación de enchape de piso (2,06):*

Inicial: \$1.202.500.

Final: \$1.050.000.

Ahorro: \$152.500.

Eficiencia en tiempo:

Pasar de 15 días a 9 días representa una reducción del tiempo de ejecución del:

$$\text{Reduccion en Tiempo (\%)} = \left(\frac{15-9}{15} \right) \times 100 = 40\%$$

Resultados:

- *Costos:* La reducción del tiempo de ejecución llevó a una disminución de costos, especialmente en materiales como el enchape de pisos.
- *Eficiencia:* La obra fue ejecutada en un 40% menos de tiempo, manteniendo una buena proporción en los costos.
- *Impacto económico:* La optimización en tiempo resultó en un ahorro significativo sin afectar la calidad estimada del proyecto.

3.3 Desarrollo de una guía de especificaciones técnicas:

La construcción de una guía que presenta las especificaciones técnicas constructivas en la etapa de diseño, para así obtener como resultados una disminución de residuos de construcción y demolición en la fase de acabados, ha resultado ser una herramienta que facilita y fomenta en medida considerable la sostenibilidad y disminución de RCD del proyecto. Cada una de las especificaciones técnicas son descritas de una forma detallada y minuciosa, que se hace entendible para cualquier área y fase del proyecto. Esta guía es una descripción detallada que nos ayuda en la selección de materiales adecuados para la disminución de cortes, metodologías y procesos de instalación en diferentes espacios más prácticos que nos favorecen en la disminución de desechos. Por ejemplo, se recomienda el uso de baldosas de gran formato en lugar de piezas pequeñas, lo que reduce significativamente el número de recortes necesarios.

Igualmente, se incluyó en la guía diferentes alternativas que puedan ser implementadas para reutilización de los residuos de los diferentes materiales empleados en el proyecto, que pueden ser reutilizados en otras áreas, fases o en construcciones próximas. La aprobación de cada una de estas especificaciones por parte de expertos, a certificado que su aplicación a traído grandes beneficios y ha permitido desarrollar el proyecto de forma eficiente, mostrando una disminución en RCD, costos y tiempos. Los equipos de construcción ya han comenzado a incorporar algunas de estas prácticas, y los resultados preliminares indican una reducción del 20% en la generación de residuos en las actividades donde se han aplicado estas técnicas.

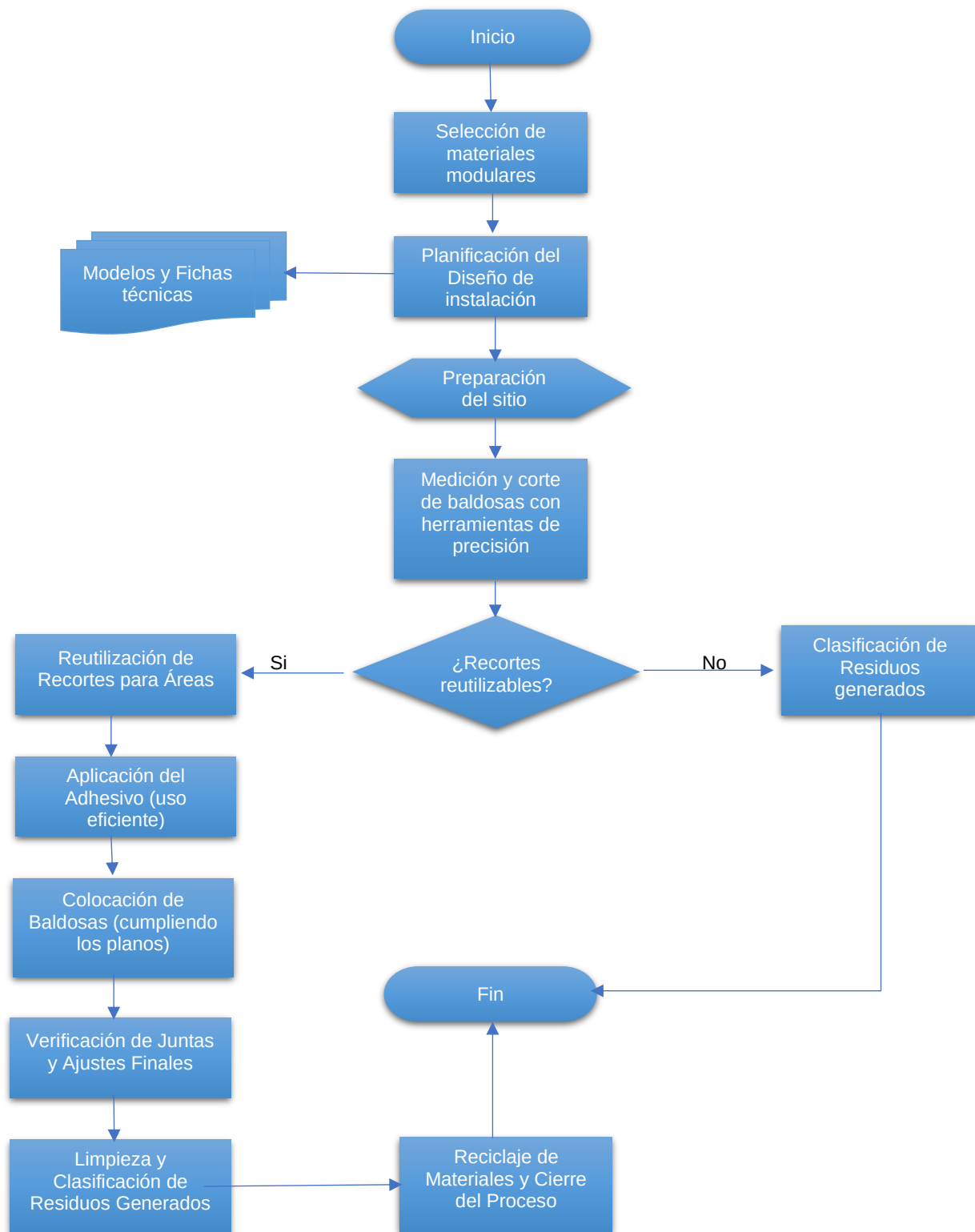


Figura 5. Diagrama de procesos estratégicos para la instalación de pisos en cerámica.

4. CONCLUSIONES

El presente estudio ha evidenciado que la generación de residuos de construcción y demolición (RCD) durante la fase de acabados puede disminuir de manera significativa al implementar herramientas paramétricas en el diseño y adoptar metodologías colaborativas entre los equipos de diseño y construcción. La categorización de cada una de las actividades ejecutadas dentro del proyecto Aragua Primavera ha permitido identificar las actividades con mayor generación de residuos y las áreas críticas, permitiéndonos actuar de una forma eficiente en la selección y usos de los materiales empleados.

Implementar una metodología de comunicación entre las partes interesadas demostró una eficiencia en la disminución de los RCD, y no solo la interacción si no también las tecnologías implementadas para la ejecución de estas actividades, ya que se disminuye las probabilidades de errores en el proceso y reprocesos a futuro. Herramientas como el BIM (Modelado de Información de Construcción) permitieron una comunicación integrada y fácil de entender y manipular, con información inmediata que permite la toma de decisiones y modificaciones en tiempo real, llevándonos a una disminución considerable de RCD.

Se logro como resultado, después de un arduo trabajo; la recolección de información que nos permitió crear una guía con especificaciones técnicas que nos llevan a una reducción considerable de RCD, presentando un avance considerable en la gestión de residuos durante la fase de acabados. En la guía no solo proporcionamos información que nos permita realizar una selección de materiales adecuados, métodos de instalación apropiado, sino que también promueve la sostenibilidad en las diferentes etapas de un proyecto de construcción. Se busca promover con esta guía el desarrollo de nuevas políticas y prácticas que fomenten la sostenibilidad en la industria de la construcción, impulsando el uso de nuevas tecnologías, eficiencia en los recursos y disminuyendo el impacto ambiental en futuros proyectos.

5. AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestra más sincera gratitud a todos nuestros familiares por habernos acompañado en este proceso, a nuestros tutores Sergio Arboleda López y Nicolás Pardo por haber confiado y guiarnos durante este tiempo, a nuestros compañeros por contribuir con su experiencia y experticia en este campo, a la empresa Mantenimiento y Construcciones Jafet S.A.S por permitirnos hacer parte de su equipo de trabajo para así cooperar en sus procesos con nuestra investigación y a la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia que ha contribuido al desarrollo y éxito de esta investigación. Muchas gracias.

6. REFERENCIAS

Guyer, J. P. (2023). An Introduction to Recycling Construction and Demolition Waste for Professional Engineers. Amazon Digital Services LLC - Kdp. <https://books.google.com.co/books?id=SeS5zwEACAAJ>

Kibert, C. J. (2016). Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery. Wiley. <https://books.google.ad/books?id=2xgWCgAAQBAJ>

Meshref A.; Elkasaby E.; Abdel Kader Mohamed Farid A; (2023); Reducing construction waste in the construction life cycle of industrial projects during design phase by using system dynamics; Journal of Building Engineering; 69; www.elsevier.com/locate/jobee

Minambiente. 2021. Resolución 1257 de 2021. Por la cual se modifica la Resolución 0472 de 2017 sobre la gestión integral de Residuos de Construcción y Demolición – RCD y se adoptan

otras disposiciones.

Nikmehr B.; Hosseini M.; Wang J.; Chileshe N.; (2021) Rameezdeen R. BIM-Based Tools for Managing Construction and Demolition Waste (CDW): A Scoping Review. Sustainability, 13, 8427. <https://doi.org/10.3390/su13158427>

Villoria P.; Del Río Merino M.; (2024); Procedure for Waste Prevention and Management to Implement Best Practices in the Design and Construction of a Building; Springer Tracts in Civil Engineering; 15 – 24; <https://doi.org/10.1007/978-3-031-45980-1>

Waheed W.; Khodier L.; Fathy F.; (2024); Integrating lean and sustainability for waste reduction in construction from the early design phase; HBRC JOURNAL; VOL. 20, NO. 1, 337–364; <https://doi.org/10.1080/16874048.2024.2318502>

Xu J.; Lu W.; (2019); Design for construction waste management; Department of Real Estate and Construction, The University of Hong Kong, Hong Kong, China.; 7; <https://www.researchgate.net/publication/337560974>

INFLUENCIA DE LAS DECISIONES LOGÍSTICAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VÍAS PRIMARIAS EN EL ORIENTE ANTIOQUEÑO. CASO DE ESTUDIO PARCELACIÓN HORIZONTES

Manuela Guerra Sánchez¹, Dyango Alexander Betancur Gómez¹, Sebastián Arredondo Ballesteros¹
Edison Aldemar Hincapie Atehortua¹

¹ Grupo de Investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, mguerras@est.colmayor.edu.co dalexanderbetancur@est.colmayor.edu.co sarredondo@est.colmayor.edu.co edison.hincapie@colmayor.edu.co

Palabras clave: Logística, decisiones, vías primarias, canteras.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de infraestructuras viales es un proceso de gran rigor técnico, pero a lo largo de este trabajo se evidencia que juegan papeles de gran importancia los económicos y logísticos, que tendrán un especial manejo para garantizar el éxito de los proyectos teniendo en cuenta que la utilización de la planificación influye directamente en la adquisición y suministro de materiales, como los agregados. Se utilizará un caso de estudio en la parcelación horizontes en el oriente cercano de Antioquia, el cual es un proyecto de construcción de carreteras que involucra la logística en varios grados para elegir y evaluar a los proveedores de agregados. Según Cruzado et al. (2015), la logística implica la planificación, implementación y control eficientes del flujo de materiales y de la información relacionada, desde su origen hasta su fase final, para satisfacer las necesidades del cliente.

La viabilidad económica, la calidad y la sostenibilidad son tres ámbitos desde los que se abordan la investigación. La logística no solo es el transporte de los materiales, sino que abarca todo un proceso de planificación, gestión de costos y toma de decisiones. Soto et al. (2012) sostienen que la selección de proveedores es fundamental, ya que define la calidad y disponibilidad de los materiales necesarios para la obra. Para este proyecto, es fundamental evaluar los proveedores disponibles en las regiones del Valle de Aburrá y el Valle San Nicolás, considerando factores como la distancia, costos de transporte, calidad de los materiales y la capacidad de suministro de cada uno. Con el objetivo de definir este como principal insumo que identifica a los proveedores para definir la calidad de material distribuible en cada uno de ellos para poder administrar este proyecto y proyectos con condiciones similares como la cercanía a una ciudad principal, pero con sobrecostos adicionales.

La construcción de estas vías de infraestructura en la Parcelación Horizontes brinda una ruta metodológica más clara la cual permita la optimización y gestión de los materiales, maximizando la eficiencia del proyecto. Ramos et al. (2020) destacan que la evaluación de proveedores debe asegurar que cumplan con estándares de calidad y costos competitivos, mientras que Solís et al. (2009) señalan la importancia de la gestión estratégica de inventarios para minimizar tiempos improductivos y maximizar la eficiencia. La presente investigación, por medio de actividades se evalúa los costos por kilómetro, En esta investigación se dan una base sólida para las decisiones logísticas, que con ello mejorara la rentabilidad y sostenibilidad de proyectos de viales en la región del Oriente Antioqueño.

2. METODOLOGÍA

En la Figura 1 se presenta el diagrama metodológico, dividiendo la investigación en tres etapas, la categorización de proveedores, la comparación que se puede realizar entre ellos y la creación de una ruta que permita llevar a cabo la toma de decisiones de manera asertiva.

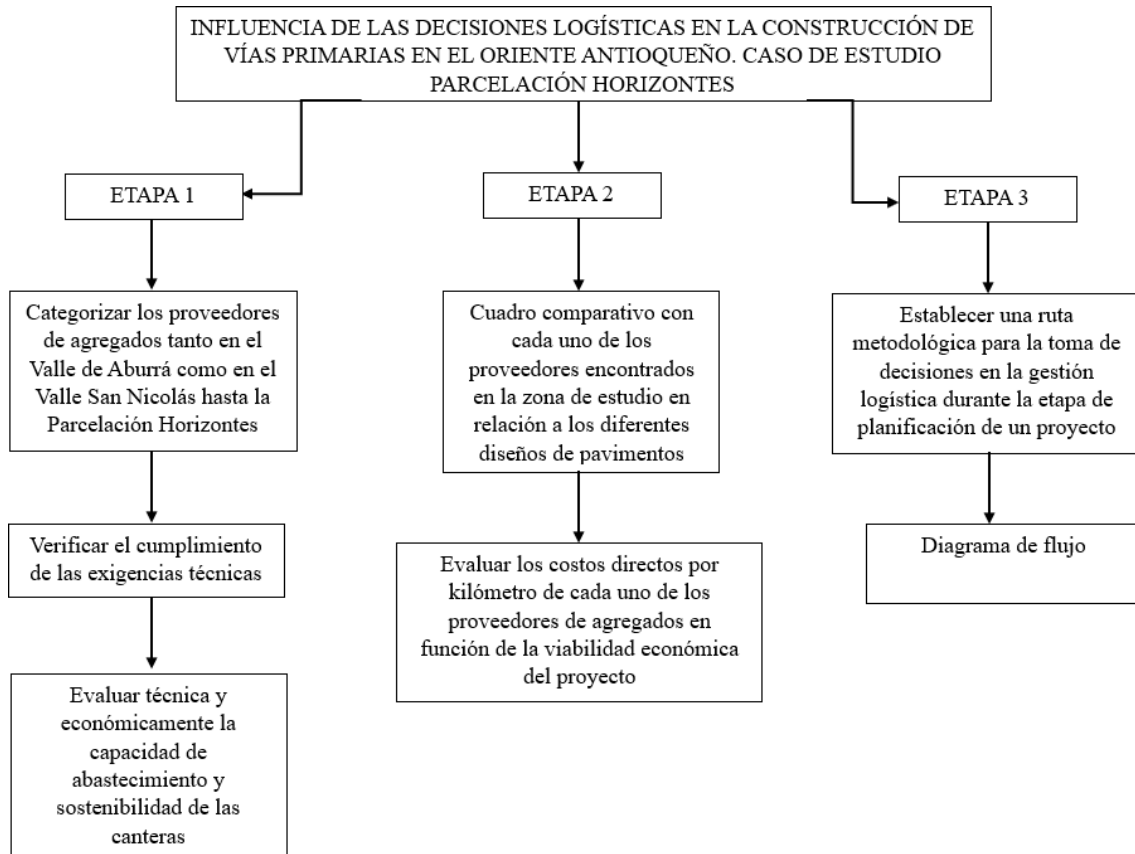


Figura 1. Diagrama metodológico.

2.1 Categorizar los proveedores de agregados tanto en el Valle de Aburrá como en el Valle San Nicolás hasta la Parcelación Horizontes

En esta primera etapa, el proceso comenzará con la recopilación de información sobre todas las canteras de agregados disponibles en el Valle de Aburrá y el Valle San Nicolás, incluyendo su ubicación exacta, capacidad de producción, calidad de los materiales, y servicios asociados; como el transporte y la logística. Se diseñará un formulario estructurado para recopilar datos pertinentes de cada proveedor potencial, centrándose en criterios clave como la distancia al sitio de la obra, disponibilidad de recursos, tipos y calidad de materiales disponibles, capacidad de suministro, y experiencia previa en proyectos similares. La información recopilada se organizará en una base de datos que permitirá la clasificación y comparación sistemática de los proveedores en función de su idoneidad para el proyecto.

2.2 Evaluar los costos directos por kilómetro de cada uno de los proveedores de agregados en función de la viabilidad económica del proyecto

En esta fase, se llevará a cabo un análisis detallado de los proveedores identificados en la etapa

anterior. Se elaborará un cuadro comparativo que incluya información específica sobre cada proveedor en relación con los diseños de pavimento considerados para el proyecto. Para ello, se establecerá un sistema de evaluación que pondere aspectos técnicos y económicos relevantes, como el costo por kilómetro de cada diseño propuesto por los proveedores. Se diseñará una matriz de evaluación que permita comparar objetivamente las propuestas de cada proveedor en términos de calidad de materiales, costo total (incluyendo transporte), tiempo de entrega y disponibilidad. Este análisis comparativo permitirá seleccionar la opción más eficiente y rentable para el diseño de pavimento a utilizar en el proyecto.

2.3 Establecer una ruta metodológica para la toma de decisiones en la gestión logística durante la etapa de planificación de un proyecto

Se procederá a crear un diagrama de flujo detallado que defina la ruta metodológica para la toma de decisiones en la gestión logística durante la etapa de planificación del proyecto. Para ello, se llevará a cabo una serie de reuniones y entrevistas con los diferentes actores involucrados en la gestión logística del proyecto (proveedores, transportistas, ingenieros, etc.). El objetivo será identificar los principales procesos logísticos, desde la adquisición de materiales hasta la entrega en el sitio de la obra. Se utilizará una herramienta especializada para la elaboración del diagrama, que incluirá actividades clave como la programación de entregas, el control de inventario, la gestión de rutas de transporte y la coordinación entre equipos de trabajo. Este diagrama de flujo proporcionará una guía visual clara y detallada para optimizar la gestión logística y minimizar los posibles contratiempos durante la fase de planificación del proyecto de construcción de vías primarias en el Oriente Antioqueño.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Categorizar los proveedores de agregados tanto en el Valle de Aburrá como en el Valle San Nicolás hasta la Parcelación Horizontes

Este análisis de las canteras se realiza categorizando seis de ellas, las cuales se encuentran disponibles tanto en el Valle de Aburrá como en el Valle San Nicolás. Se evidencian diferencias significativas en términos de distancia, disponibilidad y calidad de los recursos, así como en la capacidad de suministro. De las cuales: Las canteras Santa Rita, Industrial Concreto, Industrial Concreto Planta Arma y Mincivil se destacan como las cuatro opciones más viables para el proyecto Parcelación Horizontes; cumpliendo así con las normas técnicas estipuladas en el manual de INVÍAS, ofreciendo la disponibilidad de recursos, la calidad de los mismos, la alta capacidad de suministro y también se evidenció una buena experiencia de las mismas con proyectos similares. Ya que estas cuatro canteras cumplen con cuatro de los cinco ítems más relevantes de categorización, podemos finalmente evaluarlas en términos de distancia y así escoger la más cercana y más conveniente. Las más viables son Industrial Concreto que se encuentra a 54,9 km de la Parcelación Horizontes y Mincivil que se encuentra a 56,4 km de distancia en comparación con las otras dos canteras, Cantera Santa Rita y Cantera Industrial Concreto Planta Arma, que se encuentran a 79 km y 80,8 km del proyecto (tabla 1).

Finalmente, se patentiza que las canteras La Perla y La Borrascosa, se descartan inicialmente al no cumplir la norma técnica INVÍAS, y su oferta de materiales no es la adecuada para el proyecto Parcelación Horizontes, lo que las hace inapropiadas para el suministro de agregados necesarios para la construcción de vías primarias en el proyecto.

Tabla 1. Categorización de proveedores.

CANTERAS	DISTANCIA CON EL PROYECTO	DISPONIBILIDAD DE RECURSOS	CALIDAD DE RECURSOS	CAPACIDAD DE SUMINISTRO	EXPERIENCIA PREVIA CON PROYECTOS SIMILARES
CANTERA SANTA RITA	79 KM POR LA VÍA MEDELLÍN-BOGOTÁ (AV. LAS PALMAS TIENE RESTRICCIÓN)	CUMPLE	CUMPLE NORMA INVIA	ALTA/DEPENDIENDO LA NECESIDAD DE LA OBRA	CUMPLE
INDUSTRIAL CONCRETO	54.9 KM POR LA VÍA MEDELLÍN-BOGOTÁ	CUMPLE	CUMPLE NORMA INVIA (DENSIDADES) BAJO PORCENTAJE DE FINOS	ALTA/DEPENDIENDO LA NECESIDAD DE LA OBRA	CUMPLE
INDUSTRIAL CONCRETO PLANTA ARMA	80.8 KM LA PINTADA-SANTA BARBARA-VERSALLES-EL RETIRO	CUMPLE	CUMPLE NORMA INVIA	ALTA/DEPENDIENDO LA NECESIDAD DE LA OBRA	CUMPLE
LA PERLA	45.5 KM POR LA VÍA MEDELLÍN-BOGOTÁ	NO PROVEE BASE GRANULAR. SÓLO TRITURADO, PIEDRA, ARENA, ARCILLAS COMUNES, YESO Y ANHIDRITA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
MINCIVIL	56.4 KM POR LA VÍA MEDELLÍN-BOGOTÁ	CUMPLE	CUMPLE NORMA INVIA	ALTA/DEPENDIENDO LA NECESIDAD DE LA OBRA	CUMPLE
CANTERA LA BORRASCOSA	12 KM POR LA VÍA EL RETIRO	NO PROVEE BASE GRANULAR. SÓLO TRITURADO, ARENA Y AFIRMADO PREMIUM	NO CUMPLE	NO APLICA	NO APLICA

3.2 Evaluar los costos directos por kilómetro de cada uno de los proveedores de agregados en función de la viabilidad económica del proyecto

Al evaluar los costos directos por m³ y por kilómetro de acuerdo a la categorización de las cuatro canteras que cumplen con los ítems específicos para ser viables como proveedores del proyecto (Tabla 2). Concluimos que la cantera Industrial Concreto presenta un costo total de \$97.035 por m³ y un costo de \$1.767 por km, lo que lo posiciona como la opción más económica comparada con las demás canteras. La cantera Santa Rita presenta un costo total de \$145.747 por m³ y un costo de

\$1.844 por km. Por otro lado, la cantera Industrial Concreto Planta Arma presenta un costo total de \$122.037 por m³ y un costo de \$1.510 por km y, finalmente, la cantera Mincivil presenta un costo total de \$103.647 por m³ y un costo de \$1.838 por km.

Los proveedores mencionados anteriormente ofrecen entregas puntuales según la programación de la obra y aseguran la disponibilidad de material para las necesidades de todo el proyecto garantizando la continuidad en la ejecución de las operaciones. De esta logística dependen la mayoría de las actividades del proyecto, por lo tanto, la diferencia en costos es un factor determinante para la sostenibilidad económica del mismo, especialmente si hablamos en términos del volumen total de material requerido para dicha actividad y la distancia del transporte medida en kilómetros.

Las canteras La Perla y La Borrascosas no se tienen en cuenta para evaluar sus costos directos por kilómetro ya que al categorizarlas no cumplen con los ítems estipulados para tal fin, por ende, se descartan inicialmente.

Tabla 2. Evaluación de costos directos de los proveedores.

CANTERAS	COSTO TOTAL/M3	TIEMPOS DE ENTREGA	DISPONIBILIDAD DE MATERIALES	COSTOS X KM
CANTERA SANTA RITA	TRANSPORTE: \$76.265 BASE GRANULAR: \$69.482 TOTAL = \$145747	PUNTUAL SEGÚN PROGRAMACIÓN DE OBRA Y TRANSPORTE	SEGÚN NECESIDAD DE LA OBRA	\$1.844/KM
INDUSTRIAL CONCRETO	TRANSPORTE: \$53.000 BASE GRANULAR: \$44.035 TOTAL = \$97035	PUNTUAL SEGÚN PROGRAMACIÓN DE OBRA Y TRANSPORTE	SEGÚN NECESIDAD DE LA OBRA	\$1.767/KM
INDUSTRIAL CONCRETO PLANTA ARMA	TRANSPORTE: \$78.000 BASE GRANULAR: \$44.035 TOTAL = \$122.037	PUNTUAL SEGÚN PROGRAMACIÓN DE OBRA Y TRANSPORTE	SEGÚN NECESIDAD DE LA OBRA	\$1.510/KM
LA PERLA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
MINCIVIL	TRANSPORTE: \$54.447 BASE GRANULAR: \$49.200 TOTAL = \$103.647	PUNTUAL SEGÚN PROGRAMACIÓN DE OBRA Y TRANSPORTE	SEGÚN NECESIDAD DE LA OBRA	\$1.838/KM
CANTERA LA BORRASCOSA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA

3.3 Establecer una ruta metodológica para la toma de decisiones en la gestión logística durante la etapa de planificación de un proyecto

En el diagrama de flujo presentado en la figura 2, se establece una ruta metodológica con la cual se realiza una identificación de necesidades del proyecto y una coordinación entre los equipos interdisciplinarios del mismo con el fin de que las decisiones en la gestión logística de las actividades se lleven a cabo de una manera más práctica, empezando por la identificación inicial de las necesidades de materiales hasta la distribución final en la obra. Cada etapa requiere de una planificación meticulosa y de la coordinación de los diferentes profesionales adscritos al proyecto.

La optimización de este proceso no solo garantiza la disponibilidad oportuna de los materiales necesarios para el avance de las obras, sino que también contribuye a la reducción de costos, la mejora de la eficiencia y la prevención de retrasos. Con esta herramienta se ve de manera clara las múltiples interrelaciones entre las diferentes actividades logísticas, facilitando así la identificación de posibles rutas críticas y a su vez la implementación de medidas correctivas.

Para tomar estas decisiones, identificando las necesidades del proyecto, nos realizamos diversas preguntas que nos van a dar solución a la problemática. Si se tiene suficiente material en el inventario se procede a iniciar el proceso de adquisición del mismo. De lo contrario, se procede a una categorización y selección de proveedores; es allí donde evaluamos la disponibilidad de los materiales, en cuanto a cantidad y calidad; tiempos de entrega, según la programación de obra donde ésta no se vea afectada; y costos directos de los insumos para proceder a la compra, seguimiento y suministro de los mismos.

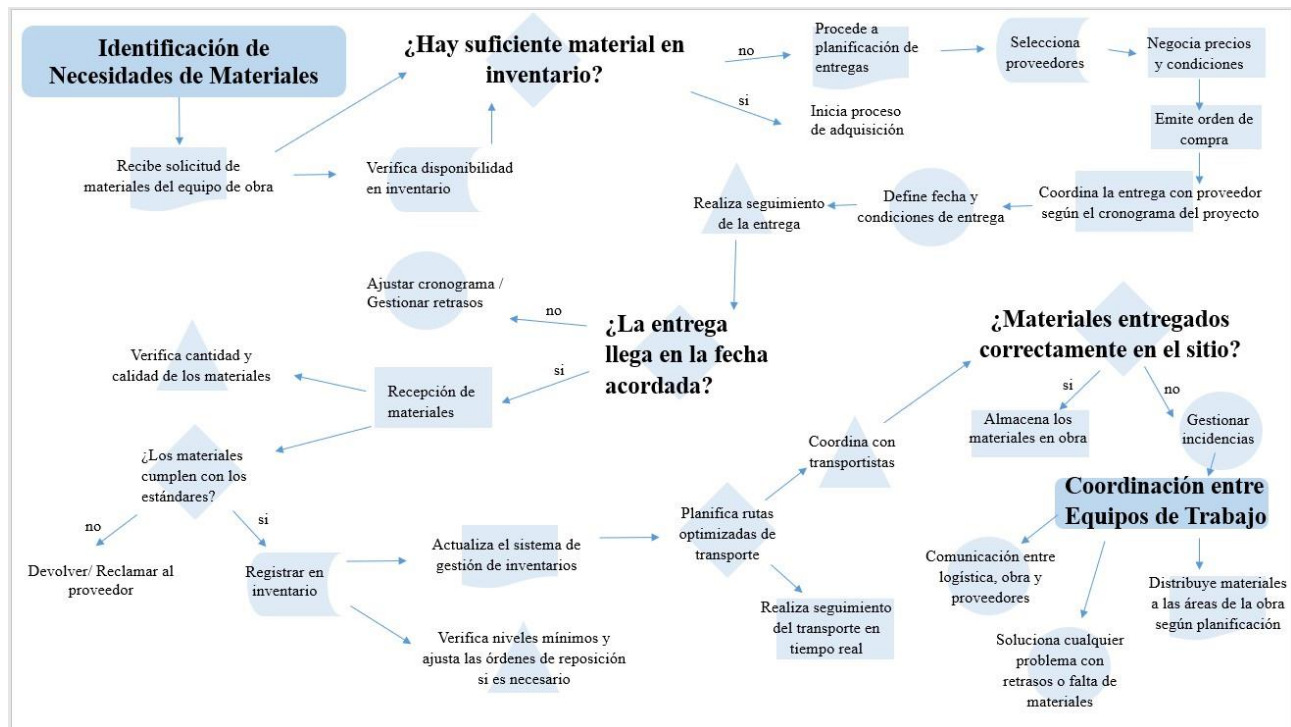


Figura 2. Ruta metodológica para la toma de decisiones.

4. CONCLUSIONES

La investigación demuestra que la logística en los proyectos de construcción desempeña un papel fundamental, en este caso en proyectos ubicados en el oriente antioqueño como la Parcelación Horizontes, pues en esta zona después de categorizar las diferentes canteras que podrían determinar la elección de proveedores para la estructura de la vía, concluimos que la gestión eficiente de los recursos y la optimización de rutas nos señala que son factores determinantes para la viabilidad financiera y la eficiencia del proyecto.

Al evaluar los costos directos por kilómetro de cada uno de los proveedores de agregados en función de la viabilidad económica del proyecto lo que obtenemos como resultado es la necesidad de integrar la logística en las primeras etapas de la planificación, con el fin de minimizar costos y garantizar la calidad de la obra, pues nos damos cuenta que aunque hay canteras más cerca al proyecto no cumplen con la calidad requerida para la estructura de la vía o en otros casos no tienen disponibilidad de estos, encontramos tres canteras que cumplen con los requerimientos técnicos y disponibilidad de ellos siendo la planta de Industrial Conconcreto, la que se adapta más a las necesidades de la obra con un costo de \$1.767 pesos por km, pues la planta de Arma también de Conconcreto sale más económico \$1.510 pesos por km, pero el suministro no es tan constante por las condiciones de la carretera pues son vías secundarias y terciarias. La optimización de las rutas de transporte puede reducir el consumo de combustible, la huella de carbono y los tiempos de entrega, lo que se traduce en una mayor eficiencia y productividad.

A través de este estudio, se ha desarrollado una metodología específica para la toma de decisiones logísticas en proyectos viales similares. La cual proporciona una herramienta práctica para la gestión eficiente de los recursos y la optimización de los procesos. La aplicación de esta metodología en

futuros proyectos en el Oriente Antioqueño puede contribuir a una mayor

eficiencia y rentabilidad en la construcción de vías. Vale aclarar que también se podrían buscar soluciones de ingeniería para mejorar las propiedades del suelo o subrasante a partir de aditivos químicos o geomembranas y así disminuir el espesor de la estructura de la vía como la sub-base y la base granular logrando de igual forma que el proyecto sea viable.

5. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente a los asesores metodológicos, Nicolás Steven Pardo Álvarez y Vladimir Gaviria González, así como al asesor temático Edison Aldemar Hincapié Atehortúa, por guiar y apoyar a lo largo de esta investigación para llevarlo a cabo de la mejor manera. A la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia que nos facilitó el acceso a la información y a los recursos necesarios para la elaboración del mismo y, finalmente, expresamos nuestra gratitud a nuestras familias y amigos por su comprensión y motivación constante, sin los cuales este proyecto no hubiera sido posible. Su apoyo fue fundamental en cada etapa de este proceso.

6. REFERENCIAS

Álvarez-Ojeda, V., & Ramos-Alfonso, Y. (2021). Selección de proveedores, factor de éxito en la gestión de compras del producto restauración: Artículo de investigación. *Revista Científica Arbitrada De Investigación En Comunicación, Marketing Y Empresa REICOMUNICAR*, 4(7), 15- 26. <https://doi.org/10.46296/rc.v4i7.0022>

Br. Doris Lina Huamán Baldeon (2017). La gestión logística y su incidencia en el avance de obra de edificaciones. Tesis para obtener el título de magíster en ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción. la Universidad César Vallejo, Sede Lima.

Cruzado, M. (2015). Implementación de un sistema de control interno en el proceso logístico y su impacto en la rentabilidad de la constructora rio bado s.a.c. en el año 2014. Obtenido de Universidad privada del Norte. Perú.

Fonseca Arias, C. G. (2011). Mejoramiento de los procesos de planificación de obras a partir de la introducción de conceptos de gestión logística soportados en tic, para el sector de la construcción en Colombia. Tesis para obtener el título de Magíster en Ingeniería en el área de Gestión de la Construcción, UNIVERSIDAD DE EAFIT.

Huamán, D. (2017). La Gestión Logística y su incidencia en el avance de obra de edificaciones 2017. Obtenido de Escuela de Posgrado Universidad Cesar Vallejo.

Instituto Nacional de Vías. (s. f.). Clasificación de las carreteras. Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/2-uncategorised/2706-clasificacion-de-las-carreteras>

Rozhnov, I., Anikina, Y., & Zelenskaya, T. (2022). Logistics for Supply and Production of Equipment for the Nizhneboguchanskaya HPP Construction. Elsevier.

Solís Carcaño, R., Zaragoza Grifé, N., & González Fajardo, A. (2009). La administración de los materiales en la construcción. Ingeniería de la Construcción de la Fac. de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán, México.

Trujillo Rojas, L. R. (2022). Incidencia de la gestión logística en la construcción de edificaciones.

Tesis para obtener el título de ingeniero civil. Universidad cooperativa de Colombia.

Yang, X., Hu, M., Shan, W., Zhang, C., Li, T., & Pan, Y. (sin fecha). Integrating bottom-up building stock model with logistics networks to support the site selection of circular construction hub. Elsevier.

Abideena, A. Z., Sorooshian, S., Kaliani Sundram, V. P., & Mohammede, A. (sin fecha). Collaborative insights on horizontal logistics to integrate supply chain planning and transportation logistics planning – A systematic review and thematic mapping. Elsevier.

Hussein, M., Karam, A., Eltoukhy, A. E. E., Darko, A., & Zayed, T. (sin fecha). Optimized multimodal logistics planning modular integrated construction using hybrid multi-agent and metamodeling. Elsevier.

GENERACIÓN DE RUTA METODOLÓGICA PARA LA REACTIVACIÓN DE PROYECTOS. CASO DE ESTUDIO HOTEL LUXÉ

María Paulina Mejía Álvarez¹, Benigno Foronda Ocampo¹, Pablo Andrés Pérez López¹

¹ Grupo de Investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, mpmejia@est.colmayor.edu.co bforonda@est.colmayor.edu.co pablo.perez@colmayor.edu.co

Palabras clave: Reactivación de proyectos, presupuesto, proyecto hotelero.

1. INTRODUCCIÓN

Durante la planificación de un proyecto, una de las herramientas para complementar el alcance con éxito es la definición de los costos, estos costos se expresan comúnmente en términos monetarios, pero cabe aclarar que los costos se componen de la planificación, la valoración y el costeo de los insumos, materiales, equipos, herramientas, mano de obra, contrataciones, subcontrataciones, permisos, tecnologías y conocimientos técnicos. Considerando los costos como un complemento clave dentro del proyecto, surge una herramienta fundamental de monitoreo y control, llamada control de costos, la cual consiste en comparar cantidades y costos presupuestados con las cantidades realmente ejecutadas incluyendo cambios que hubiesen podido surgir, esto ayuda a tomar acciones correctivas, mejoras y proyecciones monetarias (Nihat Hanioglu, 2022). En cuanto a la gestión de la construcción, ésta se considera como una actividad integral que abarca todas las fases del proyecto, la calidad de dicha gestión puede volver viable o inviable un proyecto, por esto se vuelve tan importante el papel del gerente y del revisor o controlador de costos, ya que éstos deben identificar oportunidades de control minimizando los riesgos de todas las fases del proyecto, esto se logra coordinando y controlando los contratistas que realizan diversas actividades dentro del proyecto, asimismo el gerente debe proveer y garantizar un entorno limpio y seguro para la ejecución de las actividades, pero es importante resaltar que la mayor responsabilidad del gerente es garantizar que los proyectos se ejecuten bajo los criterios de alcance, presupuesto y cronograma establecidos inicialmente (Navarrete & Cole, 2001). En la actualidad, los gerentes de construcción cuentan con herramientas de gestión que les ayuda con el control del proyecto en general. Cuando un gerente de construcción se enfrenta a proyectos con retrasos o sobrecostos, la metodología para abordar esta tipología de proyectos debe ser diferente a la de proyectos convencionales, utilizando así una especie de “plan de rescate” donde debe hacer una evaluación inicial del proyecto identificando problemáticas y riesgos actuales y cuantificando los recursos con los que se cuenta, se deben identificar las causas que ocasionaron los retrasos y sobrecostos generando una matriz de causas y posibles soluciones, seguido a esto se debe generar un plan o un cronograma de reactivación y socializarlo con el equipo de trabajo, por último se debe ejecutar y monitorear dicho plan de trabajo (Infante, 2011)

(Araya, 2023) En su investigación argumenta que en Latinoamérica, entre el 15% y el 70% de los proyectos afrontan fracasos debido a dificultades como la deficiente comunicación, falta de definiciones, lentitud en la toma de decisiones, cambios de decisiones, mala gestión de cambios, entre otros aspectos, el autor considera un proyecto considerado exitoso va más allá del cumplimiento del alcance, tiempo y costo, es una integración con las partes interesadas, entregas de valor y la documentación de las lecciones aprendidas, finalmente el autor propone una guía para el rescate de proyectos compuesta por 6 etapas: comprensión de la salud del proyecto,

evaluación del proyecto, definición del alcance y compensación de las partes interesadas, negociación, reinicio del 'proyecto y por ultimo ejecución, seguimiento y control. (Cadavid & Almanza, 2021) destacan que los sobrecostos en los proyectos es una problemática mundial, proyectos como el canal de Panamá con sobrecosto entre 70% y 200% y el túnel de la línea en Colombia con un retraso de más del 50% de lo programado son algunos ejemplos, el autor identificó 38 factores causantes de sobrecostos resaltando entre éstos duraciones poco realistas, cambios de diseño, retrasos en actividades, falta de planificación y poca ética profesional, señalando que el actor que más influye en éstas problemáticas es el propietario, ya que éste es quien puede modificar el alcance de un proyecto en cuanto a aspectos técnicos, administrativos y financieros, generalmente éste actor cuenta con pocas habilidades de gestión. En cuanto a proyectos de infraestructura, autores como (Salazar, 2022) sugieren que proyectos con un avance físico mínimo del 56% son viables para reactivar, este porcentaje es clave para formular el presupuesto de reactivación y actualizar la información clave del proyecto. Para proyectos hoteleros (Sterimberg, 2011) partiendo de un caso de estudio al Hotel Árbol, los propietarios contaban con habilidades administrativas, ya que para la formulación y ejecución del proyecto siguieron 3 etapas: la primera consistía en como desde la concepción de la idea, se desglosa toda la formulación del proyecto, aplicando principalmente las lecciones aprendidas de proyectos anteriormente ejecutados, conservando siempre, en la formulación del proyecto, un enfoque hacia el futuro. La segunda fase es el análisis del entorno en cuanto al crecimiento y la demanda hotelera haciendo un estudio de la competencia, identificando la oferta y la demanda actual. Por último, con base a la información de la segunda etapa, se enlistan los requerimientos que demanda el sector para la nueva etapa del hotel y así generar la evaluación financiera del mismo, concluyendo finalmente su viabilidad con un periodo de retorno de la inversión adecuado.

Teniendo en cuenta que en la actualidad la reactivación de proyectos es un fenómeno que se está presentando El Hotel Luxé se constituye en el objeto de estudio. Este proyecto ubicado en la vereda Los Naranjos del municipio de Guatapé, Antioquia, representa un caso de estudio interesante, iniciada su construcción en 2012 y suspendido en 2015 por aspectos financieros y legales, el proyecto fue reactivado en 2021 con un nuevo presupuesto y empresa constructora, durante la reactivación se generaron sobrecostos, deficientes controles de cambios, entre otros aspectos que generaron un impacto en los costos totales del proyecto y en el alcance del mismo, la investigación en torno al hotel Luxé nos ayuda a proponer una ruta metodológica donde se explica el paso a paso para la reactivación de proyectos, que le ayude a las organizaciones y a los profesionales del sector de la construcción a saber qué hacer cuando se enfrenten con proyectos de ésta tipología.

2. METODOLOGÍA

En la Figura 1 se presenta el diagrama metodológico, enfocado en las etapas de identificación, cuantificación de impacto y en la ruta metodológica para abordar la reactivación de proyectos desde el enfoque de la gestión de proyectos.

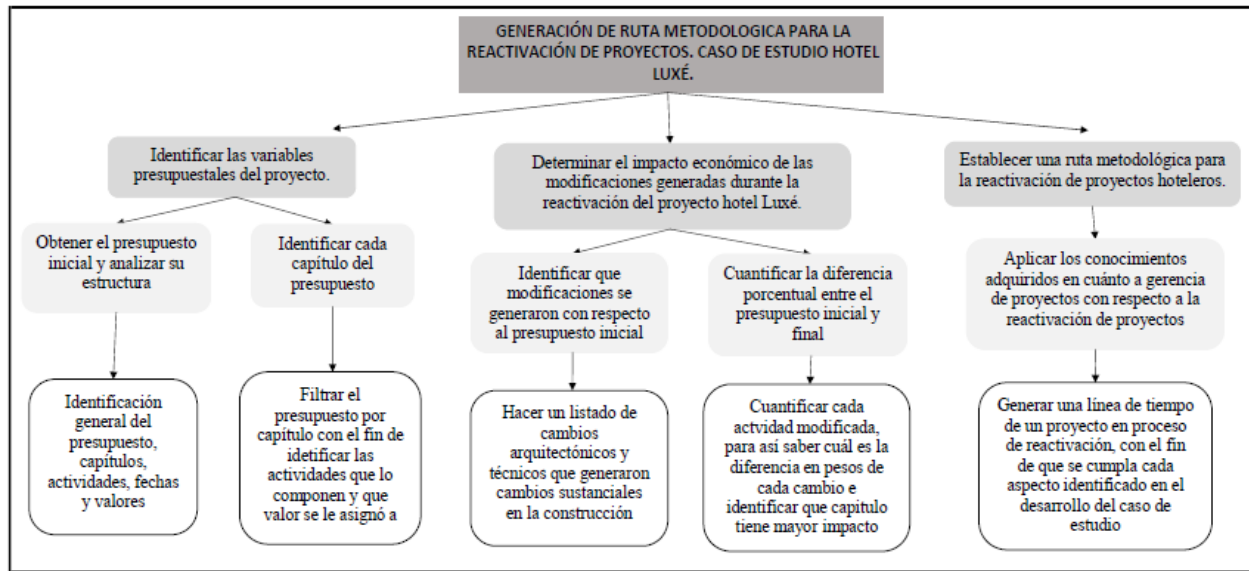


Figura 21. Diagrama metodológico.

2.1 Identificar las variables presupuestales del proyecto

En la primera etapa, el constructor nos proporcionó la versión inicial del presupuesto al iniciar la reactivación, esto con el fin de hacer un reconocimiento de este en cuanto a la fecha en la que fue concebido el valor total del presupuesto inicial y cómo se compone cada capítulo. Se filtró cada capítulo y se realizó una identificación detallada de cada actividad que lo compone, esto se hizo con el fin de identificar el porcentaje de incidencia de cada actividad del presupuesto.

2.2 Determinar el impacto económico de las modificaciones generadas durante la reactivación del proyecto

En esta segunda etapa se buscó cuantificar el sobrecosto generado durante el proceso de reactivación. Se abordó esta etapa identificando qué cambios sustanciales se vieron en el proyecto entre lo presupuestado y lo real ejecutado hasta la fecha, ya que esto nos sirvió de guía para identificar en el presupuesto tanto las actividades que sufrieron modificación como las actividades que se anexaron al presupuesto. La finalidad fue tener valores globales que nos ayudaran a identificar una diferencia porcentual entre lo planeado y lo real ejecutado.

2.3 Establecer una ruta metodológica para la reactivación de proyectos hoteleros

En esta última etapa se buscó consolidar tanto la información suministrada en el presente caso de estudio como las estrategias de gerencia en la construcción, con el fin de desarrollar una línea de tiempo apta para proyectos en reactivación, que buscaba explicar y argumentar la importancia de cada proceso que se debía abordar antes, durante y después de la ejecución.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la investigación, los cuales proporcionan una visión detallada de los hallazgos fundamentales. Estos resultados ofrecen una base que respalda nuestra hipótesis y objetivos iniciales. La interpretación de estos datos será fundamental para comprender implicaciones e impactos del objeto de estudio, así como para establecer recomendaciones basadas en evidencia para futuras investigaciones.

3.1 Identificar las variables presupuestales del proyecto

El presupuesto suministrado por la interventoría administrativa fue concebido a inicios del año 2021 con un valor total de \$ 30.904.878.311 para una duración de 13,5 meses, dicho valor se discrimina de la siguiente manera en la tabla 1,

Tabla 1. Capítulos del presupuesto inicial.

CAPÍTULOS	VALOR A 2021	% INCIDENCIA
Habitaciones	\$ 5.740.000.789	18,57%
Zonas comunes	\$ 6.773.867.262	21,92%
Urbanismo	\$ 1.684.471.725	5,45%
Gastos comunes	\$ 1.014.469.349	3,28%
Gastos generales	\$ 1.914.376.498	6,19%
Imprevistos	\$ 200.000.000	0,65%
Costos indirectos	\$ 13.577.692.688	43,93%
\$ 30.904.878.312		100%

Asimismo, cada capítulo cuenta con una serie de actividades (Tabla 2), dichas actividades definen que tan importante se considera cada capítulo.

Tabla 2. Actividades del presupuesto inicial.

CAPÍTULOS Y ACTIVIDADES	VALOR A 2021	% INCIDENCIA / CAPÍTULO
HABITACIONES		
Estructura	\$ 101.398.557	1,77%
Mampostería	\$ 68.196.544	1,19%
Impermeabilizaciones y drenajes	\$ 74.791.278	1,30%
Cubiertas y cielos	\$ 581.437.005	10,13%
Revoques y muros secos	\$ 79.840.224	1,39%
Carpintería metálica	\$ 684.917.867	11,93%
Carpintería madera	\$ 283.475.440	4,94%
Pisos y enchapes	\$ 963.488.848	16,79%
Instalaciones hidrosanitarias y de gas	\$ 351.794.207	6,13%
Instalaciones eléctricas	\$ 1.477.331.478	25,74%
Instalaciones de aire acondicionado	\$ 159.818.414	2,78%
Estucos y pinturas	\$ 311.809.457	5,43%
Aparatos sanitarios, griferías y muebles	\$ 344.682.261	6,00%
Equipos especiales	\$ 147.771.210	2,57%
Aseo y remates	\$ 109.248.000	1,90%
\$ 5.740.000.789		18,57%

ZONAS COMUNES		
Movimiento de tierra	\$ 11.043.546	0,16%
Estructura	\$ 383.489.873	5,66%
Mampostería	\$ 368.739.979	5,44%
Impermeabilizaciones y drenajes	\$ 317.378.910	4,69%
Cubiertas y cielos	\$ 897.059.527	13,24%
Revoques y pañetes	\$ 31.688.724	0,47%
Carpintería metálica	\$ 701.700.567	10,36%
Carpintería madera	\$ 121.369.530	1,79%
Pisos y enchapes	\$ 1.297.062.685	19,15%
Instalaciones hidrosanitarias y de gas	\$ 284.850.999	4,21%
Instalaciones eléctricas	\$ 1.233.210.142	18,21%
Instalaciones de aire acondicionado	\$ 101.235.861	1,49%
Estucos y pinturas	\$ 91.215.527	1,35%
Aparatos sanitarios, griferías y muebles	\$ 187.835.715	2,77%
Equipos especiales	\$ 667.189.071	9,85%
Obras exteriores y urbanismo	\$ 25.657.020	0,38%
Aseo y remates	\$ 53.139.585	0,78%
	\$ 6.773.867.262	21,92%

URBANISMO		
Movimiento de tierra	\$ 35.972.684	2,14%
Excavaciones y llenos	\$ 23.250.000	1,38%
Red de alcantarillado y acueducto	\$ 76.465.672	4,54%
Red eléctrica	\$ 859.300.000	51,01%
Vías y andenes	\$ 69.992.880	4,16%
Equipamento comunal	\$ 369.789.190	21,95%
Cerramiento y zonas verdes	\$ 164.701.300	9,78%
Contenciones	\$ 85.000.000	5,05%
	\$ 1.684.471.725	5,45%

GASTOS COMUNES		
Obras preliminares	\$ 126.393.088	12,46%
Campamento y cerramiento provisional	\$ 114.960.774	11,33%
Instalaciones provisionales	\$ 38.000.000	3,75%
Equipos compra	\$ 35.590.000	3,51%
Equipos en alquiler	\$ 699.525.487	68,95%
	\$ 1.014.469.349	3,28%

GASTOS GENERALES		
Personal dirección	\$ 453.872.000	23,71%
Personal administración	\$ 833.568.042	43,54%
Gastos mensuales	\$ 366.781.456	19,16%
Varios	\$ 260.155.000	13,59%
	\$ 1.914.376.498	6,19%

IMPREVISTOS	\$ 200.000.000	0,65%
--------------------	-----------------------	--------------

COSTOS INDIRECTOS		
Costos indirectos	\$ 2.882.382.594	21,23%
Mobiliario, accesorios y equipamientos	\$ 7.693.317.967	56,66%
Otros indirectos	\$ 3.001.992.127	22,11%
	\$ 13.577.692.688	43,93%

\$ 30.904.878.312	100%
--------------------------	-------------

3.2 Determinar el impacto económico de las modificaciones generadas durante la reactivación del proyecto

Durante el desarrollo del proyecto se generaron una serie de cambios sustanciales, de los cuales se nombran algunos:

- A más de un 60% de avance, se comunicó que el hotel entraría al programa de fidelidad de Marriott Bonvoy, este programa agrupa redes de hoteles y resorts a nivel mundial los cuales ofrecen experiencias de calidad a los huéspedes, este tipo de experiencias se alcanzan con la implementación de requisitos técnicos y constructivos específicos que exige la entidad, para cumplir con éstos requisitos se generaron modificaciones en cuanto a los sistemas de seguridad humana como lo son red contra incendios, accesos, zonas húmedas e iluminación.
- En la licencia de construcción, para las zonas comunes, se generó un nivel destinado para terrazas, durante el transcurso del tiempo, se decidió usar dicho lugar para hacer un bar restaurante al aire libre.
- En la reactivación del proyecto se mantuvieron algunos materiales, como el revoque seco en algunas habitaciones, ya que en el momento de evaluar el estado actual del proyecto se evidenció que podían recuperarse adecuadamente y sin mayor costo adicional, sin embargo, con el paso del tiempo mientras se iniciaban contrataciones e inicio de actividades y teniendo en cuenta también las condiciones ambientales del entorno, dicha actividad generó un sobre costo en el presupuesto ya que los procesos de recuperación fueron mayores a los proyectados.
- En los acabados de los baños de las zonas comunes se decidió usar microcemento.
- Para energizar el proyecto, EPM indicó que la acometida eléctrica estaba a 2 kilómetros de distancia del hotel.
- En la licencia y en el presupuesto se contemplaba una zona como “cancha de tenis”, dicho lugar cambió de concepto para adecuar allí un salón de eventos.
- Se presupuestaron 13,5 meses de ejecución a partir de Junio de 2022 y aún se encuentra personal administrativo y técnico en el sitio, generando 23 meses adicionales con un valor promedio mensual de \$ 31.325.626 adicional.
- El cálculo de la red de abastecimiento de agua suministrado por los antiguos constructores, no se encontraba actualizado con la realidad del sitio.

Con base a el panorama anteriormente expuesto, se generaron los siguientes impactos en el presupuesto que se muestran en la tabla 3:

Tabla 3. Valores obtenidos con base al análisis presupuestal.

CAPÍTULOS Y ACTIVIDADES	VALOR A 2021	VALOR EJECUTADO A SEPT 2024	FINAL ESPERADO	DESVIACIÓN	OBSERVACIONES
HABITACIONES	\$ 5.740.000.789	\$ 5.962.782.779	\$ 5.963.782.779	4%	* Modificaciones en red contra incendio, red de abasto e iluminación * Revoque seco en mal estado
ZONAS COMUNES	\$ 6.773.867.262	\$ 7.186.242.142	\$ 7.813.052.034	15%	* Modificaciones en red contra incendio, red de abasto e iluminación * Cambios de uso
URBANISMO	\$ 1.684.471.725	\$ 2.201.657.378	\$ 2.482.242.495	47%	* Acometida eléctrica principal
GASTOS COMUNES	\$ 1.014.469.349	\$ 414.367.581	\$ 491.273.460	-52%	*Se presupuestaron obras preliminares, cerramientos e instalaciones provisionales que en la realidad no hubo necesidad de hacer
GASTOS GENERALES	\$ 1.914.376.498	\$ 2.387.445.194	\$ 2.634.865.912	38%	* El tiempo de construcción se aumentó, generando así sobre costo en personal de dirección y administrativo
IMPREVISTOS	\$ 200.000.000	\$ 179.822.163	\$ 200.017.000	0%	* Compra de calentadores hurtados
COSTOS INDIRECTOS	\$ 13.577.692.688	\$ 13.765.357.269	\$ 15.647.781.091	15%	* Honorarios de interventoría y diseño de voz y datos * Por los cambios de uso y la certificación Marriott, la dotación del hotel debió modificarse
ADICIONALES		\$ 2.419.169.066		100%	* Actividades que fueron saliendo en el transcurso de la ejecución

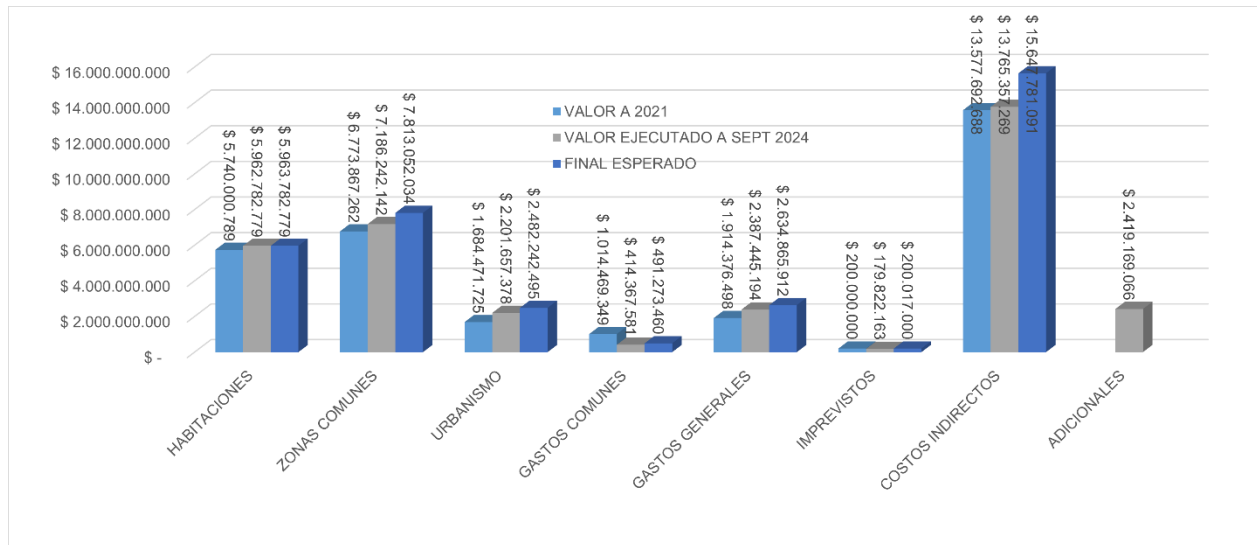


Figura 2. Proyección presupuestal.

En la Tabla 3 y en el Gráfico 1 se logra evidenciar que el capítulo de gastos comunes aún no invierte el valor total presupuestado, analizando las actividades que hacen parte de dicho capítulo se encontró que se destinaron recursos para cerramientos e instalaciones provisionales, esto no fue necesario ya que el personal administrativo y de dirección fue ubicado en las habitaciones del hotel.

Por otro lado, la red eléctrica y la nómina del personal fueron las actividades con mayor desviación en los capítulos de habitaciones, zonas comunes, urbanismo y costos indirectos, debido a que en el momento de presupuestar la red eléctrica no se contempló que la acometida por parte del prestador de servicios estaba a aproximadamente 2 kilómetros de distancia interfiriendo así con

predios privados, lo cual generó gastos adicionales, con respecto a la nómina, se presupuestaron 13,5 meses de ejecución y hasta la fecha de corte de la información presentada, iban 37 meses, es decir que se generó un adicional de 23,5 meses, con un sobre costo de \$ 31.325.626 mensuales.

Es importante resaltar que, aunque algunos usos fueron modificados, si nos basamos en el diseño y en el alcance inicial el proyecto se encuentra en un avance de obra del 90% tentativamente y una ejecución del presupuesto del 90,5% con base a la proyección consultada.

3.3 Establecer una ruta metodológica para la reactivación de proyectos

Esta guía comprende los pasos básicos para retomar proyectos de construcción de edificaciones residenciales, comerciales y hoteleras, donde las actividades han sido paralizadas o congeladas por diferentes motivos. Se deben programar reuniones con las partes interesadas donde se avalúen los siguientes aspectos.

Tabla 4. Lista de chequeo para proyectos en reactivación.

Pasos a seguir en un proyecto de reactivación		¿Dónde consultar?
De la información existente	Indagar en las razones por las cuales fue suspendido el desarrollo del proyecto (iliquidez, sanciones, modificaciones, demandas, etc)	Archivo existente
	Verificar que valores se han invertido con respecto al presupuesto inicial	Control de costos existente
	Medir el avance de obra con respecto a la programación (si se cuenta) para identificar posibles atrasos encontrados	Programación y reconocimiento del sitio
	Identificar diferencias entre lo construido y lo diseñado	Diseños y reconocimiento del sitio
	Identificar el estado del proyecto frente a las autoridades de control en el respectivo municipio	Alcaldías y entes de control
	Indagar qué impedimentos se han tenido para la aprobación y conexión de los servicios públicos domiciliarios (energía, agua, gas, acueducto, alcantarillado y redes de comunicación).	Proveedores de servicio público
De la viabilidad del proyecto	Documentar las posibles lecciones aprendidas del equipo de trabajo inicial y así tenerlas en cuenta al momento de la reactivación	Archivo existente
	Evaluar la viabilidad técnica, social, administrativa y normativa de la reactivación del proyecto	
	Consolidar las nuevas ideas y modificaciones que repercuten en el valor final y en los diseños del proyecto	
	Evaluar el uso de materiales y equipos que contribuyan a la sostenibilidad y certificaciones ambientales	Fichas técnicas de materiales certificados sostenibles
	Evaluar los riesgos asociados a las posibles modificaciones generadas	Archivo existente
De la ejecución	Evaluar los riesgos asociados a los retrasos y a la reactivación del proyecto	
	Realizar un presupuesto de reactivación teniendo en cuenta las tasas y la inflación actual	Estudio económico y de mercado actual
	Actualizar o generar las pólizas del proyecto	Aseguradora del proyecto
	Hacer un inventario de proveedores activos en el proyecto	Archivo existente
	Evaluación del recurso humano existente e iniciar procesos de consecución y contratación del personal idóneo para ésta tipología de proyecto	Archivo existente
	Gestionar la implementación del control de información, con la ayuda de metodologías BIM y LEAN	Metodologías ágiles
	Consolidar una programación de reactivación	
	Controlar y gestionar el acompañamiento continuo de todos los profesionales que hacen parte integral del proyecto (diseñadores, constructores, supervisores, entes de control, entre otros)	
	Convocar a comités técnicos y de gerencia periódicamente	

(Los tiempos estimados están sujetos al tamaño del proyecto y la disponibilidad de mano de obra calificada)

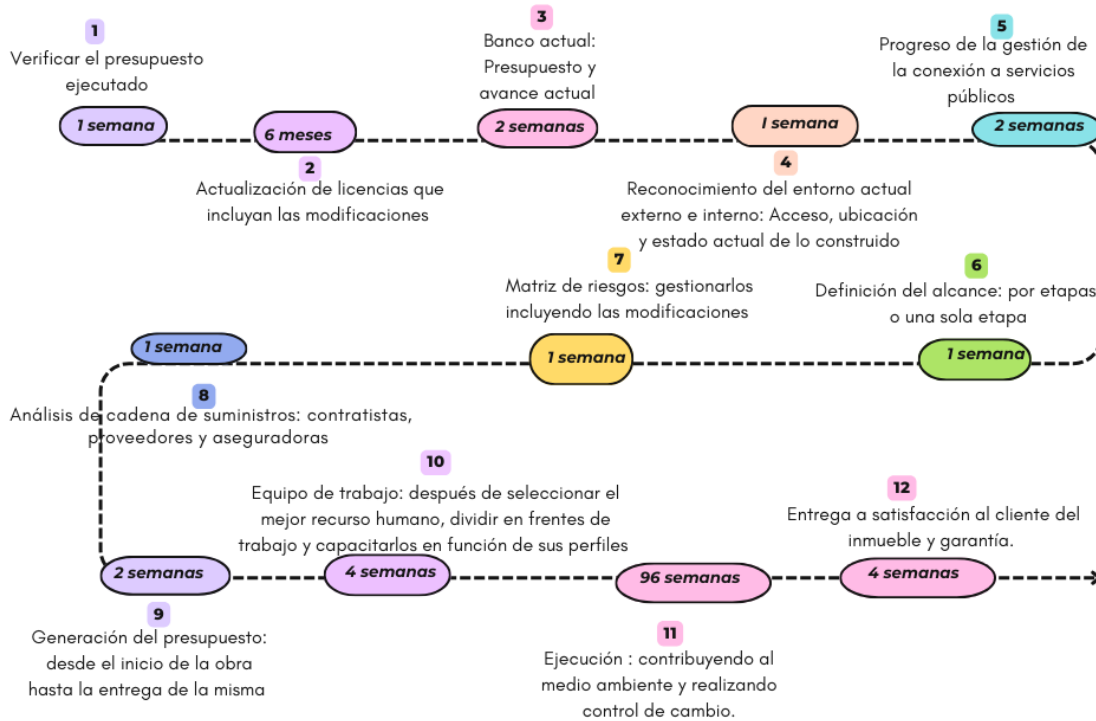


Figura 3. Línea del tiempo para reiniciar actividades en proyectos de construcción de edificaciones hasta su entrega.

4. CONCLUSIONES

Conocer e investigar el histórico del proyecto es una etapa clave para conocer los motivos que llevaron al proyecto a la situación actual, es importante que el gerente tenga claro que el proyecto de reactivación es completamente diferente al proyecto inicial, el alcance, los objetivos y el presupuesto cambia; el enfoque de gestión del equipo debe cambiar también. Cada cambio generado en el proyecto debe ser socializado con todas las partes interesadas, desde los propietarios hasta los trabajadores técnicos, minimizando al máximo la ocurrencia de errores por falta de comunicación. Respecto al caso de estudio hotel luxé, con la desviación que se evidencia permite identificar que no contar con una buena especificación y alcance del proyecto conlleva a reprocesos y por lo tanto a sobrecostos, la gráfica de proyección presupuestal muestra que el mayor valor del sobrecosto lo tiene los costos indirectos seguido de las redes contra incendio, las redes eléctricas y el aumento del tiempo para terminar el proyecto.

Por último, la implementación de la ruta metodológica para la reactivación de proyectos brinda elementos clave desde la perspectiva de la gerencia de construcción, dejando a un lado el enfoque triangular de alcance, tiempo y costo abarcando la cadena de suministros y partes interesadas, brindando bases sólidas para la toma de decisiones en proyectos con problemas que requieran un proceso de reactivación.

5. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos con toda sinceridad a todo el equipo de docentes de la especialización del Colegio

Mayor de Antioquia, por la entrega incondicional de los conocimientos adquiridos durante su experiencia profesional y la formación académica con la que cada uno de ellos cuenta, con los que no hubiese sido posible el desarrollo de este trabajo. A nuestras familias por su apoyo constante y desinteresado, a las que les hemos restado tiempo de dedicación sin ellas no se habría logrado esta nueva meta que contribuirá positivamente en nuestras vidas.

6. REFERENCIAS

- Araya, O. (2023). Propuesta de Guía para la recuperación de proyectos. Tecnológico de Costa Rica.
- Cadavid, R. A., & Almanza, L. V. (2021). Principales factores causales del sobrecosto en proyectos de construcción colombianos: una consulta a profesionales del sector.
- Infante, L. (2011). Proyectos en crisis ¿Cómo rescatar proyectos con retrasos y sobrecostos? Strategies for Project Recovery.
- Navarrete, P. F., & Cole, W. C. (2001). Planning, estimating, and control of chemical construction projects (Vol. 6). Marcel Dekker.
- Nihat Hanioglu, M. (2022). A Cost Based Approach to Project Management; Planning and Controlling Construction Project Costs (pp. 3–4).
- Salazar, F. (2022). Propuesta de un método para formular presupuestos de reactivación en obras paralizadas de infraestructura sanitaria. Universidad Nacional del Centro de Perú.
- Sterimberg, Al. (2011). Construcción, Gerencia y Administración de Proyectos Hoteleros: Estudio de Caso y Futuras Propuestas.

ANÁLISIS DE LAS AFECTACIONES QUE TIENE LA COMUNICACIÓN ASERTIVA EN EL MANTENIMIENTO DE OBRAS PLANTA FAMILIA RIONEGRO

Edisson Gracia Guzmán¹, Sergio Andrés Arboleda López¹

¹ Grupo de Investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, egracia@est.colmayor.edu.co, sergio.arboleda@colmayor.edu.co

Palabras clave: Comunicación asertiva, construcción, planta Familia Rionegro, capacitación.

1. INTRODUCCIÓN

En la gestión de proyectos de construcción la comunicación asertiva es indispensable, más aún en el mantenimiento de obras. Esta, se enfoca en la expresión clara y respetuosa de las ideas, requerimientos y preocupaciones, evitando desacuerdos y promoviendo la organización de cada miembro del equipo. Según Enrique A. (2007), la comunicación asertiva posibilita que las personas manifiesten sus puntos de vista sin afectar los derechos de otros individuos, lo que es realmente importante en ambientes donde se genera presión y estrés, más aún en temas de mantenimiento de obra. Por consiguiente, la comunicación asertiva contribuye a la disminución de errores y a la potenciación del proceso de desarrollo de las diferentes tareas de cada persona. Por otra parte, la comunicación organizacional como lo planea Germán R. (2014), brinda herramientas y bases conceptuales para mejorar la difusión de información dentro de los grupos de trabajo. Las anteriores teorías resaltan la relevancia que tiene el establecimiento de canales de comunicación que permitan una coordinación más eficiente en cada proyecto. Así mismo, Rodríguez (2016) destaca que la comunicación asertiva es un factor clave porque permite la intervención de los problemas que se puedan presentar de forma oportuna, lo que, asegurará el cumplimiento de las normativas y calidad. Adicional, la instauración de prácticas de comunicación asertiva aporta a que los procesos de mantenimiento se optimicen, reduciendo los riesgos a nivel de fallas estructurales que puedan afectar la operatividad en la planta.

La exploración realizada de los antecedentes existentes evidenció lo importante que es la comunicación asertiva en el sector constructor donde se destacan varios enfoques y desafíos. Hinsberg y Lamanna (2023) evaluaron la comunicación y la gestión de crisis en la industria de la construcción, en el cual su foco fue evaluar la falta de respuestas efectivas podría afectar la reputación de una organización y en consecuencia tener implicaciones negativas en la operatividad y área financiera. Daniel Tamarit Climent (2016) investigó el papel que juega la comunicación desde sus inicios hasta la implementación en proyectos del sector constructor, donde resalta que la identificación exhaustiva de los interesados y la estructura a nivel organizacional son indispensables para una comunicación efectiva. Pese a ello, los resultados de la investigación revelaron que en los procesos prácticos de la comunicación seguían siendo, en España particularmente, un desafío. Por otro lado, Asy'ari (2015) demostró cómo los problemas de comunicación internamente de la empresa Ingeniería Sólida Ltda., podrían provocar retrocesos y malas prácticas constructivas; destacando el requerimiento de instaurar mecanismos que mejoren dicha comunicación e impacten los procesos haciéndolos más efectivos. Canseco y Ojeda (2016) demostraron cómo la comunicación a nivel organizacional simplifica la transferencia de información, permitiendo la resolución de conflictos y el desarrollo de la empresa. Finalmente, Rivera et al. (2005) hicieron énfasis en que la comunicación eficaz es un factor crucial para lograr

el éxito de una organización ya que actúan como un eje para cumplir objetivos internos como en la percepción externa de la empresa.

Esta investigación busca realizar un análisis de las afectaciones que la comunicación asertiva en el mantenimiento de obras en la Planta Familia Rionegro. La comunicación asertiva es la capacidad de expresar clara, directa y respetuosamente ideas, puntos de vista y requerimientos, esenciales para generar una coordinación eficiente de las tareas entre las diferentes partes involucradas en el proceso de mantenimiento ya sean ingenieros, técnicos, supervisores y personal operativo. En un área industrial como el de la Planta Familia Rionegro, la ausencia de comunicación asertiva puede ocasionar consecuencias a nivel de malentendidos, errores en la ejecución, retrasos en la gestión de inconvenientes y situaciones de riesgo, tanto para la seguridad de los trabajadores como para la integridad de las instalaciones como tal. Adicional, puede generar efectos sobre la moral de los trabajadores, donde se compromete la productividad y la rentabilidad de la planta. El mantenimiento es un factor crucial para la continuidad de las operaciones y la competitividad de la empresa, por lo que es importante mejorar la forma en que se genera la comunicación. Por consiguiente, esta investigación aporta conocimientos de utilidad para coordinar las actividades relacionadas con el mantenimiento, lo que significa la optimización y coordinación de dichas funciones. Los resultados de la investigación podrían ser de referencia para la implementación de prácticas comunicativas en plantas industriales, lo que contribuye al área de estudio en torno a la comunicación asertiva y las implicaciones que tiene en los proyectos de mantenimiento.

2. METODOLOGÍA

En la Figura 1 se ilustra el diagrama metodológico que está enfocado en las etapas de caracterización de los recursos humanos de la planta para las actividades de mantenimiento, el desarrollo de habilidades de comunicación asertiva mediante capacitaciones e identificación de la productividad de los trabajadores.

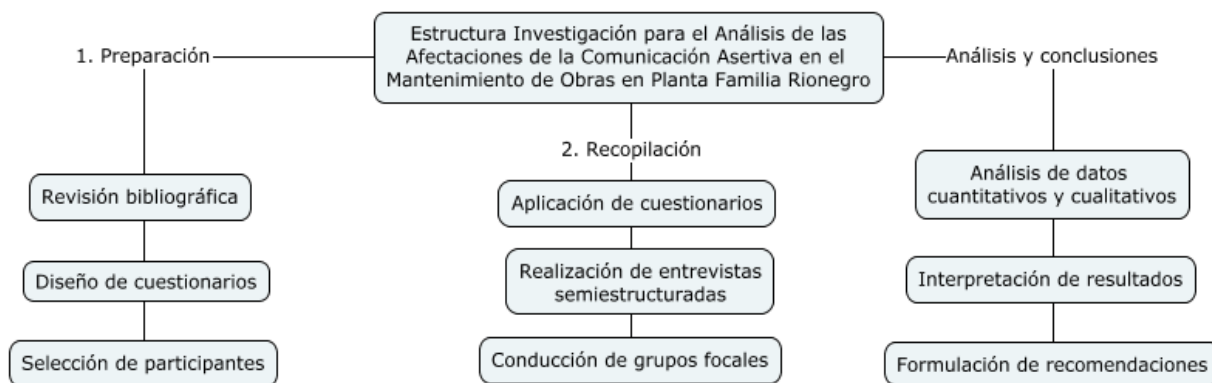


Figura 22. Diagrama metodológico.

2.1 Recolección de información

En esta fase se realizó un análisis específico de la estructura organizacional y de los perfiles laborales en funcionamiento en la Planta Familia Rionegro; esto, implicó identificar las funciones y responsabilidades de cada trabajador como las habilidades que posee. Para lograr dicho fin, la información se recopiló a través de un enfoque cuantitativo, utilizando como método de recolección de información encuesta semiestructurada a través de grupos focales con los

trabajadores, la cual estará constituida de 4 preguntas abiertas:

¿Por qué se llevan a cabo las actividades de una manera específica, que difiere de las instrucciones recibidas por su supervisor?

¿Se percibe alguna falta de claridad en las indicaciones proporcionadas por su jefe para la ejecución de una actividad particular?

Si surgen dudas al recibir la información, ¿por qué no se consulta al jefe para obtener mayor claridad?

Si algunos compañeros comprenden la información, ¿por qué no se comparte de manera adecuada con aquellos que no la entendieron completamente?

El muestreo se llevó a cabo con un total de 18 trabajadores que son los que pertenecen al área de mantenimiento de la planta entre operarios, auxiliares de SST, ayudantes entendidos y rasos. También, se realizó un análisis meticuloso de los documentos al interior de la organización incluyendo manuales de funciones, descripción de cargos, para completar la información que se obtuvo con las entrevistas. Se utilizaron herramientas cuantitativas y cualitativas para el análisis sistemático de la información y de esta manera darle un buen sustento al desarrollo de la investigación.

2.2 Diseño e implementación del programa de capacitación

En esta parte, se diseñaron detalladamente las capacitaciones en comunicación asertiva que se dirigieron al personal de la Planta Familia Rionegro; para ello, se creó un plan de formación que identificara los temas a intervenir y las metodologías de enseñanza que fuesen más óptimas para los trabajadores. Su implementación se hizo a través de sesiones presenciales de transmisión de conocimientos a nivel práctico y teórico; finalmente, se realizaron pruebas de conocimiento antes y después de las capacitaciones con el fin de identificar el impacto de estas sobre el desempeño de los trabajadores en función a las habilidades comunicativas. Así mismo, se estableció un sistema de seguimiento permanente a través de reuniones periódicas para realizar retroalimentación con los trabajadores e ir ajustando el programa según los requerimientos que se fuesen presentando a partir de las observaciones dadas durante su implementación.

2.3 Evaluación de impacto y desempeño

Para esta última fase, se definieron indicadores de productividad en relación con el mantenimiento de obras en la planta; dichos indicadores se orientaron a evaluar la resolución de problemáticas y calidad del trabajo realizada por los trabajadores. Estos datos se obtuvieron antes y después de las capacitaciones implementadas sobre comunicación asertiva, analizándolos para identificar cualquier tipo de cambio en la productividad. Finalmente, se realizaron comparaciones con los estándares de productividad con el fin de evaluar el rendimiento de la planta y determinar las reformas que ocasionó el proceso de capacitación. Dicho proceso comparativo validó el éxito del programa en relación con los estándares del sector constructor.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presentan los hallazgos obtenidos a partir de la recolección y análisis de datos sobre la comunicación asertiva en el mantenimiento de obras en la planta Familia Rionegro. Se utilizaron encuestas que se realizaron en grupos focales, donde se dieron respuesta a cuatro interrogantes sobre la situación actual para así determinar su impacto en la operación de la planta. Interrogantes tratados en los grupos focales: ¿Por qué se llevan a cabo las actividades de una

manera específica, que difiere de las instrucciones recibidas por su supervisor? ¿Se percibe alguna falta de claridad en las indicaciones proporcionadas por su jefe para la ejecución de una actividad particular? Si surgen dudas al recibir la información, ¿por qué no se consulta al jefe para obtener mayor claridad? Si algunos compañeros comprenden la información, ¿por qué no se comparte de manera adecuada con aquellos que no la entendieron completamente?

3.1 Caracterización del Recurso Humano

Los datos recolectados a través de la caracterización de los recursos humanos de la planta y teniendo como base las encuestas semiestructuradas que se realizaron durante los grupos focales, se recolectó información que revela que el equipo encargado del proceso de mantenimiento está conformado por 18 trabajadores en total, entre operarios, auxiliares, profesionales en Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), ayudantes entendidos y rasos (Tabla 1). Su experiencia va desde 1 a 12 años en las respectivas funciones que desarrollan. Sus edades, se distribuyen con un 43% entre 18 y 30 años, un 30% entre 41 y 50 años, mientras que el porcentaje restante tienen entre 31 y 40 años. En términos de género el 80% son hombres y el 20% son mujeres. Frente a su lugar de residencia, el 56% habita en zonas de estrato 1, el 33% en estrato 2 y el 11% en estrato 3. En cuanto al nivel educativo, el 30% de los empleados solo ha completado la secundaria, el 23%, finalizó únicamente la primaria, el 16% posee formación tecnológica, otro 16% tiene estudios universitarios y el 10% ha hecho cursos técnicos. Así mismo, se halló que el 100% de los trabajadores descritos anteriormente, enfrentan dificultades en cuanto a las habilidades de comunicación asertiva, ya sea por temas de miedo, falta de entendimiento, ego, diferencias a nivel de convivencia con sus compañeros o incluso, resignación. Lo anterior, resalta el requerimiento de implementar las capacitaciones mencionadas, para impactar positivamente a nivel de seguridad y ambiente laboral.

Tabla 1. Perfil del recurso humano en mantenimiento de la planta.

Cargo	Cantidad	Experiencia laboral
Oficiales	6	7 años
Auxiliar de ingeniería	1	1 año
Tecnólogos en SST	2	3 a 4 años
Profesional en SST	1	12 años
Ayudante entendido	2	5 años
Ayudante raso	6	2 años

3.2 Impacto de la comunicación asertiva

A través de la información recolectada con las preguntas realizadas en los grupos focales, los trabajadores revelaron diferentes razones que han hecho que se genere la problemática de estudio. Dichos comentarios están relacionados con lo que se ilustra en la Figura 2.

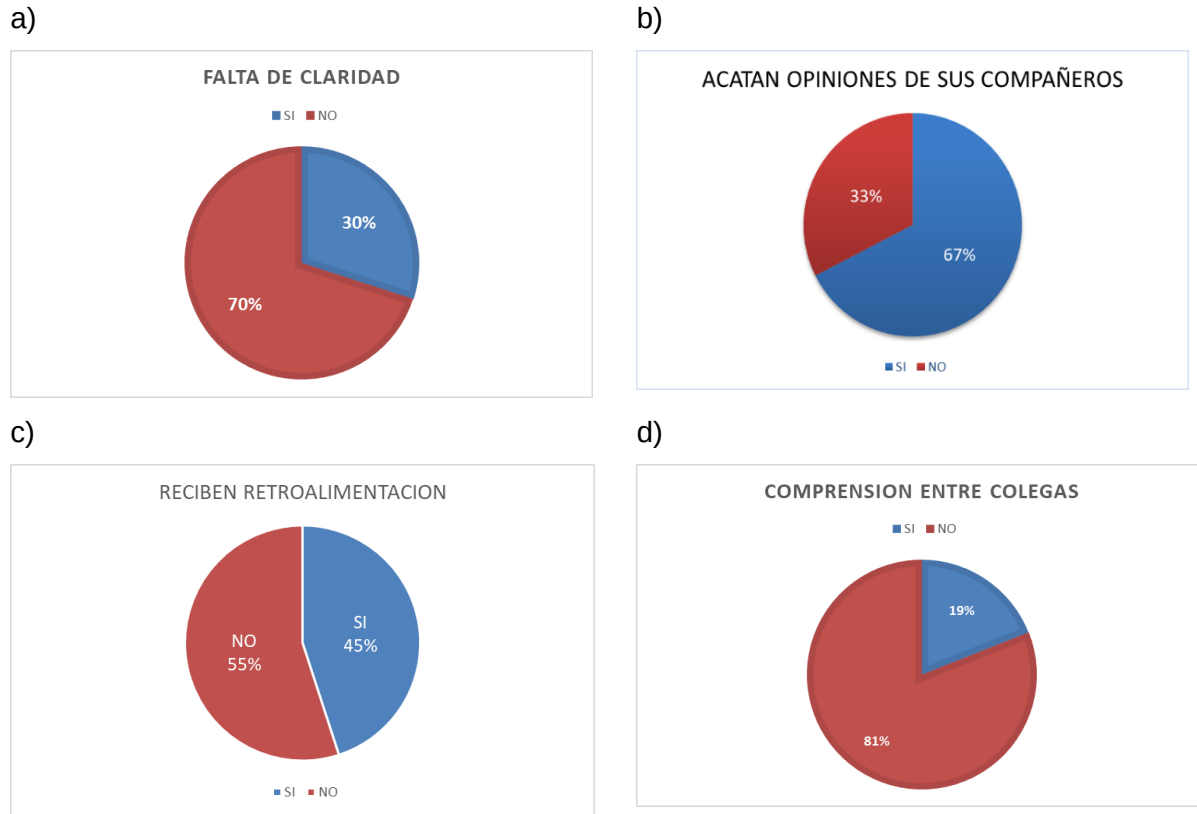


Figura 2. (a) Confusión en la interpretación de la indicaciones dadas por su supervisor, (b) Desconfianza en el proceso de intercambiar ideas entre colegas, c) Lo reacios que están sus compañeros a recibir retroalimentación y d) Temor a generar malentendidos o discordia hacia los compañeros por tener puntos de vista o comprensión diferente de la información y finalmente frustración.

A partir de la obtención de la información anteriormente mencionada, se opta por iniciar con un proceso de capacitación en habilidades de comunicación asertiva e implementación de estrategias que permitan una comprensión de la información mucho mayor.

3.3 Capacitación de comunicación asertiva

En base a los objetivos específicos se realizó la implementación de un programa de capacitación en temas de comunicación asertiva; las encuestas que se hicieron después de ejecutadas las capacitaciones en los grupos focales ilustran como el 85%, es decir, 15 de los 18 trabajadores implicados en el proceso de mantenimiento de la planta, se sienten más confiados en expresar sus ideas y necesidades. Además, se observó una disminución significativa en los incidentes relacionados con la falta de comunicación en el periodo siguiente a la capacitación.

Además, se implementaron estrategias más accesibles para explicar las actividades a desarrollar, adaptadas a las necesidades de cada trabajador a través de gráficos, imágenes y herramientas visuales que permitan una comprensión más exhaustiva de las indicaciones dadas por el supervisor, lo anterior, teniendo en cuenta que según la caracterización del recurso humano, el 53% de ellos solo cursó hasta primaria o secundaria; situación que puede ser un factor determinante en el por qué el proceso de comprensión de la información es amigable para unos y para otros no.

Se ilustra en la Figura 3 el registro fotográfico de las actividades llevadas a cabo y el grupo focal al cual fue aplicado.



Figura 3. Registro fotografico de los grupos focales, socializaciones y capacitaciones.

Es relevante aclarar que esta investigación se enfocó en una planta en específico lo que puede generar una limitación en los resultados, haciéndolos muy limitados. Futuros estudios o investigaciones podrían considerar realizar comparaciones con otras plantas del sector que puedan explorar el impacto de factores como la cultura organizacional en la comunicación asertiva de los trabajadores y cuál sería su efecto a largo plazo a nivel de productividad y satisfacción laboral de los mismos.

4. CONCLUSIONES

Esta investigación ha evidenciado que la comunicación asertiva es indispensable en la gestión efectiva del mantenimiento de la planta Familia Rionegro. A través del análisis de los datos recolectados se evidenció que el 100% de los trabajadores que intervienen en el desarrollo de estas labores presentan dificultades en sus habilidades comunicativas, lo que tenía un impacto negativo en la ejecución de sus tareas y la productividad en general. Dichos hallazgos responden a las preguntas de investigación al resaltar la necesidad de una mejora significativa en la comunicación entre los miembros del equipo, lo que puede evitar malentendidos y optimizar la coordinación de las actividades de mantenimiento.

Según los programas de capacitación se concluye que el 85% de la muestra siente mayor confianza y seguridad al momento de expresar sus ideas y requerimientos, disminuyendo los incidentes comunicativos durante la ejecución y desarrollo de las actividades asignadas a cada uno. Lo que resalta la efectividad de las metodologías de enseñanza aplicadas mediante herramientas visuales, facilitando la comprensión de la información por parte de los trabajadores. Este enfoque tiene implicaciones a nivel práctico en el desarrollo de futuras capacitaciones en entornos más industriales que se adapten según su necesidad siendo un factor clave para mejorar la comunicación.

No obstante, esta investigación presenta limitantes al estar enfocada únicamente en una sola

planta, lo que condiciona los resultados. Estudios adicionales se podrían considerar al realizarse comparaciones entre varias plantas y así identificar el impacto de la cultura organizacional y su efecto en el tiempo en temas de productividad y satisfacción laboral de los empleados. Adicional, el desarrollo de metodologías que refuercen la comunicación al interior de las organizaciones y potencien la satisfacción y moral del equipo. En conclusión, esta investigación aporta al entendimiento de la comunicación asertiva dentro de los proyectos de mantenimiento, creando un vehículo que promueva una cultura más efectiva a nivel de comunicación para el sector de la construcción.

5. AGRADECIMIENTOS

Deseo brindar mi agradecimiento al asesor temático, Sergio Andrés Arboleda, por su apoyo, orientación y criterio en el desarrollo de esta investigación. Agradezco a la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia por darme la oportunidad de cursar la especialización. Y a la empresa a la que pertenezco por brindarme los espacios requeridos para acceder a la información necesaria, lo que fue fundamental para la obtención de datos en esta investigación. Su apoyo ha sido esencial para el éxito de este trabajo.

6. REFERENCIAS

- Asy'ari, H. (2015). Comunicación Organizacional En Empresas Constructoras De Obras Civiles Con Menos De 25 Trabajadores. *Nhk技研*, 151(september 2016), 10–17. <https://doi.org/10.1145/3132847.3132886>
- Canseco, F., & Ojeda, A. (2016). Comunicación laboral: una propuesta estratégica para facilitar el quehacer de los equipos de trabajo. *Enseñanza e Investigación En Psicología*, 21(2), 183–194. <https://www.redalyc.org/pdf/292/29248181009.pdf>
- Daniel Tamarit Climent. (2016). La Gestión De Las Comunicaciones En La Obra. *Universidad Politecnica de Valencia*.
- Enrique, A. (2007). La comunicación empresarial en situaciones de crisis. *Universidad Autónoma de Barcelona - Facultad de Ciencias de La Comunicación*, 455. <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/4142/aej1de1.pdf;jsessionid=B22E0EDF86D35CCF12F29201A9896580.tdx1?sequence=1>
- Germán, R. (2014). LA COMUNICACIÓN ASERTIVA, UN CAMINO SEGURO HACIA EL ÉXITO ORGANIZACIONAL. 20. [https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/12780/LA COMUNICACIÓN ASERTIVA, UN CAMINO SEGURO HACIA EL ÉXITO ORGANIZACIONAL.pdf?sequence=1](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/12780/LA_COMUNICACIÓN_ASERTIVA,_UN_CAMINO_SEGURO_HACIA_EL_ÉXITO_ORGANIZACIONAL.pdf?sequence=1)
- Hinsberg, K. L., & Lamanna, A. J. (2023). Comunicación de crisis en la construcción: estrategias organizativas para las víctimas mortales en el lugar de trabajo. *Journal of Safety Research*, 88(August 2022), 145–160. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2023.11.002>
- Rivera, Alix Belén; Rojas, Luis Rodolfo; Ramírez, Fanny; Álvarez de Fernández, T. (2005). La Comunicación Como Herramienta De Gestión Organizacional. *Negotium*, 1(1856–1810), 32–48.
- Rodriguez, A. Y. (2016). LA COMUNICACIÓN DENTRO DE LAS ORGANIZACIONES. [https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/14976/RODRIGUEZ MORALESANGELA YOJANA2016.pdf?sequence=1](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/14976/RODRIGUEZ_MORALESANGELA_YOJANA2016.pdf?sequence=1)

ESTRUCTURACIÓN DE PROCESOS TÉCNICOS Y ADMINISTRATIVOS DE PEQUEÑAS EMPRESAS PARA LA GESTIÓN DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA DE HASTA 2000m²

Sebastián Moreno Cardona¹, Yeremy Sebastián Muñoz Zamarra¹, Pablo Andrés Pérez López¹

¹ Grupo de Investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, smorenoc@est.colmayor.edu.co, jeremym@est.colmayor.edu.co, pablo.perez@colmayor.edu.co

Palabras clave: Gestión, proyectos, metodologías.

1. INTRODUCCIÓN

La gerencia de proyectos es un proceso para orientar y controlar los recursos, con el fin de lograr alcances propuestos dentro de un período de tiempo establecido. Esta definición es importante en la investigación, ya que se apoya en teorías como la sugerida por (Wang & Chen, 2023), que destacan la influencia de emplear conocimientos, herramientas y métodos con el fin de cumplir los objetivos establecidos dentro de un tiempo y presupuesto determinado. En el campo de construcción de viviendas, la gestión de proyectos coordina todas las actividades, desde la adquisición de terrenos hasta la entrega final, a través de fases como planificación, ejecución, control y cierre del proyecto (Wallace, 2014). Autores como (Paredes Tumba, 2023) y (Datta et al., 2024) coinciden en que una planificación adecuada puede ayudar a evitar sobrecostos y retrasos, además, monitorear el progreso y mitigar los riesgos por medio de herramientas como diagramas de Gantt y cronogramas. Igualmente, las metodologías ágiles como Kanban y Scrum (Mayo-Alvarez et al., 2024; P. Fitsilis, 2008) permiten optimizar la gestión del flujo de trabajo, mejorando la eficiencia y facilitando la respuesta rápida a los cambios, lo anterior es esencial en un entorno donde las pequeñas empresas deben adaptarse a cambios constantes en la construcción de viviendas. Estos principios no solo ayudan a enfrentar los problemas en el sector de hasta 2000 m², sino que también son importantes a la hora de organizar procesos técnicos y administrativos eficientes para garantizar el éxito de los proyectos.

En investigaciones anteriores se han destacado distintos enfoques tecnológicos y metodológicos, los cuales manifiestan la importancia de optimizar los procesos constructivos para mejorar el rendimiento. Por ejemplo, (Mauricio Carvajal Perez & Andrea Crisostomo Ibarcena, 2023) realizaron un análisis comparativo del uso de softwares de gestión de proyectos en el sistema Last Planner, en el que es necesario mejorar los formatos y procesos utilizados para el estudio de restricciones en proyectos multifamiliares, ya que los formatos actuales dificultaban un seguimiento adecuado de las actividades. De manera similar, (Yakasai, 2023) analizó el uso de sistemas de gestión de proyectos, y concluyó que, aunque la mayoría de los gerentes de proyectos utilizan estas herramientas, su uso se centra principalmente en la fase de planificación, dejando atrás otras etapas del proyecto como la fase de cierre. Por otro lado, (Pellerin et al., 2013) encontraron que mientras más se utiliza el software para gestionar proyectos, mejor es su rendimiento medido por indicadores como el costo o el tiempo. Sin embargo, no todos los componentes del software se usan de manera uniforme, lo que trae como consecuencia que ciertas funciones no se utilicen de manera efectiva. Asimismo, (Adekunle et al., 2022) investigaron los beneficios de la gestión sistemática de la información en la construcción, mostrando que, aunque se mejora la productividad y la toma de decisiones, existe una falta de integración en la

industria. A pesar de estos avances, no se ha establecido una metodología estructurada para pequeñas empresas constructoras, dejando un vacío de conocimiento que este proyecto busca llenar, proponiendo crear una estructura estandarizada para procesos técnicos y administrativos en proyectos de vivienda de hasta 2000 m².

Se identificó que en las pequeñas empresas de construcción no se ha llevado un control completo de las actividades, por lo tanto, en este proyecto se pretende estructurar una metodología estandarizada para la gestión de procesos técnicos y administrativos. La presente investigación surge como respuesta a problemas como el aumento de costos, la falta de eficiencia en las operaciones y retrasos en los proyectos. Dichos problemas se dan debido a la falta de un sistema bien definido que gestione los procesos de manera adecuada. Así como se evidencia en el análisis de investigaciones anteriores, el uso de softwares y tecnologías de gestión han mejorado el rendimiento en proyectos grandes, pero, las pequeñas empresas de construcción aún enfrentan restricciones significativas para poner en práctica herramientas de manera integral. Queda en evidencia los problemas que enfrentan las pequeñas empresas para acogerse a estas tecnologías avanzadas y organizar de manera eficiente sus procesos administrativos y técnicos. Por ende, se indaga en una solución práctica que mejore las fases de gestión, además, aumente la competitividad de estas empresas en el mercado. Esta metodología permitirá reducir los errores en la ejecución, igualmente, que se generen menos costos operativos y mayor eficiencia en el manejo de recursos, aportando a la teoría que se plantea inicialmente sobre la gestión de proyectos y, además, también tendrá un impacto que influye directamente en la práctica, brindando a las empresas del sector herramientas adaptadas a sus necesidades puntuales.

2. METODOLOGÍA

La Figura 1 presenta el diagrama metodológico, enfocado en identificar la información técnico-administrativa de proyectos de vivienda de hasta 2000m², categorizar la información en módulos de trabajo técnico-administrativo y en la elaboración de una guía metodológica para la gestión de proyectos de vivienda de hasta 2000m².

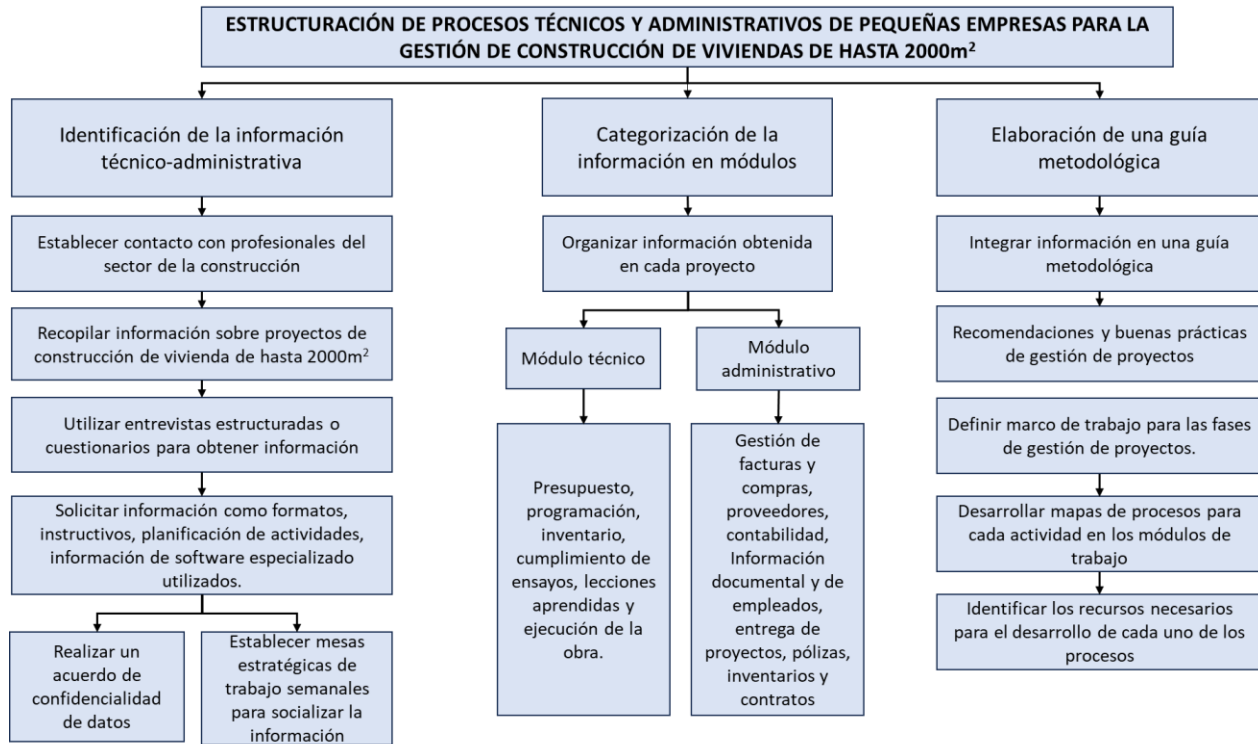


Figura 23. Diagrama metodológico.

2.1 Identificación de la información técnico-administrativa

En esta primera etapa, se llevó a cabo una investigación para lograr identificar la información técnica y administrativa de proyectos de vivienda de hasta 2000 m². Para hacer esto posible, se tuvo una comunicación directa con profesionales de empresas del sector de la construcción, donde se compilaron datos técnicos y administrativos por medio de entrevistas estructuradas y cuestionarios. La información obtenida incluye formatos, instructivos, planificación de actividades y conocimientos de software especializados implementados por estas empresas. Se formalizó un acuerdo de confidencialidad de datos para garantizar la seguridad y uso adecuado de la información recolectada. Además, se establecieron mesas de trabajo con reuniones semanales para comprender y contextualizar la información recopilada de los proyectos, así como para evaluar el avance proyectado y tomar decisiones. El análisis de esta información ha permitido entender las metodologías empleadas por las empresas encuestadas en la gestión de proyectos constructivos y analizar las lecciones aprendidas en cada uno de los procesos.

2.2 Categorización de la información en módulos

La segunda etapa corresponde a la categorización de la información en los módulos de trabajo. Para el desarrollo de esta etapa se organizó la información obtenida en cada proyecto en dos categorías principales que son módulos de trabajo técnico y módulos de trabajo administrativo. El módulo técnico incluye aspectos como presupuesto, programación de obra, inventario, cumplimiento de ensayos, lecciones aprendidas y ejecución de la obra. Por otra parte, el módulo administrativo se compone de elementos como gestión de facturas y compras, proveedores, contabilidad, información documental y de empleados, entrega de proyectos, pólizas, inventarios y contratos.

2.3 Elaboración de una guía metodológica

Esta última etapa del proyecto de investigación se basó principalmente en la elaboración de una guía metodológica para la gestión de proyectos de vivienda de hasta 2000 m². Con esta guía se buscó que la información se mantuviera organizada y categorizada en los módulos de trabajo, incluyendo recomendaciones y buenas prácticas. Se definieron esquemas de trabajo para las fases de gestión de proyectos. Primero, se empezó por la planificación, donde se identificó la manera de proseguir para obtener una correcta ejecución del proyecto. Luego, en la fase de ejecución de las actividades, se establecieron procedimientos detallados para guiar cada etapa manteniendo un flujo de trabajo eficiente. Durante el seguimiento y control del proyecto, se implementaron herramientas para certificar que se cumplieran los plazos y objetivos propuestos. Finalmente, en la evaluación final se revisaron los resultados para aprender de la experiencia y mejorar los procesos. Además, se desarrollaron mapas de procesos específicos para los módulos y actividades, igualmente, se identificaron los recursos necesarios para su ejecución, como el personal, las herramientas y la tecnología, asegurando que cada actividad que se lleve a cabo cumpla los resultados esperados.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Identificación de la información técnico-administrativa

Se logró recolectar la mayor información posible sobre los procedimientos empleados en proyectos de construcción de pequeñas empresas, se suministraron formatos de planificación y seguimiento de las actividades de obra e instructivos de control de calidad, manejo de recursos administrativos, especialmente dirigidos a la gestión de presupuestos, compras, proveedores y administración del personal. Por ejemplo, una de las maneras en las que realizan seguimiento a una o varias actividades constructivas es por medio de un formato específico como se puede observar en la Figura 2, el cual contiene el nombre del proyecto, fecha, en un inicio de la actividad se nombran las herramientas y equipos que se utilizarán, durante la ejecución se plantean cada una de las actividades, unidad de medida, recomendaciones y finalmente si la actividad generó alguna observación. Algunas de las empresas encuestadas utilizan programas como AutoCad o software como el que se observa en la Figura 3, Microsoft Project, para tareas de planificación y diseño. Sin embargo, se identificó que estas pequeñas empresas de construcción tienen un uso limitado de softwares especializados para la gestión de proyectos, o herramientas avanzadas como Primavera P6 o Fieldwire, para lograr integrar la información. Por otra parte, a través de las mesas de trabajo y reuniones estratégicas, se identificaron las lecciones aprendidas en los procesos, como la falta de integración de las diferentes áreas para ejecutar el seguimiento de los proyectos, la poca planificación inicial de las actividades, lo cual genera atrasos significativos en la obra o la necesidad de implementar mejoras en la coordinación y eficiencia para la toma de decisiones. La recopilación de la información obtenida muestra que gestionar los proyectos de construcción de pequeñas empresas aún es muy dependiente de los procesos manuales y poco estandarizados.

CÓDIGO: F-003	FORMATO SEGUIMIENTO DE ACTIVIDAD DE OBRA	
FECHA:		
PROYECTO		
CONTRATISTA		
INICIO		
HERRAMIENTAS		CANTIDAD
DURANTE LA EJECUCIÓN		
ACTIVIDAD	UNIDAD	RECOMENDACIONES
1		
2		
3		
OBSERVACIONES		

Figura 24. Formato para seguimiento de actividad de obra.

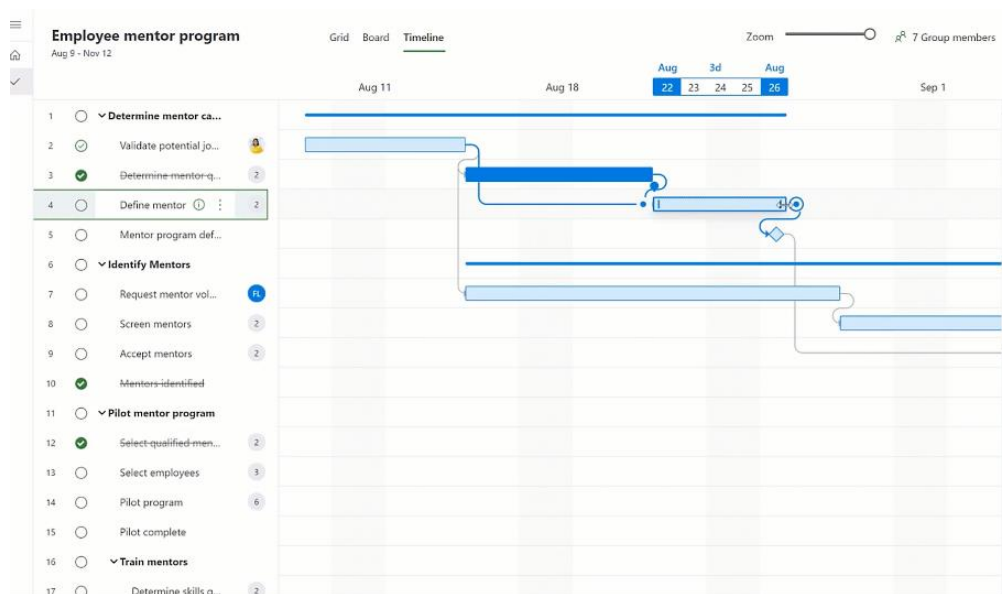


Figura 3. Microsoft Project, Software de administración de proyectos.

3.2 Categorización de la información en módulos

Se organizó de manera categorizada la información de los módulos técnico y administrativo con el fin de integrar los procesos para el desarrollo de las actividades. Dentro del módulo técnico se

encuentra la información necesaria para la ejecución directa de la obra. Esta ejecución abarca el presupuesto y programación, donde se estandarizaron formatos y procesos de manera clara, como se puede observar en la Figura 4, principalmente analizando los precios y distribución de materiales, igualmente se encuentra especificado compras e inventarios, que, aunque es altamente variable entre las empresas, se tienen en cuenta los elementos principales que lo conforman y que mejoran el seguimiento de los recursos financieros, como formatos de caja menor, compra y gestión de materiales (desde la solicitud de materiales hasta la recepción y registro en inventario) y alquiler o compra de equipos. Por otra parte, se evidenció que las empresas realizan registros de los ensayos técnicos sin tener una metodología clara para documentar las lecciones aprendidas, para esto, es conveniente la implementación de mejoras que permitan la optimización de los procesos. Además, dentro de la ejecución de la obra, la mayoría de las empresas realizan un seguimiento de cronogramas manuales y revisiones en sitio, lo que dificulta disminuir los retrasos. De igual forma, como se observa en la Figura 5, se definió la información que complementa el módulo administrativo, dividiéndose principalmente en 4 partes importantes para organizar y gestionar los aspectos financieros y de recursos. La primera parte son los egresos, que permiten controlar los gastos a través de formatos específicos para gestionar información relacionada con caja menor, abono a pagarés o préstamos y administración de facturas y compras. La segunda parte son los ingresos, donde se gestiona la entrada de dinero, incluyendo el pago de inmuebles, pagarés y aporte de socios. La tercera parte es la conciliación bancaria, donde se maneja todo lo relacionado con la contabilidad y movimientos bancarios. Y finalmente, se encuentra la parte de catálogos, encargada de coordinar y hacer cumplir con las obligaciones contractuales, como la gestión de terceros y personal (nómina o proveedores).

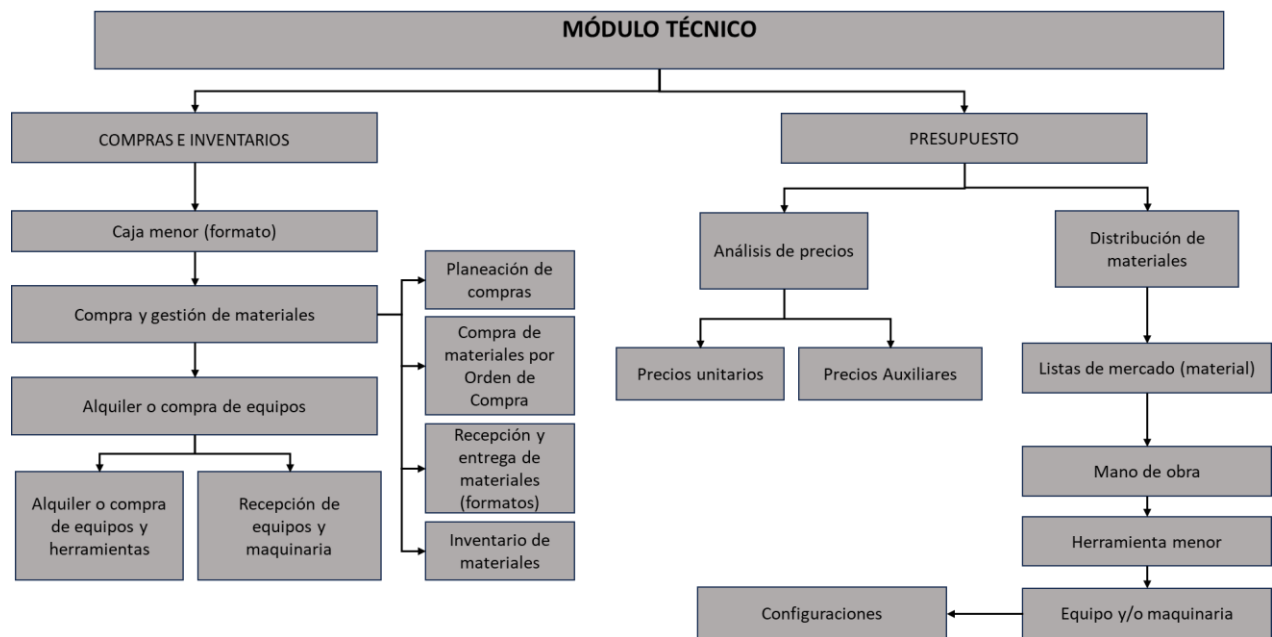


Figura 4. Diagrama del módulo técnico.

MÓDULO ADMINISTRATIVO		
EGRESOS	Caja Menor	*Gestión de cajas menores
		*Registro por caja menor
	Grandes pasos	
	Abono a pagarés (Préstamos)	
	Gestión de facturas	
INGRESOS	Pago de inmuebles	
	Pagarés	
	Aporte de socios	
CONCILIACIÓN BANCARIA	Contabilidad, cómo se mueve el banco.	
CATÁLOGOS	Terceros	
	Personal	

Figura 5. Cuadro del módulo administrativo.

3.3 Elaboración de una guía metodológica

En esta etapa, se recopilaban los datos obtenidos en las etapas anteriores, lo que finalmente dio como resultado la estructuración de un marco de trabajo que logra reunir las fases del ciclo de vida del proyecto o fases de gestión de proyectos como se observa en la Figura 6. Inicialmente están las ventas de inmuebles, seguida de una formulación inicial de la propuesta económica donde se evalúa si el proyecto es viable o no. Luego, se elabora un formulario detallado de trabajo que incluye el presupuesto detallado, el cual contiene precios unitarios (tiempo, costo y alcance) y precios auxiliares. Más adelante, la construcción y entrega del proyecto y finalmente la operación y el mantenimiento del proyecto una vez terminado. Para una planificación inicial se identificaron las rutas críticas de los proyectos, esta ruta incluye la elaboración detallada de cronogramas de obra, plan de recursos y asignación de tareas o responsabilidades. Las pequeñas empresas de construcción que suministraron información de una planificación más detallada y organizada tenían menos retrasos y sobrecostos en comparación con empresas que no sintetizan su información de manera organizada, de ahí se denota la importancia de mejorar el rendimiento de los proyectos utilizando herramientas más avanzadas, para obtener una mejor planificación y gestión de restricciones. Se desarrollaron mapas de procesos específicos para cada módulo y cada actividad, estos mapas permiten un flujo de trabajo claro en todas las fases del proyecto desde un inicio hasta la entrega final. Con esta guía, se responden las necesidades identificadas en las etapas anteriores, y colabora de forma representativa a la gestión de proyectos de construcción de pequeñas empresas, adecuando y ejecutando una guía clara y eficiente que se puede seguir alimentando para la ejecución de proyectos de vivienda de hasta 2000m².

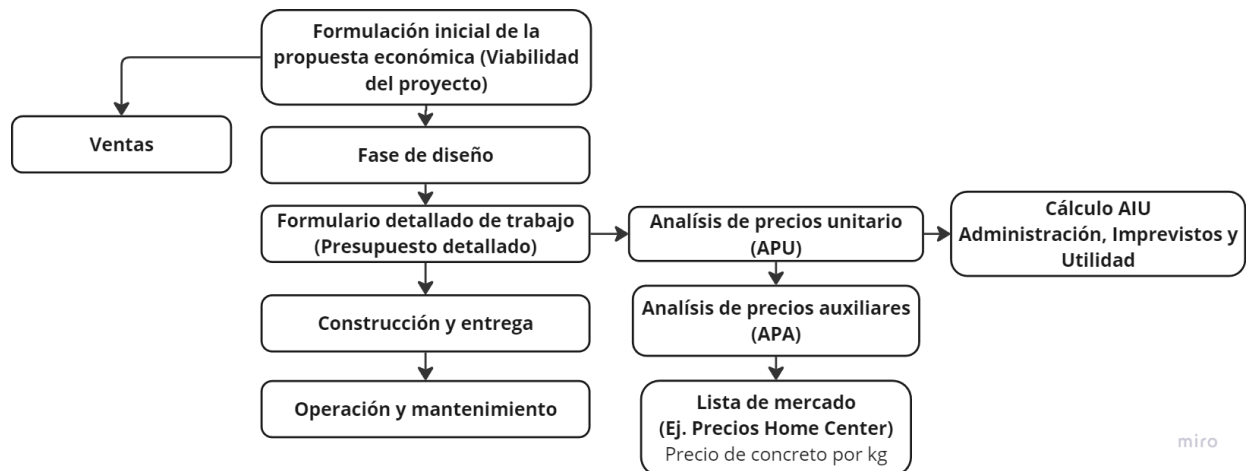


Figura 6. Fases de gestión de proyectos.

4. CONCLUSIONES

La presente investigación ha permitido elaborar una guía metodológica para adaptarse a las necesidades que se presentan diariamente en el sector de la construcción. En el momento de integrar la información obtenida a lo largo del proceso de investigación, se identificaron las actividades que son importantes en los ámbitos técnicos y administrativos. La clasificación en los diferentes módulos de trabajo hace que las actividades sean más organizadas. Para llevar a cabo el proyecto, el módulo técnico cuenta con unas bases fundamentales como presupuesto, programación, calidad del trabajo e inventario; mientras que el control financiero, gestión de proveedores y administración del personal están mejorando por parte del módulo administrativo. A partir de esto, los resultados demuestran que se han logrado las metas propuestas en la investigación, revelando que una metodología clara y estandarizada incrementa la eficiencia, estructura los procesos y disminuye costos, contribuyendo a una administración completa desde la fase inicial hasta el cierre del proyecto. La metodología sugiere un sistema organizado que aumenta la competitividad de las pequeñas empresas de construcción, por lo tanto, permite gestionar proyectos con mayor control. Sin embargo, existen problemáticas en las pequeñas empresas en el momento de implementar un software avanzado, dado que muchas no cuentan con los medios ni habilidades necesarias para utilizarlos. Además, los procedimientos manuales para documentar los procesos y la poca capacitación del personal son factores que impactan el seguimiento y gestión de actividades. En futuras investigaciones se propone analizar el uso de tecnologías más accesibles y que no generen mayor costo para gestionar los proyectos constructivos de las pequeñas empresas, con el fin de mejorar y simplificar la capacitación continua para aplicarlos. Esto sería favorable para gestionar los procesos, aumentando el impacto de la metodología desarrollada y garantizando su aplicación exitosa en el sector de la construcción de viviendas.

5. AGRADECIMIENTOS

Finalmente, queremos agradecer a las empresas y profesionales de construcción que por medio de las entrevistas y reuniones nos brindaron su valiosa información y conocimiento técnico y administrativo de proyectos de construcción. También, a nuestros asesores académicos y profesores, quienes estuvieron presentes y orientaron para que se hiciera posible, igualmente a

todas las personas que apoyaron y aportaron desde su conocimiento en todo el proceso de investigación.

6. REFERENCIAS

- Adekunle, P., Aigbavboa, C., Akinradewo, O., Oke, A., & Aghimien, D. (2022). Construction Information Management: Benefits to the Construction Industry. *Sustainability (Switzerland)*, 14(18). <https://doi.org/10.3390/su141811366>
- Datta, S. D., Islam, M., Rahman Sobuz, Md. H., Ahmed, S., & Kar, M. (2024). Artificial intelligence and machine learning applications in the project lifecycle of the construction industry: A comprehensive review. *Heliyon*, 10(5), e26888. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26888>
- Mauricio Carvajal Perez, & Andrea Crisostomo Ibarcena. (2023). Análisis comparativo de softwares en gestión de proyectos para su implementación en el seguimiento de restricciones del last planner system en la construcción del edificio multifamiliar manco cápac, lima 2021. *Repositorio de La Universidad Privada Del Norte*. <https://orcid.org/0000-0002-8672-3239>
- Mayo-Alvarez, L., Del-Aguila-Arcenales, S., Alvarez-Risco, A., Chandra Sekar, M., Davies, N. M., & Yáñez, J. A. (2024). Innovation by integration of Drum-Buffer-Rope (DBR) method with Scrum-Kanban and use of Monte Carlo simulation for maximizing throughput in agile project management. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10(1). <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100228>
- P. Fitsilis. (2008). Comparación de los procesos de desarrollo de software PMBOK y Agile Project Management. *Avances En Ingeniería y Ciencias de La Información y La Computación*. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8741-7_68
- Paredes Tumba, A. R. (2023). Gestión de proyectos y rentabilidad de un edificio de vivienda multifamiliar en Surco, 2023. *Universidad César Vallejo, Posgrado*. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/126612>
- Pellerin, R., Perrier, N., Guillot, X., & Léger, P.-M. (2013). Project Management Software Utilization and Project Performance. *Procedia Technology*, 9, 857–866. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.095>
- Wallace, W. (2014). Gestión de Proyectos. *Edinburgh Business School*. www.ebsglobal.net
- Wang, T., & Chen, H. M. (2023). Integration of building information modeling and project management in construction project life cycle. In *Automation in Construction* (Vol. 150). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104832>
- Yakasai, B. A. (2023). *Impact of Project Management software on construction projects*. <https://www.researchgate.net/publication/371566934>

Sobre los Trabajos de Investigación

Noviembre de 2024
Medellín, Colombia

Sinopsis

El Volumen 1 de la publicación *Construcciones Civiles Tendencias y Sostenibilidad* organizado por el Programa de Construcciones Civiles de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia se llevó a cabo en noviembre de 2024 en la ciudad de Medellín, Colombia, teniendo como ejes temáticos las líneas de investigación Administración y gestión de la construcción, Construcción sostenible, Patología en la edificación y Materiales de construcción.

Los trabajos abordaron temas de actualidad, mostrando avances en la investigación y el desarrollo de soluciones para el sector. Se organizaron en dos categorías: proyectos de pregrado y de posgrado, reflejando el compromiso con la innovación y la sostenibilidad en la construcción.

La inclusión de trabajos de pregrado y posgrado fue fundamental para fomentar el desarrollo académico en distintos niveles de formación. En el pregrado, la presentación de investigaciones permitió a los estudiantes adquirir experiencia en la divulgación científica y en el análisis crítico de problemáticas del sector. En el posgrado, la participación en el evento propició la consolidación de conocimientos especializados y el fortalecimiento de redes de colaboración entre investigadores y profesionales del sector. Ambas categorías evidenciaron la importancia de la formación académica en la generación de soluciones innovadoras para los desafíos del sector constructor.

Finalmente, el evento permitió generar un espacio de intercambio de conocimiento entre estudiantes, docentes e investigadores, promoviendo el debate académico y la colaboración interinstitucional en la búsqueda de soluciones innovadoras para los desafíos del sector constructor.