

Incorporación de herramientas basados en Inteligencia Artificial para la gestión eficiente de cantidades de obra en proyectos de construcción viales



Proyecto: Incorporación de herramientas basados en Inteligencia Artificial para la gestión eficiente de cantidades de obra en proyectos de construcción viales en Colombia.

Nikoll Sebastián Cruz Mendivelso

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

octubre de 2025

Incorporación de herramientas basados en Inteligencia Artificial para la gestión eficiente de cantidades de obra en proyectos de construcción viales

Proyecto: Incorporación de herramientas basados en Inteligencia Artificial para la gestión eficiente de cantidades de obra en proyectos de construcción viales en Colombia

Nikoll Sebastián Cruz Mendivelso

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Proyecto Nodo de Investigación: Inteligencia artificial, Big-Data y ciencia de datos para la optimización de la gestión de proyectos en Colombia.

Asesor(a)

Sergio Andrés Zabala Vargas

Doctor en Tecnología Educativa.

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Octubre de 2025

Incorporación de herramientas basados en Inteligencia Artificial para la gestión eficiente de cantidades de obra en proyectos de construcción viales

Contenido

Lista de tablas.....	5
Lista de figuras.....	6
Lista de anexos	7
Resumen.....	8
Abstrac	9
Introducción	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1 Descripción del problema	12
1.2 La pregunta de investigación.....	14
1.3 Los objetivos de investigación.....	14
1.3.1 Objetivo general	14
1.3.2 Objetivos específicos	15
1.4 Justificación de la investigación	15
2. MARCO DE REFERENCIA	17
2.1. Estado de Antecedentes.....	17
2.2. Marco Teórico	22
2.3. Marco normativo.....	24
3. METODOLOGÍA.....	26
3.1. Alcance de la Investigación.....	26
3.2. Enfoque de la investigación	27
3.3. Población y muestra	28
3.3.1. Definición de la población.....	28
3.3.2. Cálculo y selección de la muestra	29
3.4. Instrumento(s).....	30
3.4.1. Revisión del estado de antecedentes.....	31
3.4.2. Encuesta De Nivel De Madurez Tecnológica	31
3.5. Descripción de procedimientos	32
3.5.1. Descripción y recolección de datos según Encuesta De Nivel De Madurez Tecnológica.....	32

Incorporación de herramientas basados en Inteligencia Artificial para la gestión eficiente de cantidades de obra en proyectos de construcción viales

3.5.2.	Recolección de datos.....	33
3.5.3.	Codificación de datos	34
	3.5 Consideraciones éticas	35
4.	Hipótesis.....	36
5.	Resultados	37
	5.1 Presentación de resultados	37
	5.2 Propuesta al Sector	56
	5.2.1 Desarrollo de una estrategia en sistema digital.	56
	5.2.2 Desarrollo de competencias digitales	57
	5.2.3 Adopción progresiva en combinación de herramientas emergentes.....	58
	5.3 Discusión	58
6.	Conclusiones.....	59
	Referencias.....	61
	Anexos.....	64

Incorporación de herramientas basados en Inteligencia Artificial para la gestión eficiente de cantidades de obra en proyectos de construcción viales

Lista de tablas

Tabla 1 MODELO DE NEGOCIO Y PRODUCTO - Nivel estratégico Pregunta No. 11	38
Tabla 2 MODELO DE NEGOCIO Y PRODUCTO - Nivel estratégico Pregunta No. 12 y 13	39
Tabla 3 Cliente y Proveedores. Pregunta No. 14	41
Tabla 4 Cliente y Proveedores. Pregunta No. 15.	43
Tabla 5 Nivel Táctico y Operativo Pregunta No. 16.....	44
Tabla 6 Nivel Táctico y Operativo Pregunta No. 17, No.18, No. 19 y No.20.....	46
Tabla 7 Infraestructura y Seguridad Pregunta No. 21 al 26.	49
Tabla 8 Estrategias y Experiencia en Industria 4.0. Preguntas No. 27 al 32	52

Incorporación de herramientas basados en Inteligencia Artificial para la gestión eficiente de cantidades de obra en proyectos de construcción viales

Lista de figuras

Ilustración 1 Calculo tamaño de la muestra 30

Lista de anexos

Anexo 1 Encuesta de identificación de la tecnología emergente en la gestión de proyectos en el sector de la construcción.....	64
Anexo 2 Declaración Inicial	75

Resumen

El presente proyecto, se realizó bajo la eventualidad presentada en los últimos años en la ejecución de proyectos viales en Colombia debido a que se presenta deficiencias y errores de toma de cantidades en obra, lo que genera retrasos, sobrecostos y litigios en la ejecución de proyectos. Por consiguiente, se propone un conjunto de estrategias y recomendaciones basadas en la incorporación de tecnologías emergentes, con el propósito de reducir errores en la estimación de cantidades de obra en la construcción vial.

Por consiguiente, se realizó la investigación mediante un enfoque cuantitativo en donde se analiza datos numéricos y estadísticos según consulta, identificación y análisis de las herramientas basadas en inteligencia artificial (IA). En ese orden, se realizó dos instrumentos importantes en el alcance del proyecto. Inicialmente, un estudio bibliométrico mediante la consulta de los recursos electrónicos a través de la base de datos ScienceDirect, en donde se describe los avances y aplicaciones actuales de metodologías de inteligencia artificial en la gestión de proyectos. Por otra parte, la consulta de la Encuesta de Nivel de Madurez Tecnológica", proporcionada por el proyecto de investigación, siendo soporte base de análisis estadístico en donde identifica la adopción de herramientas en las empresas constructoras del país y su influencia en la ejecución de sus proyectos.

Por último, se desarrolla estrategias para contribuir a la integración de herramientas tecnológicas en la gestión de proyectos viales en Colombia, los cuales corresponde a la estrategia en sistema digital, competencias digitales y adopción progresiva en combinación de herramientas emergentes.

Palabras clave: Project management, artificial intelligence, road construction, construction quantities o costs.

Abstrac

This project was undertaken in response to the challenges encountered in recent years in the execution of road projects in Colombia, specifically the deficiencies and errors in quantity surveying during construction, which lead to delays, cost overruns, and litigation. Therefore, a set of strategies and recommendations based on the incorporation of emerging technologies is proposed to reduce errors in quantity estimation for road construction.

Consequently, the research was conducted using a quantitative approach, analyzing numerical and statistical data through the consultation, identification, and analysis of artificial intelligence (AI) tools. Two key instruments were employed within the scope of the project. First, a bibliometric study was conducted using electronic resources from the ScienceDirect database, which describes the current advancements and applications of artificial intelligence methodologies in project management. Furthermore, the "Technological Maturity Level Survey," provided by the research project, serves as the basis for statistical analysis, identifying the adoption of technological tools in the country's construction companies and their influence on project execution. Finally, strategies are developed to contribute to the integration of technological tools in the management of road projects in Colombia. These strategies encompass digital systems, digital skills, and the progressive adoption of emerging tools.

Keywords: Project management, artificial intelligence, road construction, construction quantities, and costs.

Introducción

En el transcurso de los años, la estimación de las cantidades de obra en los proyectos de construcción civil ha sido un proceso fundamental para el reporte de las actividades ejecutadas durante un periodo determinado de un contrato de obra.

En este contexto, tanto la planificación como la supervisión de las obras juegan un papel crucial en el aseguramiento del tiempo de ejecución como la calidad de la obra, en la cual es responsabilidad del equipo de trabajo revisar continuamente el seguimiento y control de los recursos durante la ejecución del proyecto (Carcaño, 2006). Esto da lugar a la necesidad de realizar actualizaciones periódicas del presupuesto, con balances que reflejan los mayores o menores cantidades, o incluso la adición de presupuesto a un contrato cuando se presentan ajustes importantes en el proyecto.

Con el objetivo de mejorar este proceso, surge la posibilidad de implementar metodologías basadas en herramientas de Inteligencia Artificial (IA), que podrían optimizar la precisión, la eficiencia y la calidad de las cantidades ejecutadas en comparación con los diseños iniciales, o los ajustes realizados a lo largo del proyecto debido a cambios en las condiciones de obra, lo cual demuestra ser una herramienta versátil en pro de la mejora continua y de la innovación (ACCA software, 2025).

Este trabajo de grado tiene como objetivo investigar, a través de recursos electrónicos, cómo la incorporación de herramientas basadas en IA puede mitigar los problemas de estimación y cálculo de cantidades en proyectos de construcción, utilizando algoritmos, bases de datos y análisis

predictivo. De esta forma, se busca reducir los errores comunes en la fase inicial y en la ejecución del proyecto, permitiendo tomar decisiones correctivas de manera más eficiente en función de los recursos disponibles en el proyecto.

En definitiva, las herramientas de IA buscan supervisar el progreso de un proyecto en donde pueda colaborar y contribuir de manera más eficiente y clara la toma de decisiones a las partes interesadas, especialmente en lo que respecta a la optimización de las cantidades de obra (Alabdullatief & Salah, 2025).

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

En los proyectos de construcción, el objetivo principal es completar la ejecución dentro de los plazos establecidos y el presupuesto asignado para asegurar su éxito. Sin embargo, es común que se presenten retrasos, lo que conlleva a la reprogramación de los cronogramas y, a su vez, sobrecostos significativos que afectan el cumplimiento de los contratos (Min-Yuan Cheng, 2024).

Por otro lado, los costos adicionales son un indicador claro del fracaso de un proyecto, y a menudo, al finalizar, estos sobrecostos se deben a una gestión inadecuada de los riesgos asociados durante la fase de implementación. Esta situación sigue siendo una preocupación para las partes interesadas en la ejecución de proyectos de construcción (Musarat, 2024)

Asimismo, los resultados sugieren que, dentro de los diversos riesgos del proyecto, el riesgo contractual es el que tiene la mayor probabilidad e impacto sobre el desempeño tanto en costos como en el cronograma. En cambio, el riesgo relacionado con la capacidad muestra la menor probabilidad e impacto. Los factores de riesgo que presentan altos niveles de probabilidad e impacto deben ser gestionados con especial cuidado en futuros proyectos. Estos hallazgos ofrecen valiosa información sobre la gestión práctica de riesgos y pueden servir como referencia para una evaluación más precisa de los riesgos por parte de los profesionales del sector (Won, 2025).

En Colombia, en el año 2024 se realizó un control periódico y exhaustivo en cuanto a la ejecución de los proyectos ejecutados en el país. Por lo tanto, se realizaron visitas a lo largo del territorio nacional en donde se reporta alertas e irregularidades en la ejecución de proyectos, elefantes blancos y obras abandonadas. Con esta identificación, se menciona que 487 proyectos presentan inconsistencias, lo que genera un registro en cinco departamentos en donde prevalece esta situación, La Guajira, Meta, Cesar, Antioquia y Valle del Cauca (Departamento Nacional de Planeación en Colombia, 2025).

En relación con lo identificado por parte de los Entes de control, es una problemática significativa en el seguimiento de los recursos financiados para la ejecución de las obras en el país. Estas obras parcialmente ejecutadas, constituye un detrimento estatal en el uso de los recursos, lo que genera deficiencias en la planificación y control de los proyectos.

La Contraloría General de la Republica manifiesta a través de sus comunicados de prensa, alertas sobre el estado de algunas obras en el territorio nacional, lo cual se encuentra comprometidas obras viales con una afectación del 19.81% según reporte por parte de la Dirección de Información, Análisis y Reacción Inmediata (DIARI). Esta eventualidad genera inconsistencias en planificación, ejecución y control de los contratos; principalmente en los avances físicos y financieros según lo ejecutado versus lo programado, lo que refleja costos adicionales de recursos y la necesidad de prórrogas por la no culminación de actividades dentro de los tiempos establecidos (Contraloría General de la República de Colombia, 2024).

En conclusión, la construcción eficaz es fundamental para el éxito de los proyectos viales. No obstante, las deficiencias en los cronogramas y la programación pueden generar desafíos significativos, tales como retrasos, sobrecostos y litigios.

Por lo tanto, es esencial que los gerentes de proyecto comprendan a fondo las causas que contribuyen a estas deficiencias. Lamentablemente, ha existido poca investigación que analice estos factores en detalle. Para abordar esta brecha, el presente estudio se centró en examinar las causas que afectan la programación de los procesos de construcción en proyectos viales. (Castañeda, 2025).

1.2 La pregunta de investigación

¿Qué impacto tiene la incorporación de tecnologías emergentes mediante herramientas existentes basadas en inteligencia artificial para mitigar errores en la estimación de cantidades de obra durante la ejecución de proyectos de construcción viales en Colombia?

1.3 Los objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Proponer un conjunto de estrategias y recomendaciones basadas en la incorporación de tecnologías emergentes, especialmente en inteligencia artificial, con el propósito de reducir los errores en la estimación de cantidades de obra en la ejecución de proyectos viales en Colombia, contribuyendo a la optimización de la gestión y administración de proyectos de infraestructura vial.

1.3.2 Objetivos específicos

Consultar el estado actual de la implementación de tecnologías emergentes basadas en la inteligencia artificial para mitigar los errores en la estimación de cantidades de obra en la ejecución de proyectos viales en Colombia, a través de un análisis detallado del marco de antecedentes.

Identificar y establecer las herramientas existentes basadas en inteligencia artificial que puedan servir como guía para la optimización de la ejecución de proyectos viales en Colombia, con el fin de mejorar la precisión y eficiencia del reporte de cantidades de obra.

Desarrollar estrategias y recomendaciones para la incorporación de tecnologías emergentes en la ejecución de proyectos viales en Colombia, con el objetivo de convertirlas en un referente de interés y aplicación en el sector de la infraestructura vial.

1.4 Justificación de la investigación

En los proyectos de infraestructura vial en Colombia, se han evidenciado retrasos y sobrecostos recurrentes a lo largo de los años, lo cual afecta significativamente al sector de la construcción. Este evento hace entender sobre la importancia de identificar las causas que impiden la ejecución eficiente de los proyectos viales en el país. Uno de los problemas más comunes es la estimación incorrecta de las cantidades de obra, lo que repercute directamente en los presupuestos y en los plazos de cierre de los proyectos.

Al tomar la incorporación de la Inteligencia Artificial (IA) a través de herramientas tecnológicas puede jugar un papel crucial en la optimización de la gestión de proyectos. De tal

forma que, el uso de la IA puede reducir los costos hasta en un 25%, disminuir los desperdicios en un 18% y optimizar el tiempo de ejecución en un 40%. Estas mejoras contribuyen a la eficiencia en la gestión de los proyectos, permitiendo una mejor optimización de procesos, reducción de costos y mayor sostenibilidad en la ejecución (Carvajal-Rivadeneira, 2024).

Asimismo, el Director Técnico y de Estructuración del Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), Guillermo Toro Acuña, menciona la importancia de implementar nuevas herramientas tecnológicas en el territorio colombiano. Estas herramientas facilitan un manejo eficiente de los recursos, permitiendo evaluar y priorizar con mayor precisión las inversiones en la ejecución de las obras (INVIAS, Instituto nacional de vías, 2022).

En este contexto, se puede deducir en el orden académico que, mediante la consulta de las diversas herramientas basadas en Inteligencia Artificial permite fortalecer el conocimiento y desarrollo en la gestión de proyectos, lo cual es un paso fundamental y aplicable en el área de la construcción especialmente en los proyectos viales. Es importante anotar que, la innovación e implementación de nuevos modelos de seguimiento y control tomen relevancia en la gestión de los proyectos.

Así mismo, la investigación promueve el uso de las herramientas emergentes proporcionadas por la IA, siendo un elemento clave en la eficiencia y optimización continua en el manejo de la información, programación y gestión de recursos de un proyecto, toda vez que, las obras de construcción contemplan base de datos extensas en tiempo real. La adopción de la IA, identifica la complejidad y la variabilidad de los recursos, lo cual genera una mejor precisión en la asignación de recursos, toma de decisiones y estimación de cantidades de obra (Salimi, 2024).

Desde la perspectiva social, genera beneficios óptimos en el manejo de los recursos en el sector público como privado en Colombia, con el fin de evitar sobrecostos y reprocesos en la ejecución de proyectos viales. Así mismo, se busca optimizar los recursos del cliente toda vez que se mejore la calidad de vida del usuario, la satisfacción de las comunidades y continuar con la conexión de pueblos y/o ciudades, lo que contribuirá al fortalecimiento y desarrollo económico del país.

La presente investigación tiene como objetivo explorar las tecnologías emergentes basadas en Inteligencia Artificial, identificar las herramientas más eficientes y proponer su implementación para mejorar la gestión de proyectos viales en Colombia. Esto permitirá reducir los errores en la estimación de cantidades de obra y, en última instancia, mejorar la calidad y eficiencia de los proyectos viales en el país.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Estado de Antecedentes

En el presente marco de antecedentes se presenta una revisión actualizada sobre la implementación de tecnologías emergentes basadas en inteligencia artificial en el sector de la construcción. Para ello, se realizó una búsqueda en los recursos electrónicos de la Universidad Uniminuto, a través de la base de datos ScienceDirect, utilizando las palabras clave: "Project management" AND "artificial intelligence" AND "road construction" AND ("construction quantities" OR "costs"). En lo anterior, se filtra en el periodo comprendido entre el año 2021 a 2026 en el área de la Ingeniería con un total de 35 artículos, los cuales se listan a continuación los

diez artículos relevantes según consulta y revisión previa. Por lo tanto, se presenta los avances y aplicaciones actuales de la inteligencia artificial en la gestión de proyectos y el control de cantidades y costos en la construcción.

- Según (Muhammad Saiful Islam a, 2021) presenta una metodología que recibe por nombre juntos difusos y las redes bayesianas, donde estima los costos y cantidades en una tabla de plan de contingencia en proyectos de infraestructura debido a que las metodologías comunes no contemplan de manera detallada los riesgos y causales de las actividades previstas. Por lo tanto, el modelo propuesto permite cuantificar los riesgos y su impacto en los costos con base en datos limitados, reduciendo el riesgo y mejorando la toma de decisiones; de tal forma que su modelo lo realizó en proyectos reales de Bangladés en donde corroboró una precisión con un margen de error menor al 20%. La herramienta emergente permite realizar modificaciones en los costos de contingencia durante la ejecución, con la finalidad de precisar detalladamente el seguimiento y la gestión efectiva de riesgos.

- Así mismo, (Abdullah Alsehaimi a, 2024) se centra en la utilización de gemelos digitales impulsados por inteligencia artificial (IA) para monitorear y gestionar estructuras de ingeniería civil. Esta tecnología combina modelos de información de construcción (BIM), datos de sensores en tiempo real y algoritmos de aprendizaje automático para predecir el comportamiento estructural y mejorar la toma de decisiones. Su implementación permite un mantenimiento predictivo más eficiente, una mayor seguridad y una optimización de costos. La metodología propuesta también considera aspectos de

interoperabilidad de datos, escalabilidad y sostenibilidad, posicionándose como una herramienta clave en la transformación digital de la ingeniería civil.

- Por otra parte, (Ahmed Farouk Kineber a, 2024) menciona una herramienta que combina un aprendizaje automático y teledetección para predecir fallas de taludes en zonas mineras. Utiliza modelos como LightGBM, CatBoost y XGBoost, entrenados con datos geoespaciales (NDVI, NDWI, pendiente, etc.) y datos históricos de fallas. La tecnología permite identificar zonas de alto riesgo antes de que ocurran fallas visibles, aumentando la eficiencia y seguridad en operaciones mineras. La metodología incluye selección de características, validación cruzada y análisis SHAP para interpretar la importancia de las variables. Esta herramienta emergente mejora la gestión de riesgos geotécnicos y representa un avance significativo en la ingeniería civil aplicada a la minería.

- Según (Moonita Limiany Prasetyo a, 2025) menciona que la tecnología emergente propuesta integra la inteligencia artificial, gemelos digitales y BIM con la finalidad de optimizar la planificación y operación de proyectos de infraestructura civil. De tal forma que, se basa en enfoque cibernético que permite la simulación en tiempo real, monitoreo remoto y retroalimentación continua, mejorando la toma de decisiones en todo el ciclo de vida del proyecto.

- La herramienta según (Yishuang Zhang, 2025) se basa en Building Information Modeling (BIM) y tecnologías geoespaciales para la evaluación y gestión de infraestructuras viales. La innovación radica en la integración de nubes de puntos LIDAR, modelos BIM y Sistemas de Información Geográfica (SIG), lo cual permite digitalizar con alta precisión el estado actual de las carreteras. Esta metodología facilita el mantenimiento preventivo, la toma de decisiones informadas y una gestión eficiente de activos. Se aplica

un enfoque colaborativo y automatizado que mejora la sostenibilidad, reduce costos y tiempos, y se adapta fácilmente a diferentes contextos geográficos y técnicos.

- Según (Farzan Baradaran Rahimi a, 2025) integra tecnologías emergentes como escaneo láser 3D, nubes de puntos, inteligencia artificial y entornos de datos comunes (CDE) para optimizar la gestión de activos en la construcción. Utiliza un enfoque semiautomático para extraer información geométrica y semántica de infraestructuras existentes, permitiendo generar modelos digitales actualizados y precisos. Esta metodología mejora la interoperabilidad, reduce errores humanos y facilita la toma de decisiones basada en datos. Además, apoya procesos de mantenimiento y renovación en edificaciones existentes, alineándose con los principios de la digitalización en ingeniería civil y la transición hacia gemelos digitales inteligentes.

- Seguidamente, (Zheng Tong *, 2025) se basa en la integración de tecnologías emergentes, como BIM, GIS, escaneo láser 3D y gemelos digitales, para la gestión inteligente del ciclo de vida de infraestructuras civiles. El enfoque combina datos espaciales y de diseño para mejorar la toma de decisiones durante el mantenimiento y la renovación de puentes. A través de un flujo de trabajo automatizado, se generan modelos digitales actualizados que permiten una evaluación precisa del estado estructural. Esta metodología promueve eficiencia, reducción de costos y sostenibilidad al facilitar intervenciones oportunas y planificadas en infraestructuras críticas mediante herramientas digitales avanzadas.

- Así mismo, (Ali Mahmoud Mayya b, 2025) menciona la digitalización de procesos de construcción mediante gemelos digitales, combinando escaneo láser 3D, nubes de puntos y modelado BIM. Utiliza un enfoque automatizado basado en algoritmos para

detectar desviaciones entre el diseño y la realidad construida, mejorando la precisión del control de calidad. Esta integración permite monitorear y actualizar el estado de los elementos estructurales en tiempo real, facilitando la toma de decisiones. La metodología fue validada en un caso real, demostrando su eficacia para mejorar la gestión de obra, reducir errores y optimizar recursos en proyectos de ingeniería civil y construcción.

- Según, (Chinedu Okonkwo, 2025) propone integrar gemelos digitales, inteligencia artificial y modelado de información de construcción (BIM) para optimizar la gestión de mantenimiento en infraestructuras civiles. Utiliza sensores IoT para recopilar datos en tiempo real, los cuales son analizados mediante aprendizaje automático para detectar fallas potenciales. Luego, estos datos se integran en un entorno BIM que visualiza el estado actual de la infraestructura y predice su evolución futura. Esta metodología emergente permite una toma de decisiones más precisa, reducción de costos y mejora en la seguridad operativa, representando un avance significativo en la gestión inteligente de infraestructuras urbanas complejas.

- Por último (Christopher Pentury a, 2025) menciona que la revisión sistemática, combinando un análisis bibliométrico, minería de texto y técnicas de visualización, examina exhaustivamente la literatura sobre la aplicación de dichas tecnologías en la construcción de carreteras. Los hallazgos indican que este es un campo de investigación emergente, con un crecimiento significativo en los últimos cinco años. Las aplicaciones se centran en sensores y visualización para el control de calidad del pavimento, y en la gestión de la construcción mediante sistemas computarizados. Existen desafíos como la conectividad, los altos costos y la capacitación tecnológica.

2.2. Marco Teórico

Gestión de Proyectos en la Construcción

La gestión de proyectos cuenta con dos factores en la construcción, los cuales corresponden a la planificación y el control de los costos, toda vez que influye directamente al buen manejo y eficiencia de un proyecto. Por lo tanto, el proceso de gestión se debe estructurar bajo un sistema de información documentada sólido, con el propósito de cumplir los objetivos de calidad, tiempo y presupuesto. Estos sistemas de documentación de seguimiento y control, optimiza los recursos económicos y garantiza la eficiencia de un proyecto (Bovsunovskaya, 2016).

Cantidades de obra en proyectos viales

La estimación de cantidades de obra en proyectos viales es el proceso técnico mediante el cual se calculan, con base en planos, especificaciones y estudios topográficos, los volúmenes de materiales y actividades necesarias para la construcción de una carretera. Este procedimiento permite planificar costos, tiempos y recursos, asegurando la viabilidad técnica y económica del proyecto. Incluye elementos como movimientos de tierra, pavimentos, drenajes y señalización, siendo esencial para licitaciones, control de obra y presupuestación precisa (Feng Jiang a, 2022).

Implementación de la Inteligencia artificial en la construcción.

Con respecto a la inteligencia artificial (IA), se puede afirmar que representa una herramienta viable y prometedora para el sector de la construcción. Su implementación ha demostrado resultados óptimos en el uso de herramientas, materiales, maquinaria y sistemas innovadores. La IA constituye una alternativa que debería integrarse de forma más amplia en el sector, ya que

contribuye al desarrollo eficiente de los proyectos mediante mejoras en el diseño, la productividad, el monitoreo (como el uso de cámaras), y la capacidad para anticipar, prevenir y mitigar riesgos, así como reducir tiempos y costos (Jorge G. Mendoza, 2022).

Tecnologías emergentes en la Construcción

Las tecnologías emergentes en la construcción abarcan innovaciones como la inteligencia artificial, la robótica, la impresión 3D, los drones, la realidad aumentada y virtual, y el Internet de las Cosas. Estas tecnologías transforman los procesos constructivos al mejorar la eficiencia, la seguridad, la sostenibilidad y la toma de decisiones. Su adopción permite optimizar recursos, reducir errores, y fomentar prácticas más inteligentes y colaborativas en todo el ciclo de vida del proyecto, desde el diseño hasta la operación (Leber, 2024).

Implementación de la Inteligencia artificial en Colombia

Según el conferencista Toro Acuña mencionó en avanzar con el desarrollo de sistemas de gestión de proyectos mediante la utilización de herramientas tecnológicas lo cual permite que un proyecto de construcción se permita conocer en tiempo real y estado de ejecución de la infraestructura correspondiente a la instalación de sistemas de monitoreo en puentes, taludes, túneles y pavimentos, siendo que los datos son almacenados en una base y al ser procesados por la inteligencia artificial (IA), el personal implicado puede tomar decisiones en tiempo real y de forma eficiente en los tiempos establecidos (INVIAS, 2022).

2.3. Marco normativo

Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras en Colombia

La ley 1228 de 2008 menciona las categorías de las vías en Colombia, toda vez que corresponde a unas vías primarias, secundarias y terciarias lo cual se encuentran identificados por su categoría, ubicación, estado de estas y demás. El sistema de manejo y operación es único y a cargo de la nación lo cual es apropiado de determinar y tomar las decisiones mediante la apropiación de los recursos para su posterior funcionamiento e implementación (Congreso de Colombia C. , 2008).

Infraestructura vial en Colombia

La Ley 1682 de 2013 en Colombia propone implementar tecnologías modernas con la finalidad de optimizar procesos de planeación, construcción y operación. Así mismo, menciona sobre la implementación de los sistemas inteligentes de transporte, tecnologías digitales y mecanismos innovadores que mejoran la eficiencia, seguridad y sostenibilidad en los proyectos de infraestructura vial (Congreso de Colombia .. , 2013).

Sector Tecnológico de la Información y las Comunicaciones Inteligencia Artificial (TIC)

El Decreto 1078 de 2015 reglamenta la disposición aplicable de las herramientas tecnológicas para el desarrollo digital, en donde se permite utilizar el software de la Inteligencia Artificial, lo cual se encuentra diseñado para la resolución de problemas, autoaprendizaje, autocorrección y entre otros (Congreso De Colombia, 2015) .

Innovación en Colombia

La Ley 1753 de 2015, según el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 menciona en proponer y fortalecer estrategias en cuanto al área de la ciencia, tecnología e innovación en Colombia. Así mismo, los medios tecnológicos y de innovación (PCTI) y facilita la cesión de derechos de propiedad intelectual de proyectos financiados con recursos públicos, incentivando la transferencia y comercialización de resultados de investigación (Congreso de Colombia c. , 2015).

Protección de datos personales.

La ley estatutaria 1581 de 2012 dispone sobre el tratamiento de los datos personales registrados en cualquier base de datos, lo cual se deberá informar y solicitar información dado a que se vaya a suministrar a terceros, en este caso a clientes, proveedores y empleados (El Congreso de Colombia, 2012).

3. METODOLOGÍA

3.1. Alcance de la Investigación

El presente trabajo de investigación tiene como alcance consultar la incorporación de herramientas basadas mediante inteligencia artificial para la gestión eficiente de cantidades de obra en proyectos viales, con el fin de analizar y presentar el grado de adaptabilidad y beneficio en el sector de la construcción vial; de tal forma que, comprende de un periodo de investigación de dos cuatrimestres a partir del mes de marzo – octubre del año 2025, los cuales se realizará la recolección, análisis e interpretación de la investigación.

Por lo tanto, la identificación de las herramientas y/o metodologías digitales aplicables mediante Inteligencia Artificial en los últimos años, en el sector de la construcción vial se analizará en un periodo entre los años 2021 – 2026. Así mismo, se limita a profesionales, clientes, proveedores, Contratistas, Interventorías y demás, que trabajan en el sector de la infraestructura vial, en donde se centraliza en la gestión de estimación de cantidades y costos toda vez que comprende del paso inicial en la elaboración de un presupuesto, avances programados, ejecución de obra y validación de pagos.

Por otra parte, se incluirá el análisis de los datos proveniente de una encuesta de madurez tecnológica proporcionada por el proyecto de investigación aplicable en el sector de la construcción, con el objetivo de evaluar la base de datos y analizar sobre como la Inteligencia Artificial se ha incorporado o no en las organizaciones del sector.

3.2. Enfoque de la investigación

El presente proyecto de investigación adopta un enfoque cuantitativo, en donde busca analizar datos numéricos y estadísticos que permitirán consultar, identificar y desarrollar estrategias mediante la incorporación de tecnologías emergentes basadas en inteligencia artificial (IA) en la ejecución de proyectos viales en Colombia. Así las cosas, el enfoque metodológico se realiza de la siguiente forma:

Estudio Bibliométrico

Realizar una revisión documental utilizando los recursos electrónicos de la Universidad Minuto de Dios (Uniminuto), particularmente a través de la base de datos ScienceDirect. En esta fase se identificarán los avances y aplicaciones actuales de la inteligencia artificial en la gestión de proyectos, con el propósito de mitigar los errores en la estimación de cantidades de obra en la ejecución de proyectos viales a nivel mundial.

Análisis Encuesta Empresas de Construcción en Colombia

La "Encuesta de Nivel de Madurez Tecnológica", proporcionada por el proyecto de investigación *Inteligencia artificial, big data y ciencia de datos para la optimización de la gestión de proyectos en Colombia*, desarrollado por la Corporación Universitaria Minuto de Dios. A través de esta encuesta, se efectuará un análisis estadístico que permitirá establecer el grado de implementación de la inteligencia artificial en las empresas constructoras del país y su influencia en la ejecución de sus proyectos.

Propuesta de Investigación:

Interpretar los resultados obtenidos a través de la base de datos proporcionada por el proyecto de investigación *Inteligencia artificial, big data y ciencia de datos para la optimización de la gestión de proyectos en Colombia*, con el fin de desarrollar estrategias y recomendaciones en la implementación de la IA en el sector vial.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Definición de la población

La construcción de obras representa un fundamento esencial en el crecimiento y fortalecimiento de la infraestructura del país, constituyendo una fuente importante de ingresos para numerosas empresas del sector de la construcción. De acuerdo con datos de (CAMACOL, 2025). uno de los principales gremios de la construcción presente en 18 regiones de Colombia, se encuentran afiliadas 874 organizaciones, entre constructores, contratistas y consultores. Estas empresas participan activamente en la toma de decisiones estratégicas, así como en la gestión y desarrollo del sector.

En relación con las empresas que ejecutan obras de infraestructura vial, el Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2022); informa un crecimiento en el número de proponentes, lo cual evidencia una mayor participación en los procesos de contratación. Específicamente, se identifican 160 empresas postulantes en la modalidad de selección abreviada de menor cuantía, y 138 oferentes en

la modalidad de concurso de méritos abiertos (Interventoría de Obra), para un total de 298 empresas involucradas directamente en la ejecución y seguimiento de proyectos de infraestructura vial.

3.3.2. Cálculo y selección de la muestra

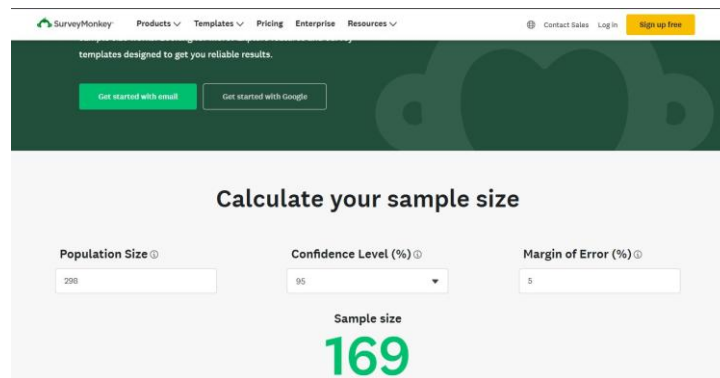
El cálculo del siguiente muestreo probabilístico corresponde al tamaño de la muestra a través de la herramienta virtual [surveymonkey.com](https://www.surveymonkey.com), lo cual su resultado se presenta a través de la siguiente fórmula y se tiene como resultado así:

$$n = \frac{Z^2 * P(1 - P)}{E^2}$$

Donde:

- n = tamaño de la muestra
- Z = valor z para el nivel de confianza (95% de confianza)
- p = proporción esperada de éxito (0.5)
- E = margen de error (un 5%)

Ilustración 1 Calculo tamaño de la muestra



Fuente: Recorte tomado de la pagina Surveymonkey (SurveyMonkey, 2025)

Con base en este análisis, la herramienta determinó que el tamaño adecuado de la muestra corresponde a 169 empresas. Sin embargo, por criterios de factibilidad y alcance del estudio, el análisis se centrará en 52 empresas del sector de la construcción. A partir de esta muestra se evaluará el nivel de incorporación de tecnologías emergentes, identificando su relevancia y potencial como referentes para la mejora de procesos en proyectos de infraestructura vial.

3.4. Instrumento(s)

Para el desarrollo del siguiente proyecto de investigación, se plantea un instrumento estructurado tipo encuesta lo cual busca consultar el uso, conocimiento e interés de la aplicabilidad o no de las tecnologías emergentes (Inteligencia artificial) dirigido a representantes técnicos de las empresas del sector de la construcción y consultar una revisión documental detallada bajo la base de datos ScienceDirect, con el fin de identificar los avances y aplicaciones actuales de la inteligencia artificial en la gestión de proyectos de construcción vial.

3.4.1. Revisión del estado de antecedentes

En la revisión documental sistemática bajo sobre la base de datos ScienceDirect se presenta un listado descriptivo de las metodologías de herramientas basadas mediante inteligencia artificial, con el fin de identificar lo más relevante sobre la incorporación de tecnologías en la gestión de proyectos de infraestructura vial en cuanto a mejorar la precisión y eficiencia del reporte de cantidades de obra. Esta revisión permite contextualizar los avances en de estas tecnologías y sustentar sistemáticamente una estrategia de incorporación y recolección de información en optimizar los procesos y reducir errores.

3.4.2. Encuesta De Nivel De Madurez Tecnológica

La encuesta busca medir el nivel de madurez tecnológica en las 52 empresas del sector de la construcción, en la cual se permita identificar su grado de implementación de las tecnologías emergentes como herramienta en la ejecución de las obras civiles. Así las cosas, la encuesta se remitió de manera virtual, utilizando plataformas en línea para facilitar el acceso a los representantes de las diferentes empresas del sector de la construcción, garantizando la confidencialidad de la información recibida en donde se discrimina en los siguientes apartados.

1. Modelo de negocio y producto.
2. Clientes y proveedores.
3. Procesos a nivel táctico y operativo
4. Infraestructura y seguridad

5. Estrategia y experiencia en industria 4.0

Por lo tanto, en el **Anexo 1** se adjunta el apartado con la presentación de cada pregunta, lo cual corresponde a la encuesta sobre el nivel de madurez tecnológica utilizadas para este proyecto.

3.5. Descripción de procedimientos

3.5.1. Descripción y recolección de datos según Encuesta De Nivel De Madurez Tecnológica

Mediante la recolección de datos y del análisis de las 52 respuestas obtenidas a través de la encuesta remitida a las empresas del sector de la construcción, se seleccionará y se revisará detalladamente el nivel de adaptabilidad tecnológica y la percepción sobre la incorporación de herramientas basadas en inteligencia artificial (IA) en la gestión de proyectos viales con la finalidad de obtener una visualización grafica adecuada con su respectivo análisis.

El proceso de recolección de datos se desarrolló de la siguiente manera:

- Se consulta con colaboradores de empresas del sector de la construcción mediante diferentes canales de comunicación (teléfono, correo electrónico, entre otros), con el fin de conocer el estado de la organización y su importancia en la investigación.
- Se remite un correo electrónico explicando al usuario el objetivo de la encuesta, junto con un paso a paso para su diligenciamiento, garantizando un proceso colaborativo, confidencial y anónimo.

- La encuesta corresponde a un formulario en línea de Google Forms, herramienta que permitió consolidar la información y que, a su vez, sirvió como soporte de base de datos del proyecto nodo.
- Los datos se recopilan de manera automática en la plataforma, consolidando día a día las respuestas de los participantes, lo que permite fortalecer y dar mayor robustez a la investigación.
- Una vez obtenida la información, se exporta a una hoja de cálculo de Excel, con el fin de estructurar el enfoque cuantitativo y analizar las variables relacionadas con la percepción, el conocimiento y la aplicabilidad de herramientas tecnológicas basadas en IA. Además, se buscó evaluar cómo la implementación de estas tecnologías puede mitigar errores en el cálculo de cantidades y en la presentación de costos de obra, así como la factibilidad de su adopción como parte de la estrategia operativa de las empresas.

Los resultados obtenidos permiten identificar variables sobre la transformación digital en el sector de la construcción, así como determinar el nivel actual de madurez tecnológica. Además, el análisis posibilita la propuesta de estrategias concretas para fortalecer la adopción de soluciones tecnológicas orientadas a la eficiencia, precisión y control de costos en la ejecución de proyectos viales.

3.5.2. Recolección de datos.

Según revisión del estado de antecedentes basado en la fuente de datos de ScienceDirect se aplica un filtro de las palabras clave: "Project management" AND "artificial intelligence" AND "

road construction " AND ("construction quantities" OR "costs") delimitando la búsqueda a los años 2021-2026. Como resultado, se identificaron 35 artículos, enfocados en investigación dentro del campo de la ingeniería. A partir de esta selección, se llevó a cabo un análisis considerando el año de publicación, el número de citas y los resúmenes de cada documento, lo que permite reconocer los trabajos más relevantes que presentan avances y aplicaciones de la inteligencia artificial (IA) en la gestión de proyectos, especialmente en el control de cantidades y costos en proyectos de infraestructura vial.

Por otro lado, el estudio de caso se centra en las respuestas obtenidas de una encuesta sobre el nivel de madurez tecnológica (o apropiación) en la gestión de proyectos. En total, se recopilaron 52 registros de un total de 285 resultados, los cuales fueron clasificados dentro del sector de la construcción y áreas relacionadas.

Estos datos se recolectaron por medio de la plataforma digital del proyecto nodo de la Universidad Uniminuto, desde la cual se exportaron a Microsoft Excel para su posterior análisis y medición. A partir de este proceso, se organiza y se evalúa la información con el fin de identificar las tendencias y el grado de adaptación de las tecnologías emergentes aplicadas a la gestión de proyectos en el ámbito de la construcción.

3.5.3. Codificación de datos.

En relación con el enfoque cuantitativo, a través del análisis y la medición estadística, se menciona que los resultados obtenidos en Microsoft Excel se organizan y se codifican previamente, asignando valores numéricos a las variables de la encuesta con el propósito de

facilitar su análisis. Posteriormente, el archivo de Excel se exporta al software JASP, herramienta que permite aplicar procedimientos de estadística descriptiva. Este proceso de codificación y presentación busca garantizar una visualización óptima de la base de datos, asegurando la eficiencia de los resultados y posibilitando la generación de gráficos y tablas distinguiendo el enfoque cuantitativo que respaldan la interpretación de las tendencias y patrones observados.

3.5 Consideraciones éticas

El presente proyecto de investigación cumple con las consideraciones éticas garantizando la eficiencia, confidencialidad y el uso responsable de la información adjunta en el presente documento.

Por ende, es importante tener presente la información de la encuesta sobre el nivel de madurez tecnológica, que se toma así:

- **Consentimiento informado:** Se les informa a los participantes del diligenciamiento de la encuesta que tiene como intención estrictamente académica e investigativa con el uso de los datos recolectados, y su participación voluntaria lo cual se adjunta en el **Anexo No.2**.

- **Confidencialidad de los datos:** La información suministrada por parte de las empresas se deja anotación que es forma confidencial y anónima en cumplimiento de la legislación vigente en Colombia.

- **Protección de la información:** Los datos recolectados a través del Google Forms corresponde al almacenamiento de la Corporación Universitaria Minuto de Dios y exclusivamente para uso y acceso al grupo investigador responsable del proyecto.
- **Instrumento de aceptación y autorización:** En el Anexo 2, se adjunta la declaración inicial sobre la Encuesta de nivel de madurez tecnológico, siendo soporte implementado mediante la notificación al encuestado en aceptar o no, la participación de la encuesta con la finalidad de asegurar su consentimiento.

Estas medidas garantizan los estándares éticos estipulados por parte de la Corporación Universitaria Minuto de Dios (Uniminuto) y las normativas nacionales de ética en la investigación científica en Colombia, velando por la integridad de los participantes y la calidad del proceso investigativo.

4. Hipótesis.

La incorporación de herramientas emergentes basados mediante la inteligencia artificial para la gestión eficiente de cantidades de obra en proyectos viales mejorará de manera óptima en la gestión de los costos, tiempos, presupuestos, avances de obra, actas de pago y demás. En particular, la adopción de estas tecnologías proporcionadas por la IA busca optimizar los tiempos de los profesionales, recursos financieros, planificación de proyectos y minimizar los sobrecostos y retrasos de los proyectos de construcción vial.

5. Resultados

5.1 Presentación de resultados

Revisión Documental.

En relación con la revisión documental realizada a través de la base de datos Scencie Direct, lo cual se filtra la consulta de la siguiente manera:

Consulta: "Project management" AND "artificial intelligence" AND " road construction " AND ("construction quantities" OR "costs")

Periodo: 2021 a 2026.

Tipos de documentos: Se evidencia artículos de revisión, investigación, capítulos de libro y otros.

Análisis bibliométrico

En cuanto al análisis bibliométrico, se valoró 35 artículos correspondiente del área de la ingeniería, las publicaciones por año que corresponde entre el periodo 2021 al 2026 y los principales artículos más relevantes.

Encuesta De Nivel De Madurez Tecnológica.

En atención a lo expuesto, se toma como fuente la información del instrumento estandarizado nivel de madurez tecnológica (apropiación) en la gestión de proyectos, lo cual se tiene un compilado de 52 datos obtenidos mediante la clasificación de la construcción según link de

encuesta,

<https://forms.office.com/pages/responsepage.aspx?id=64W6sVOiZ0Se6NT47U3zANqMHRcIT>

<WFPioGrq-ITZRxUM0dIUvcyVExGRzM4MFFKUK9LNUc4NU0zQy4u&route=shorturl>.

Así las cosas, se presenta a continuación el siguiente análisis de acuerdo con el modelo de negocio y producto a nivel estratégico, en la cual se representa el nivel mejor de la organización según las siguientes preguntas:

Tabla 1 MODELO DE NEGOCIO Y PRODUCTO - Nivel estratégico Pregunta No. 11

I. MODELOS DE NEGOCIO							
11. De acuerdo con la afirmación seleccione cuál nivel representa mejor la organización. *							
Pregunta 11		Cuenta con estrategia de transformación digital formulada desde la alta dirección.					
		En acción	En desarrollo	En implementación	Existe la iniciativa	Nulo	Total
Total	Numero	8	11	7	17	9	52
	Porcentaje	15.38 %	21.15 %	13.46 %	32.69 %	17.31 %	100.00 %
Pregunta 11		Cuenta con indicadores para medir nivel de la transformación digital.					
		En acción	En desarrollo	En implementación	Existe la iniciativa	Nulo	Total
Total	Numero	5.00	7.00	8.00	8.00	24.00	52.00
	Porcentaje	9.62 %	13.46 %	15.38 %	15.38 %	46.15 %	100.00 %
Pregunta 11		Tiene interés en la capacitación del talento humano en transformación digital.					
		En acción	En desarrollo	En implementación	Existe la iniciativa	Nulo	Total
Total	Numero	11.00	9.00	7.00	19.00	6.00	52.00
	Porcentaje	21.15 %	17.31 %	13.46 %	36.54 %	11.54 %	100.00 %
Pregunta 11		Alguno de sus productos integra tecnologías emergentes (Inteligencia artificial, big data o ciencia de datos).					
		En acción	En desarrollo	En implementación	Existe la iniciativa	Nulo	Total
Total	Numero	6.00	9.00	6.00	8.00	23.00	52.00
	Porcentaje	11.54 %	17.31 %	11.54 %	15.38 %	44.23 %	100.00 %
Pregunta 11		Reconoce importancia que tiene el uso y análisis de información.					
		En acción	En desarrollo	En implementación	Existe la iniciativa	Nulo	Total
Total	Numero	21.00	10.00	6.00	12.00	3.00	52.00
	Porcentaje	40.38 %	19.23 %	11.54 %	23.08 %	5.77 %	100.00 %
Pregunta 11		Identifica que el desarrollo y la innovación tecnológica juega un papel importante.					
		En acción	En desarrollo	En implementación	Existe la iniciativa	Nulo	Total

I. MODELOS DE NEGOCIO							
11. De acuerdo con la afirmación seleccione cuál nivel representa mejor la organización. *							
Total	Numero	23.00	9.00	9.00	8.00	3.00	52.00
	Porcentaje	44.23 %	17.31 %	17.31 %	15.38 %	5.77 %	100.00 %
Pregunta 11		Reconoce los conceptos de tecnologías emergentes (Inteligencia artificial, Big-Data y Data Science).					
		En acción	En desarrollo	En implementación	Existe la iniciativa	Nulo	Total
Total	Numero	11.00	16.00	9.00	6.00	10.00	52.00
	Porcentaje	21.15 %	30.77 %	17.31 %	11.54 %	19.23 %	100.00 %
Pregunta 11		Cuenta con claridad en los procesos y protocolos para llevar a cabo proyectos con alta incorporación tecnológica.					
		En acción	En desarrollo	En implementación	Existe la iniciativa	Nulo	Total
Total	Numero	10.00	15.00	12.00	5.00	10.00	52.00
	Porcentaje	19.23 %	28.85 %	23.08 %	9.62 %	19.23 %	100.00 %

Fuente: Propia (2025) de acuerdo Basada en preguntas Encuesta nivel de madurez tecnológica.

En relación con los datos anteriormente presentados en el sector de la construcción, se precisa que la transformación digital aplicada en las organizaciones, en su mayoría, no cuenta con una implementación solida de estrategias, capacitación, medición de indicadores y tecnologías emergentes lo cual oscila entre un 32 % a un 46% en cuanto al proceso de iniciativa y totalmente nulo.

Por otra parte, se evidencia apreciación en el uso, aprovechamiento de la información, identificación del desarrollo, innovación tecnológica y los procesos de tecnología emergente con un porcentaje entre el 28.85% al 40.38%., siendo que las organizaciones están tomando medidas de acción y desarrollo, con la finalidad de fortalecer su organización frente al mercado.

Tabla 2 MODELO DE NEGOCIO Y PRODUCTO - Nivel estratégico Pregunta No. 12 y 13.

Modelos de negocio 12. ¿En qué área de su empresa ha invertido en los dos últimos años? *						
Pregunta 12		Investigación y desarrollo.				
		Gran inversión	Mediana inversión	Nula inversión	Pequeña inversión	Total
Total	Numero	4.00	12.00	10.00	26.00	52.00

Modelos de negocio 12. ¿En qué área de su empresa ha invertido en los dos últimos años? *						
	Porcentaje	7.69 %	23.08 %	19.23 %	50.00 %	100.00 %
Pregunta 12		Producción de productos o servicios.				
		Gran inversión	Mediana inversión	Nula inversión	Pequeña inversión	Total
Total	Numero	18.00	14.00	5.00	15.00	52.00
	Porcentaje	34.62 %	26.92 %	9.62 %	28.85 %	100.00 %
Pregunta 12		Procesos administrativos internos (Contabilidad, talento humano).				
		Gran inversión	Mediana inversión	Nula inversión	Pequeña inversión	Total
Total	Numero	11.00	17.00	6.00	18.00	52.00
	Porcentaje	21.15 %	32.69 %	11.54 %	34.62 %	100.00 %
Pregunta 12		Logística de recepción y distribución.				
		Gran inversión	Mediana inversión	Nula inversión	Pequeña inversión	Total
Total	Numero	4.00	16.00	13.00	19.00	52.00
	Porcentaje	7.69 %	30.77 %	25.00 %	36.54 %	100.00 %
Pregunta 12		Comercial y ventas.				
		Gran inversión	Mediana inversión	Nula inversión	Pequeña inversión	Total
Total	Numero	7.00	14.00	12.00	19.00	52.00
	Porcentaje	13.46 %	26.92 %	23.08 %	36.54 %	100.00 %
Pregunta 12		Sistemas de información (herramientas software).				
		Gran inversión	Mediana inversión	Nula inversión	Pequeña inversión	Total
Total	Numero	11.00	14.00	5.00	22.00	52.00
	Porcentaje	21.15 %	26.92 %	9.62 %	42.31 %	100.00 %
13. En que área de su empresa proyecta invertir en los proximos 5 años? *						
Pregunta 13		Investigación y desarrollo.2				
		Gran inversión	Mediana inversión	Pequeña inversión	Nula inversión	Total
Total	Numero	11.00	16.00	18.00	7.00	52.00
	Porcentaje	21.15 %	30.77 %	34.62 %	13.46 %	100.00 %
Pregunta 13		Producción de productos o servicios.2				
		Gran inversión	Mediana inversión	Pequeña inversión	Nula inversión	Total
Total	Numero	23.00	17.00	8.00	4.00	52.00
	Porcentaje	44.23 %	32.69 %	15.38 %	7.69 %	100.00 %
Pregunta 13		Procesos administrativos internos (Contabilidad, talento humano).2				
		Gran inversión	Mediana inversión	Pequeña inversión	Nula inversión	Total
Total	Numero	16.00	17.00	13.00	6.00	52.00
	Porcentaje	30.77 %	32.69 %	25.00 %	11.54 %	100.00 %
Pregunta 13		Logística de recepción y distribución.2				
		Gran inversión	Mediana inversión	Pequeña inversión	Nula inversión	Total
Total	Numero	11.00	16.00	16.00	9.00	52.00

Modelos de negocio 12. ¿En qué área de su empresa ha invertido en los dos últimos años? *						
	Porcentaje	21.15 %	30.77 %	30.77 %	17.31 %	100.00 %
Pregunta 13	Comercial y ventas.2					
	Gran inversión	Mediana inversión	Pequeña inversión	Nula inversión	Total	
Total	Numero	16.00	17.00	11.00	8.00	52.00
	Porcentaje	30.77 %	32.69 %	21.15 %	15.38 %	100.00 %
Pregunta 13	Sistemas de información (herramientas software).2					
	Gran inversión	Mediana inversión	Pequeña inversión	Nula inversión	Total	
Total	Numero	17.00	20.00	9.00	6.00	52.00
	Porcentaje	32.69 %	38.46 %	17.31 %	11.54 %	100.00 %

Fuente: Propia (2025) de acuerdo Basada en preguntas Encuesta nivel de madurez tecnológica.

En los dos últimos años, se evidencia un porcentaje entre el 34.62% a 50 %, resultado considerable de nula inversión en el desarrollo, investigación, innovación y demás procesos internos de cada organización, lo que refleja posiblemente poco presupuesto en las diferentes áreas y deficiencia en la planificación estratégica de cada organización; no obstante, apuntan una gran inversión en la producción de producto o servicio prestado.

Es importante destacar que, en los últimos 5 años, se presenta mayor inversión de desarrollo, optimización de procesos, logística, ventas e implementación de herramientas en las empresas con niveles de mediana y gran inversión. Por lo tanto, los resultados presentados en los últimos 5 y 2 años existen una diferencia considerable en donde es importante tener en cuenta los factores o posibles consideraciones de la poca inversión en los últimos años.

Tabla 3 Cliente y Proveedores. Pregunta No. 14

Clientes y Proveedores. 14 De acuerdo a las siguientes afirmaciones seleccione cuál nivel representa mejor su organización.						
Pregunta 14	Implementa sistemas de información (herramientas software) para la gestión de proveedores.					
	En algunos casos	En la mayoría de los casos	No se realiza	Se realiza permanentemente	Total	
Total	Numero	24.00	12.00	6.00	10.00	52.00
	Porcentaje	46.15 %	23.08 %	11.54 %	19.23 %	100.00 %

Pregunta 14		Implementa sistemas de información (herramientas software) para la gestión de clientes.				Total
		En algunos casos	En la mayoría de los casos	No se realiza	Se realiza permanentemente	
Total	Numero	24.00	14.00	7.00	7.00	52.00
	Porcentaje	46.15 %	26.92 %	13.46 %	13.46 %	100.00 %
Pregunta 14		Analiza información de sus clientes para generar o mejorar productos o servicios.				Total
		En algunos casos	En la mayoría de los casos	No se realiza	Se realiza permanentemente	
Total	Numero	14.00	20.00	5.00	12.00	51.00
	Porcentaje	27.45 %	39.22 %	9.80 %	23.53 %	100.00 %
Pregunta 14		Integra múltiples canales de comunicación en las interacciones con sus clientes.				Total
		En algunos casos	En la mayoría de los casos	No se realiza	Se realiza permanentemente	
Total	Numero	17.00	15.00	2.00	17.00	51.00
	Porcentaje	33.33 %	29.41 %	3.92 %	33.33 %	100.00 %
Pregunta 14		Integra múltiples canales de comunicación en las interacciones con sus proveedores.				Total
		En algunos casos	En la mayoría de los casos	No se realiza	Se realiza permanentemente	
Total	Numero	20.00	18.00	5.00	9.00	52.00
	Porcentaje	38.46 %	34.62 %	9.62 %	17.31 %	100.00 %
Pregunta 14		Cuenta con la planificación y dirección de la cadena de suministros desde los clientes hasta los proveedores.				Total
		En algunos casos	En la mayoría de los casos	No se realiza	Se realiza permanentemente	
Total	Numero	17.00	18.00	6.00	11.00	52.00
	Porcentaje	32.69 %	34.62 %	11.54 %	21.15 %	100.00 %

Fuente: Propia (2025) de acuerdo Basada en preguntas Encuesta nivel de madurez tecnológica.

En cuanto a la representación de organización frente a Clientes y proveedores, se destaca que las organizaciones en algunos casos implementan sistemas de información e integra canales de comunicación con un porcentaje entre el 33.3% al 46%, resultado que muestra la poca la implementación de medios formales y herramientas digitales para la conservación de la información y comunicación. Sin embargo, se cuenta en la mayoría de los casos una planificación y dirección estratégica entre el cliente y proveedores con un 34.62%.

Tabla 4 Cliente y Proveedores. Pregunta No. 15.

Cliente y proveedores. 15. Indique el grado que mejor representa a su organización en los siguientes procesos:							
Pregunta 15		Digitalización de trabajo con clientes.					Total
		Alto	Bajo	Medio	Muy alto	Muy bajo	
Total	Numero	18.00	6.00	17.00	5.00	6.00	52.00
	Porcentaje	34.62 %	11.54 %	32.69 %	9.62 %	11.54 %	100.00 %
Pregunta 15		Digitalización de trabajo con proveedores.					Total
		Alto	Bajo	Medio	Muy alto	Muy bajo	
Total	Numero	21.00	12.00	12.00	2.00	5.00	52.00
	Porcentaje	40.38 %	23.08 %	23.08 %	3.85 %	9.62 %	100.00 %
Pregunta 15		Intercambio de información digitalmente con socios, proveedores y clientes.					Total
		Alto	Bajo	Medio	Muy alto	Muy bajo	
Total	Numero	21.00	9.00	15.00	6.00	1.00	52.00
	Porcentaje	40.38 %	17.31 %	28.85 %	11.54 %	1.92 %	100.00 %
Pregunta 15		Uso de múltiples canales de venta integrados para comercializar sus productos a sus clientes.					Total
		Alto	Bajo	Medio	Muy alto	Muy bajo	
Total	Numero	19.00	8.00	16.00	2.00	6.00	51.00
	Porcentaje	37.25 %	15.69 %	31.37 %	3.92 %	11.76 %	100.00 %
Pregunta 15		Sistema de precios dinámico y adaptado al cliente.					Total
		Alto	Bajo	Medio	Muy alto	Muy bajo	
Total	Numero	16.00	6.00	18.00	3.00	8.00	51.00
	Porcentaje	31.37 %	11.76 %	35.29 %	5.88 %	15.69 %	100.00 %
Pregunta 15		Analiza los datos de los clientes para aumentar su conocimiento (situación personal, preferencias, ubicación, puntuación crediticia).					Total
		Alto	Bajo	Medio	Muy alto	Muy bajo	
Total	Numero	15.00	6.00	18.00	7.00	6.00	52.00
	Porcentaje	28.85 %	11.54 %	34.62 %	13.46 %	11.54 %	100.00 %
Pregunta 15		Diseña soluciones considerando los datos de los clientes.					Total
		Alto	Bajo	Medio	Muy alto	Muy bajo	
Total	Numero	16.00	8.00	15.00	11.00	2.00	52.00
	Porcentaje	30.77 %	15.38 %	28.85 %	21.15 %	3.85 %	100.00 %

Fuente: Propia (2025) de acuerdo Basada en preguntas Encuesta nivel de madurez tecnológica.

La presentación de la organización mediante los procesos es un nivel alto con un porcentaje que oscila entre el 30.77 al 40.88 % lo cual se digitaliza los trabajos con el cliente y proveedores, intercambio de información digital, uso de canales de comunicación y diseña soluciones en consideración de los datos por parte del Cliente, situación que indica que, en su sistema integrado

contempla en sus procesos, el uso de medios tecnológicos como parte del trabajo continuo y eficiente.

Tabla 5 Nivel Táctico y Operativo Pregunta No. 16

PROCESOS - Nivel táctico y operativo 16. ¿Cual de las siguientes tecnologías utiliza en su organización? *		
Respuestas	Numero	Porcentaje
BIM	1.00	1.92 %
Big Data para almacenamiento de grandes volúmenes de datos;Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable;Sistemas de tecnologías de la información integrados;Dispositivos móviles;Sensores;Ciencia de datos para evaluación de información en tiempo real. ;Sistemas de localización en tiempo real;	1.00	1.92 %
Ciencia de datos para evaluación de información en tiempo real. ;Big Data para almacenamiento de grandes volúmenes de datos;Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable;Sistemas de tecnologías de la información integrados;	1.00	1.92 %
Ciencia de datos para evaluación de información en tiempo real. ;Sistemas de localización en tiempo real;Inteligencia artificial para la toma de decisiones. ;Sistemas de tecnologías de la información integrados;	1.00	1.92 %
Dispositivos móviles;	8.00	15.38 %
Dispositivos móviles;Big Data para almacenamiento de grandes volúmenes de datos;	1.00	1.92 %
Dispositivos móviles;Big Data para almacenamiento de grandes volúmenes de datos;Inteligencia artificial para la toma de decisiones. ;Sistemas de tecnologías de la información integrados;Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable;	1.00	1.92 %
Dispositivos móviles;Big Data para almacenamiento de grandes volúmenes de datos;Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable;	1.00	1.92 %
Dispositivos móviles;Big Data para almacenamiento de grandes volúmenes de datos;Sistemas de tecnologías de la información integrados;	2.00	3.85 %
Dispositivos móviles;Ciencia de datos para evaluación de información en tiempo real. ;Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable;Sistemas de tecnologías de la información integrados;	1.00	1.92 %
Dispositivos móviles;Ciencia de datos para evaluación de información en tiempo real. ;Sistemas de localización en tiempo real;Big Data para almacenamiento de grandes volúmenes de datos;Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable;Inteligencia artificial para la toma de decisiones. ;Sistemas de tecnologías de la información integrados;Sensores;	1.00	1.92 %
Dispositivos móviles;Ciencia de datos para evaluación de información en tiempo real. ;Sistemas de localización en tiempo real;Sistemas de tecnologías de la información integrados;	1.00	1.92 %
Dispositivos móviles;DRONE;	1.00	1.92 %
Dispositivos móviles;Identificador de radiofrecuencia - RFID;	1.00	1.92 %
Dispositivos móviles;Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable;	1.00	1.92 %
Dispositivos móviles;Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable;Sistemas de tecnologías de la información integrados;	1.00	1.92 %
Dispositivos móviles;Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable;Sistemas de tecnologías de la información integrados;Ciencia de datos para evaluación de información en tiempo real. ;Big Data para almacenamiento de grandes volúmenes de datos;	1.00	1.92 %
Dispositivos móviles;Sensores;Ciencia de datos para evaluación de información en tiempo real. ;Sistemas de localización en tiempo real;	1.00	1.92 %
Dispositivos móviles;Sensores;Ciencia de datos para evaluación de información en tiempo real. ;Sistemas de localización en tiempo real;Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI	1.00	1.92 %

PROCESOS - Nivel táctico y operativo 16. ¿Cual de las siguientes tecnologías utiliza en su organización? *		
Respuestas	Numero	Porcentaje
escalable;Inteligencia artificial para la toma de decisiones. ;Sistemas de tecnologías de la información integrados;		
Dispositivos móviles;Sistemas de localización en tiempo real;	3.00	5.77 %
Dispositivos móviles;Sistemas de localización en tiempo real;Big Data para almacenamiento de grandes volúmenes de datos;Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable;	1.00	1.92 %
Dispositivos móviles;Sistemas de localización en tiempo real;Big Data para almacenamiento de grandes volúmenes de datos;Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable;Sistemas de tecnologías de la información integrados;	1.00	1.92 %
Dispositivos móviles;Sistemas de localización en tiempo real;Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable;	2.00	3.85 %
Dispositivos móviles;Sistemas de localización en tiempo real;Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable;Sistemas de tecnologías de la información integrados;	1.00	1.92 %
Dispositivos móviles;Sistemas de tecnologías de la información integrados;	1.00	1.92 %
Identificador de radiofrecuencia - RFID;Dispositivos móviles;Sistemas de localización en tiempo real;	1.00	1.92 %
Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable;	3.00	5.77 %
Sensores;	1.00	1.92 %
Sensores;Dispositivos móviles;	2.00	3.85 %
Sensores;Dispositivos móviles;Big Data para almacenamiento de grandes volúmenes de datos;Sistemas de tecnologías de la información integrados;	1.00	1.92 %
Sensores;Dispositivos móviles;Identificador de radiofrecuencia - RFID;Ciencia de datos para evaluación de información en tiempo real. ;Sistemas de localización en tiempo real;Big Data para almacenamiento de grandes volúmenes de datos;Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable;	1.00	1.92 %
Sensores;Dispositivos móviles;Identificador de radiofrecuencia - RFID;Ciencia de datos para evaluación de información en tiempo real. ;Sistemas de localización en tiempo real;Big Data para almacenamiento de grandes volúmenes de datos;Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable;Inteligencia artificial para la toma de decisiones. ;Sistemas de tecnologías de la información integrados;	1.00	1.92 %
Sensores;Dispositivos móviles;Sistemas de localización en tiempo real;	1.00	1.92 %
Sensores;Dispositivos móviles;Sistemas de localización en tiempo real;Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable;	1.00	1.92 %
Sistemas de localización en tiempo real;Dispositivos móviles;	1.00	1.92 %
Sistemas de localización en tiempo real;Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable;Sistemas de tecnologías de la información integrados;	1.00	1.92 %
Sistemas de tecnologías de la información integrados;	1.00	1.92 %
Sistemas de tecnologías de la información integrados;Ciencia de datos para evaluación de información en tiempo real. ;	1.00	1.92 %
Total	52.00	100.00 %

Fuente: Propia (2025) de acuerdo Basada en preguntas Encuesta nivel de madurez tecnológica.

En la tercera parte de la encuesta se menciona el nivel táctico y operativo de las organizaciones, lo cual refleja un porcentaje de 15.38% en el uso de dispositivos móviles como medida tecnológica en los trabajos.

Tabla 6 Nivel Táctico y Operativo Pregunta No. 17, No.18, No. 19 y No.20.

Pregunta 17 De acuerdo a las máquinas y equipos de su organización. ¿Cuál es el grado de implementación de las siguientes funcionalidades? *		Las máquinas y sistemas se pueden controlar a través de tecnologías.			Total		
		Implementado	Nulo	Parcialmente			
Total	Numero	10.00	13.00	29.00	52.00		
	Porcentaje	19.23 %	25.00 %	55.77 %	100.00 %		
Pregunta 17 De acuerdo a las máquinas y equipos de su organización. ¿Cuál es el grado de implementación de las siguientes funcionalidades? *		Comunicación entre maquinas / sistemas - M2M			Total		
		Implementado	Nulo	Parcialmente			
Total	Numero	4.00	30.00	18.00	52.00		
	Porcentaje	7.69 %	57.69 %	34.62 %	100.00 %		
Pregunta 17 De acuerdo a las máquinas y equipos de su organización. ¿Cuál es el grado de implementación de las siguientes funcionalidades? *		Capacidad de integrarse y colaborar con otras maquinas / sistemas - INTEROPERABILIDAD			Total		
		Implementado	Nulo	Parcialmente			
Total	Numero	6.00	24.00	22.00	52.00		
	Porcentaje	11.54 %	46.15 %	42.31 %	100.00 %		
Pregunta 18. Su empresa realiza: *		Su empresa realiza:			Total		
		PRESTACIÓN DE SERVICIOS	PRODUCCIÓN DE BIENES O PRODUCTOS				
Total	Numero	36.00	16.00	52.00			
	Porcentaje	69.23 %	30.77 %	100.00 %			
Pregunta 19. Identifique el nivel de cumplimiento de las siguientes afirmación en su proceso de producción de bienes o producto		Tiene una visión en tiempo real de su producción					Total
		ALTO	BAJO	MEDIO	MUY ALTO	NULO	
Total	Numero	3.00	3.00	4.00	2.00	4.00	16.00
	Porcentaje	18.75 %	18.75 %	25.00 %	12.50 %	25.00 %	100.00 %
Pregunta 19. Identifique el nivel de cumplimiento de las siguientes afirmación en su proceso de producción de bienes o producto		Su producción es lo suficientemente flexible para reaccionar a cambio en la demanda					Total
		ALTO	BAJO	MEDIO	MUY ALTO	NULO	
Total	Numero	4.00	4.00	5.00	1.00	2.00	16.00
	Porcentaje	25.00 %	25.00 %	31.25 %	6.25 %	12.50 %	100.00 %
Pregunta 19. Identifique el nivel de cumplimiento de las siguientes afirmación en su proceso de producción de bienes o producto		Registra datos de maquinas o equipos					Total
		ALTO	BAJO	MEDIO	MUY ALTO	NULO	
Total	Numero	2.00	2.00	5.00	1.00	6.00	16.00
	Porcentaje	12.50 %	12.50 %	31.25 %	6.25 %	37.50 %	100.00 %
Pregunta 19. Identifique el nivel de cumplimiento de las siguientes afirmación en su proceso de producción de bienes o producto		Registra datos de sus procesos de producción					Total
		ALTO	BAJO	MEDIO	MUY ALTO	NULO	
Total	Numero	5.00	4.00	2.00	2.00	3.00	16.00
	Porcentaje	31.25 %	25.00 %	12.50 %	12.50 %	18.75 %	100.00 %
Pregunta 19. Identifique el nivel de cumplimiento de las siguientes afirmaciones en su proceso de producción de bienes o producto		Aprovecha los datos para tomar decisiones en el proceso de producción					Total
		ALTO	BAJO	MEDIO	MUY ALTO	NULO	
Total	Numero	3.00	4.00	4.00	3.00	2.00	16.00
	Porcentaje	18.75 %	25.00 %	25.00 %	18.75 %	12.50 %	100.00 %
Pregunta 19. Identifique el nivel de cumplimiento de las siguientes afirmaciones en su proceso de producción de bienes o producto		Integración de tecnologías digitales en el proceso de producción					Total
		ALTO	BAJO	MEDIO	MUY ALTO	NULO	
Total	Numero	5.00	4.00	3.00	1.00	3.00	16.00

	Porcentaje	31.25 %	25.00 %	18.75 %	6.25 %	18.75 %	100.00 %
Pregunta 19. Identifique el nivel de cumplimiento de las siguientes afirmación en su proceso de producción de bienes o producto		Usa herramientas digitales para mejorar la eficiencia en la producción					
		ALTO	BAJO	MEDIO	NULO	Total	
Total	Numero	5.00	5.00	5.00	1.00	16.00	
	Porcentaje	31.25 %	31.25 %	31.25 %	6.25 %	100.00 %	
Pregunta 19. Identifique el nivel de cumplimiento de las siguientes afirmación en su proceso de producción de bienes o producto		Digitalización de la gestión de inventarios y recursos					
		ALTO	BAJO	MEDIO	MUY ALTO	NULO	Total
Total	Numero	5.00	4.00	5.00	1.00	1.00	16.00
	Porcentaje	31.25 %	25.00 %	31.25 %	6.25 %	6.25 %	100.00 %
Pregunta 20. Identifique el nivel de cumplimiento de las siguientes afirmación en su proceso de creación y entrega de los servicios que ofrece la organización a sus clientes.		Nivel de integración de tecnologías digitales en la prestación de nuestros servicios					
		ALTO	BAJO	MEDIO	MUY ALTO	NULO	Total
Total	Numero	9.00	8.00	11.00	4.00	4.00	36.00
	Porcentaje	25.00 %	22.22 %	30.56 %	11.11 %	11.11 %	100.00 %
Pregunta 20. Identifique el nivel de cumplimiento de las siguientes afirmación en su proceso de creación y entrega de los servicios que ofrece la organización a sus clientes.		Uso de herramientas digitales para mejorar la eficiencia en la prestación de servicios					
		ALTO	BAJO	MEDIO	MUY ALTO	NULO	Total
Total	Numero	14.00	4.00	13.00	4.00	1.00	36.00
	Porcentaje	38.89 %	11.11 %	36.11 %	11.11 %	2.78 %	100.00 %
Pregunta 20. Identifique el nivel de cumplimiento de las siguientes afirmación en su proceso de creación y entrega de los servicios que ofrece la organización a sus clientes.		Registran datos o información del proceso de prestación de servicios					
		ALTO	BAJO	MEDIO	MUY ALTO	NULO	Total
Total	Numero	14.00	3.00	11.00	5.00	3.00	36.00
	Porcentaje	38.89 %	8.33 %	30.56 %	13.89 %	8.33 %	100.00 %
Pregunta 20. Identifique el nivel de cumplimiento de las siguientes afirmación en su proceso de creación y entrega de los servicios que ofrece la organización a sus clientes.		Aprovecha los datos y análisis digitales para tomar decisiones en la prestación de servicios					
		ALTO	BAJO	MEDIO	MUY ALTO	NULO	Total
Total	Numero	12.00	6.00	13.00	4.00	1.00	36.00
	Porcentaje	33.33 %	16.67 %	36.11 %	11.11 %	2.78 %	100.00 %
Pregunta 20. Identifique el nivel de cumplimiento de las siguientes afirmación en su proceso de creación y entrega de los servicios que ofrece la organización a sus clientes.		Nivel de adopción de tecnologías de automatización en la entrega de servicios					
		ALTO	BAJO	MEDIO	MUY ALTO	NULO	Total
Total	Numero	10.00	5.00	14.00	3.00	4.00	36.00
	Porcentaje	27.78 %	13.89 %	38.89 %	8.33 %	11.11 %	100.00 %
Pregunta 20. Identifique el nivel de cumplimiento de las siguientes afirmación en su proceso de creación y entrega de los servicios que ofrece la organización a sus clientes.		Digitalización de la gestión de datos y registros en nuestra empresa de servicios					
		ALTO	BAJO	MEDIO	MUY ALTO	NULO	Total
Total	Numero	10.00	4.00	16.00	4.00	2.00	36.00
	Porcentaje	27.78 %	11.11 %	44.44 %	11.11 %	5.56 %	100.00 %

Fuente: Propia (2025) de acuerdo Basada en preguntas Encuesta nivel de madurez tecnológica.

En relación con las máquinas y equipos de la organización. Se indica que el grado de implementación de software especializado y conexión a plataformas digitales es parcialmente nulo con un porcentaje considerable de 46.15% a 55.77% lo que representa un bajo nivel sistemático y real de la tecnología.

Por otra parte, la producción de bienes o servicios en la mayoría de organizaciones muestra un nivel medio y nulo de visión en tiempo real de la producción con 25% para cada aspecto, una flexibilidad frente a cambios en la demanda media con un porcentaje 31.25%, registro de datos de máquinas o equipos con un resultado nulo de 37.5%, Registro de datos de los procesos de producción con un nivel alto 31.25%, uso de datos para la toma de decisiones entre bajo y medio compartido con un 25%, integración de tecnologías digitales en la producción con un nivel alto de 31.25%, uso de herramientas digitales para mejorar la eficiencia con un 31.25% compartido en nivel bajo, alto y medio y por último, la digitalización de la gestión de inventarios y recursos entre alto y medio con un 31.25%.

En la entrega de los servicios que ofrece la organización a sus clientes se presenta en su mayoría los siguientes resultados: El nivel de integración de tecnologías digitales es medio con un 30.56%, el uso de herramientas digitales para mejorar la eficiencia con un nivel alto de 38,89%, el registro de datos o información del proceso de prestación de servicios con 38.89% nivel alto, aprovechamiento de datos y análisis digitales para la toma de decisiones con un nivel medio de 36.11%, el nivel de adopción de tecnologías de automatización con un nivel medio de 38.89% y digitalización de la gestión de datos y registros con nivel medio de 44.44%. En lo anterior, se concluye que, la compilación digital que se presenta a los clientes es relativamente medio y un poco alto en la prestación del servicio.

Tabla 7 Infraestructura y Seguridad Pregunta No. 21 al 26.

Pregunta 21. La siguiente área, para comunicarse con otras áreas de la organización, utiliza sistemas de información:		Investigación y desarrollo.3				Total
		El área no existe	No	Parcialmente	Si	
Total	Numero	13.00	7.00	20.00	12.00	52.00
	Porcentaje	25.00 %	13.46 %	38.46 %	23.08 %	100.00 %
Pregunta 21. La siguiente área, para comunicarse con otras áreas de la organización, utiliza sistemas de información:		Producción de productos o servicios.3				Total
		El área no existe	No	Parcialmente	Si	
Total	Numero	4.00	4.00	20.00	24.00	52.00
	Porcentaje	7.69 %	7.69 %	38.46 %	46.15 %	100.00 %
Pregunta 21. La siguiente área, para comunicarse con otras áreas de la organización, utiliza sistemas de información:		Procesos administrativos internos (contabilidad, talento humano, etc).				Total
		El área no existe	No	Parcialmente	Si	
Total	Numero	1.00	4.00	20.00	27.00	52.00
	Porcentaje	1.92 %	7.69 %	38.46 %	51.92 %	100.00 %
Pregunta 21. La siguiente área, para comunicarse con otras áreas de la organización, utiliza sistemas de información:		Logística, recepción y distribución.				Total
		El área no existe	No	Parcialmente	Si	
Total	Numero	4.00	7.00	20.00	21.00	52.00
	Porcentaje	7.69 %	13.46 %	38.46 %	40.38 %	100.00 %
Pregunta 21. La siguiente área, para comunicarse con otras áreas de la organización, utiliza sistemas de información:		Comercial y ventas.				Total
		El área no existe	No	Parcialmente	Si	
Total	Numero	2.00	8.00	24.00	18.00	52.00
	Porcentaje	3.85 %	15.38 %	46.15 %	34.62 %	100.00 %
Pregunta 22. La siguiente área, para comunicarse con clientes y proveedores, utiliza sistemas de información:		Investigación y desarrollo.4				Total
		El área no existe	No	Parcialmente	Si	
Total	Numero	14.00	8.00	23.00	7.00	52.00
	Porcentaje	26.92 %	15.38 %	44.23 %	13.46 %	100.00 %
Pregunta 22. La siguiente área, para comunicarse con clientes y proveedores, utiliza sistemas de información:		Producción de productos o servicios.4				Total
		El área no existe	No	Parcialmente	Si	
Total	Numero	2.00	7.00	20.00	23.00	52.00
	Porcentaje	3.85 %	13.46 %	38.46 %	44.23 %	100.00 %
Pregunta 22. La siguiente área, para comunicarse con clientes y proveedores, utiliza sistemas de información:		Procesos administrativos internos (contabilidad, talento humano, etc).2				Total
		El área no existe	No	Parcialmente	Si	
Total	Numero	3.00	4.00	20.00	25.00	52.00
	Porcentaje	5.77 %	7.69 %	38.46 %	48.08 %	100.00 %
Pregunta 22. La siguiente área, para comunicarse con clientes y proveedores, utiliza sistemas de información:		Logística, recepción y distribución.2				Total
		El área no existe	No	Parcialmente	Si	
Total	Numero	3.00	10.00	19.00	20.00	52.00
	Porcentaje	5.77 %	19.23 %	36.54 %	38.46 %	100.00 %
Pregunta 22. La siguiente área, para comunicarse con clientes y proveedores, utiliza sistemas de información:		Comercial y ventas.3				Total
		El área no existe	No	Parcialmente	Si	

Total	Numero	3.00	8.00	21.00	20.00	52.00	
	Porcentaje	5.77 %	15.38 %	40.38 %	38.46 %	100.00 %	
Pregunta 23. ¿La organización , ya está utilizando servicios en la nube? *		Software desde la nube					
		NO	No, pero lo planeamos	SI	Total		
Total	Numero	5.00	12.00	35.00	52.00		
	Porcentaje	9.62 %	23.08 %	67.31 %	100.00 %		
Pregunta 23. ¿La organización , ya está utilizando servicios en la nube? *		Para almacenamiento de datos					
		NO	No, pero lo planeamos	SI	Total		
Total	Numero	2.00	10.00	40.00	52.00		
	Porcentaje	3.85 %	19.23 %	76.92 %	100.00 %		
Pregunta 23. ¿La organización , ya está utilizando servicios en la nube? *		Para evaluación de datos					
		NO	No, pero lo planeamos	SI	Total		
Total	Numero	11.00	15.00	26.00	52.00		
	Porcentaje	21.15 %	28.85 %	50.00 %	100.00 %		
Pregunta 24. ¿Cómo está organizada su gestión en tecnologías de la información - TI? *		¿Cómo está organizada su gestión en tecnologías de la información - TI?					
		Departamento central de TI.	Departamento de TI descentralizado en las áreas especializadas (producción, desarrollo de productos, etc.).	Expertos en TI integrados en los departamentos especializados.	Sin departamento de TI propio (implicación de un proveedor de servicios).	Total	
Total	Numero	12.00	4.00	2.00	34.00	52.00	
	Porcentaje	23.08 %	7.69 %	3.85 %	65.38 %	100.00 %	
Pregunta 25. Clasifique las siguientes afirmaciones de acuerdo a el nivel de cumplimiento de estos criterios en su organización		Equipos de ultima tecnología					
		Alto	Bajo	Medio	Muy alto	Nulo	Total
Total	Numero	13.00	12.00	22.00	1.00	4.00	52.00
	Porcentaje	25.00 %	23.08 %	42.31 %	1.92 %	7.69 %	100.00 %
Pregunta 25. Clasifique las siguientes afirmaciones de acuerdo a el nivel de cumplimiento de estos criterios en su organización		Equipos o maquinas conectadas a servidores					
		Alto	Bajo	Medio	Muy alto	Nulo	Total
Total	Numero	15.00	8.00	18.00	2.00	9.00	52.00
	Porcentaje	28.85 %	15.38 %	34.62 %	3.85 %	17.31 %	100.00 %
Pregunta 26. Califque las siguientes preguntas según la escala establecida: *		La información de su organización se encuentra segura en el contexto de la transformación digital.					
		Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Total	Numero	16.00	15.00	11.00	9.00	1.00	52.00
	Porcentaje	30.77 %	28.85 %	21.15 %	17.31 %	1.92 %	100.00 %
Pregunta 26. Califque las siguientes preguntas según la escala establecida: *		Realiza evaluaciones y auditorías de seguridad de la información en su organización como parte de la estrategia de transformación digital.					
		Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Total	Numero	9.00	14.00	10.00	9.00	10.00	52.00
	Porcentaje	17.31 %	26.92 %	19.23 %	17.31 %	19.23 %	100.00 %
Pregunta 26. Califque las siguientes preguntas según la escala establecida: *		Promueve la conciencia y la capacitación en seguridad de la información entre los empleados de acuerdo a la transformación digital.					
		Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total

Total	Numero	12.00	14.00	6.00	15.00	5.00	52.00	
	Porcentaje	23.08 %	26.92 %	11.54 %	28.85 %	9.62 %	100.00 %	
Pregunta 26. Califque las siguientes preguntas según la escala establecida: *		Las medidas de respuesta ante incidentes de seguridad de la información en su organización son efectivas						
		Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Totalmente de acuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total	
Total	Numero	15.00	10.00	10.00	9.00	8.00	52.00	
	Porcentaje	28.85 %	19.23 %	19.23 %	17.31 %	15.38 %	100.00 %	

Fuente: Propia (2025) de acuerdo Basada en preguntas Encuesta nivel de madurez tecnológica.

En el apartado de infraestructura y seguridad se detalla de la siguiente manera:

En los sistemas de información en los diferentes procesos se tiene que, la investigación y el desarrollo parcialmente se utiliza con un 38.46%, la producción de productos o servicios el área funciona con un 46.15%, los procesos administrativos internos funcionan de forma óptima con un 51.92%, la logística, recepción y distribución con 40.38% de manera eficiente y Comercial y ventas con un 46.15% funciona parcialmente, lo que se evidencia que las organizaciones cuentan con los procesos establecidos en su mayoría funcionando.

La comunicación con los clientes y proveedores, la investigación y el desarrollo parcialmente se utiliza con un 44.23%, la producción de productos o servicios el área funciona con un 44.23%, los procesos administrativos internos funcionan de forma óptima con un 48.88%, la logística, recepción y distribución con 38.46% de manera eficiente y Comercial y ventas con un 40.38% funciona parcialmente, lo que se evidencia que las organizaciones mediante los procesos y áreas administrativas promueven la comunicación eficiente en su mayoría con las partes interesadas.

Por otra parte, el uso del software en la nube, almacenamiento de datos se implementa en su mayoría en las organizaciones, sin embargo, la utilización para evaluación de datos es moderada. Así mismo, las organizaciones no cuentan con un departamento de TI interno lo que depende de un tercero lo cual presenta un 65.38%.

El cumplimiento de tecnologías en la organizaciones presenta un equipos de última tecnología con un 42,31 % de los casos un nivel medio, equipos o máquinas conectadas a servidores con un nivel medio 34,62 %, Seguridad de la información en el contexto de transformación digital con un nivel de 30,77 % de forma neutral, evaluaciones y auditorías de seguridad de la información con un 26,92 % de manera parcial, conciencia y capacitación en seguridad de la información con un 28,85 % totalmente de acuerdo, medidas de respuesta ante incidentes de seguridad de la información con un 28,85 % indica ni de acuerdo ni en desacuerdo. Lo que representa una infraestructura moderada y optima en cuanto al cumplimiento y aplicabilidad de tecnologías y de una manera más escalonada sobre la seguridad de la información mediante la transformación digital.

Tabla 8 Estrategias y Experiencia en Industria 4.0. Preguntas No. 27 al 32.

Pregunta 27, ¿Cómo realiza la organización el registro de la información generada por los procesos (producción, comercial, calidad, mantenimiento, administración, etc.)?		¿Cómo realiza la organización el registro de la información generada por los procesos (producción, comercial, calidad, mantenimiento, administración, etc.)?				Total
		Algunos procesos se registran en papel y otros están digitalizados.	No registra información de los procesos.	Todos los procesos están completamente digitalizados.	Todos los procesos se registran en papel.	
Total	Numero	27.00	6.00	15.00	4.00	52.00
	Porcentaje	51.92 %	11.54 %	28.85 %	7.69 %	100.00 %
Pregunta 28, ¿Dispone de alguna persona en la organización responsable de la transformación digital?		¿Dispone de alguna persona en la organización responsable de la transformación digital?				Total
		No dispone de roles especializados.	Se dispone de un rol especializado.	Se dispone de una gran especialización de roles digitales claves para la Industria 4.0.	Se dispone de varios roles especializados.	
Total	Numero	23.00	22.00	1.00	6.00	52.00
	Porcentaje	44.23 %	42.31 %	1.92 %	11.54 %	100.00 %
Pregunta 29. ¿Cómo evalúa las capacidades de sus empleados en relación con los requisitos futuros de la Industria 4.0?		Infraestructura.				Total
		Capacitado suficiente y constantemente	Capacitado, pero no lo suficiente	Irrelevante / no aplica	No capacitado	
Total	Numero	13.00	23.00	2.00	12.00	50.00
	Porcentaje	26.00 %	46.00 %	4.00 %	24.00 %	100.00 %
		Tecnología de automatización.				

Pregunta 29. ¿Cómo evalúa las capacidades de sus empleados en relación con los requisitos futuros de la Industria 4.0?		Capacitado suficiente y constantemente	Capacitado, pero no lo suficiente	Irrelevante / no aplica	No capacitado	Total
Total	Numero	7.00	25.00	4.00	15.00	51.00
	Porcentaje	13.73 %	49.02 %	7.84 %	29.41 %	100.00 %
Pregunta 29. ¿Cómo evalúa las capacidades de sus empleados en relación con los requisitos futuros de la Industria 4.0?		Análisis de datos.				
		Capacitado suficiente y constantemente	Capacitado, pero no lo suficiente	Irrelevante / no aplica	No capacitado	Total
Total	Numero	9.00	28.00	2.00	12.00	51.00
	Porcentaje	17.65 %	54.90 %	3.92 %	23.53 %	100.00 %
Pregunta 29. ¿Cómo evalúa las capacidades de sus empleados en relación con los requisitos futuros de la Industria 4.0?		Seguridad de los datos.				
		Capacitado suficiente y constantemente	Capacitado, pero no lo suficiente	Irrelevante / no aplica	No capacitado	Total
Total	Numero	13.00	21.00	4.00	13.00	51.00
	Porcentaje	25.49 %	41.18 %	7.84 %	25.49 %	100.00 %
Pregunta 29. ¿Cómo evalúa las capacidades de sus empleados en relación con los requisitos futuros de la Industria 4.0?		Seguridad de las comunicaciones.				
		Capacitado suficiente y constantemente	Capacitado, pero no lo suficiente	Irrelevante / no aplica	No capacitado	Total
Total	Numero	10.00	22.00	4.00	14.00	50.00
	Porcentaje	20.00 %	44.00 %	8.00 %	28.00 %	100.00 %
Pregunta 29. ¿Cómo evalúa las capacidades de sus empleados en relación con los requisitos futuros de la Industria 4.0?		Software de colaboración.				
		Capacitado suficiente y constantemente	Capacitado, pero no lo suficiente	Irrelevante / no aplica	No capacitado	Total
Total	Numero	10.00	25.00	4.00	12.00	51.00
	Porcentaje	19.61 %	49.02 %	7.84 %	23.53 %	100.00 %
Pregunta 29. ¿Cómo evalúa las capacidades de sus empleados en relación con los requisitos futuros de la Industria 4.0?		Desarrollo o aplicación de sistemas de asistencia.				
		Capacitado suficiente y constantemente	Capacitado, pero no lo suficiente	Irrelevante / no aplica	No capacitado	Total
Total	Numero	7.00	25.00	7.00	12.00	51.00
	Porcentaje	13.73 %	49.02 %	13.73 %	23.53 %	100.00 %
Pregunta 29. ¿Cómo evalúa las capacidades de sus empleados en relación con los requisitos futuros de la Industria 4.0?		Habilidades no técnicas, como el pensamiento sistémico y la comprensión de procesos.				
		Capacitado suficiente y constantemente	Capacitado, pero no lo suficiente	Irrelevante / no aplica	No capacitado	Total
Total	Numero	11.00	23.00	6.00	11.00	51.00
	Porcentaje	21.57 %	45.10 %	11.76 %	21.57 %	100.00 %
Pregunta 30. ¿En qué medida ha abordado las ineficiencias de los procesos mediante la adopción de sistemas inteligentes (máquinas inteligentes, tecnología digital integrada)?		¿En qué medida ha abordado las ineficiencias de los procesos mediante la adopción de sistemas inteligentes (máquinas inteligentes, tecnología digital integrada)?				
		No hay una adopción significativa de sistemas inteligentes (aún utilizando sistemas manuales o semiautomáticos)	Se adaptaron importantes sistemas inteligentes en toda la empresa que ayudaron a optimizar los procesos.	Sistemas inteligentes introducidos parcialmente en áreas cruciales para superar las ineficiencias locales.	Total	
Total	Numero	24.00	6.00	22.00	52.00	
	Porcentaje	46.15 %	11.54 %	42.31 %	100.00 %	

Pregunta 31, ¿Cuál es la ambición estratégica de la organización con respecto al paso a la Industria 4.0?		¿Cuál es la ambición estratégica de la organización con respecto al paso a la Industria 4.0?				Total	
		No se ha considerado todavía. No se contemplan beneficios/oportunidades.	Se conocen los beneficios de la industria 4.0 y se tiene intención de implementarla.	Se ha considerado pasar a la Industria 4.0 pero se desconoce como hacerlo.	Se ha iniciado el proceso de implementación de la industria 4.0.		
Total	Numero	25.00	14.00	11.00	2.00	52.00	
	Porcentaje	48.08 %	26.92 %	21.15 %	3.85 %	100.00 %	
Pregunta 32, ¿Qué nivel de importancia tienen en la organización, como elemento diferenciador en el sector, las soluciones y tecnologías relacionadas con los siguientes habilitadores de Industria 4.0?		Inteligencia artificial.					Total
		Importancia alta	Importancia baja	Importancia media	Importancia muy alta	Sin importancia	
Total	Numero	15.00	13.00	12.00	6.00	6.00	52.00
	Porcentaje	28.85 %	25.00 %	23.08 %	11.54 %	11.54 %	100.00 %
Pregunta 32, ¿Qué nivel de importancia tienen en la organización, como elemento diferenciador en el sector, las soluciones y tecnologías relacionadas con los siguientes habilitadores de Industria 4.0?		Fabricación aditiva.					Total
		Importancia alta	Importancia baja	Importancia media	Importancia muy alta	Sin importancia	
Total	Numero	6.00	12.00	18.00	2.00	14.00	52.00
	Porcentaje	11.54 %	23.08 %	34.62 %	3.85 %	26.92 %	100.00 %
Pregunta 32, ¿Qué nivel de importancia tienen en la organización, como elemento diferenciador en el sector, las soluciones y tecnologías relacionadas con los siguientes habilitadores de Industria 4.0?		Internet de las cosas.					Total
		Importancia alta	Importancia baja	Importancia media	Importancia muy alta	Sin importancia	
Total	Numero	14.00	11.00	15.00	8.00	4.00	52.00
	Porcentaje	26.92 %	21.15 %	28.85 %	15.38 %	7.69 %	100.00 %
Pregunta 32, ¿Qué nivel de importancia tienen en la organización, como elemento diferenciador en el sector, las soluciones y tecnologías relacionadas con los siguientes habilitadores de Industria 4.0?		Big data y análisis de datos.					Total
		Importancia alta	Importancia baja	Importancia media	Importancia muy alta	Sin importancia	
Total	Numero	15.00	6.00	14.00	11.00	6.00	52.00
	Porcentaje	28.85 %	11.54 %	26.92 %	21.15 %	11.54 %	100.00 %
Pregunta 32, ¿Qué nivel de importancia tienen en la organización, como elemento diferenciador en el sector, las soluciones y tecnologías relacionadas con los siguientes habilitadores de Industria 4.0?		Realidad virtual y aumentada.					Total
		Importancia alta	Importancia baja	Importancia media	Importancia muy alta	Sin importancia	
Total	Numero	15.00	9.00	11.00	6.00	11.00	52.00
	Porcentaje	28.85 %	17.31 %	21.15 %	11.54 %	21.15 %	100.00 %
Pregunta 32, ¿Qué nivel de importancia tienen en la organización, como elemento diferenciador en el sector, las soluciones y tecnologías relacionadas con los siguientes habilitadores de Industria 4.0?		Plataformas y comunicaciones.					Total
		Importancia alta	Importancia baja	Importancia media	Importancia muy alta	Sin importancia	
Total	Numero	18.00	6.00	17.00	9.00	2.00	52.00
	Porcentaje	34.62 %	11.54 %	32.69 %	17.31 %	3.85 %	100.00 %
Pregunta 32, ¿Qué nivel de importancia tienen en la organización, como elemento diferenciador en el sector, las soluciones y tecnologías relacionadas con los siguientes habilitadores de Industria 4.0?		Tecnologías en la nube (Cloud).					Total
		Importancia alta	Importancia baja	Importancia media	Importancia muy alta	Sin importancia	
Total	Numero	19.00	7.00	10.00	14.00	2.00	52.00
	Porcentaje	36.54 %	13.46 %	19.23 %	26.92 %	3.85 %	100.00 %
Pregunta 32, ¿Qué nivel de importancia tienen en la organización, como elemento diferenciador en el sector, las soluciones y tecnologías relacionadas con los siguientes habilitadores de Industria 4.0?		Ciberseguridad.					Total
		Importancia alta	Importancia baja	Importancia media	Importancia muy alta	Sin importancia	
Total	Numero	18.00	10.00	8.00	12.00	4.00	52.00
	Porcentaje	34.62 %	19.23 %	15.38 %	23.08 %	7.69 %	100.00 %

Pregunta 32, ¿Qué nivel de importancia tienen en la organización, como elemento diferenciador en el sector, las soluciones y tecnologías relacionadas con los siguientes habilitadores de Industria 4?0?		Marketing digital.					Total
		Importancia alta	Importancia baja	Importancia media	Importancia muy alta	Sin importancia	
Total	Numero	10.00	9.00	15.00	12.00	5.00	51.00
	Porcentaje	19.61 %	17.65 %	29.41 %	23.53 %	9.80 %	100.00 %
Pregunta 32, ¿Qué nivel de importancia tienen en la organización, como elemento diferenciador en el sector, las soluciones y tecnologías relacionadas con los siguientes habilitadores de Industria 4?0?		Formación y personas.					Total
		Importancia alta	Importancia baja	Importancia media	Importancia muy alta	Sin importancia	
Total	Numero	17.00	6.00	11.00	15.00	3.00	52.00
	Porcentaje	32.69 %	11.54 %	21.15 %	28.85 %	5.77 %	100.00 %
Pregunta 32, ¿Qué nivel de importancia tienen en la organización, como elemento diferenciador en el sector, las soluciones y tecnologías relacionadas con los siguientes habilitadores de Industria 4?0?		Robótica y automatización.					Total
		Importancia alta	Importancia baja	Importancia media	Importancia muy alta	Sin importancia	
Total	Numero	12.00	11.00	12.00	5.00	12.00	52.00
	Porcentaje	23.08 %	21.15 %	23.08 %	9.62 %	23.08 %	100.00 %

Fuente: Propia (2025) de acuerdo Basada en preguntas Encuesta nivel de madurez tecnológica

En relación con las estrategias y experiencia de la industria se menciona que, el Registro de información de los procesos con un 51,92 % indica que algunos procesos se registran en papel, los roles especializados en transformación digital con un 44,23 % no dispone de roles especializados. Así mismo, la capacitación de los empleados frente a la infraestructura con un 46 % no es suficiente, la tecnología de automatización con 49,02 % se encuentra capacitado pero no suficiente, análisis de datos con un 54,90 % se encuentra capacitado, pero no suficiente, la seguridad de datos con 41,18 % capacitado pero no suficiente, seguridad de comunicaciones con un 44 % capacitado pero no suficiente, software de colaboración con 49,02 % capacitado pero no suficiente, desarrollo o aplicación de sistemas de asistencia con 49,02 % capacitado pero no suficiente, habilidades no técnicas con un 45,10 % capacitado pero no suficiente. Adicionalmente en capacitación digital, la adopción de sistemas inteligentes para optimización de procesos con un 46,15 % indica que no hay adopción significativa y la ambición estratégica hacia la Industria 4.0 con un 48,08 % no ha considerado la transición.

Los elementos diferenciadores en el sector, las soluciones y tecnologías relacionadas con los siguientes habilitadores de Industria 4.0: Inteligencia artificial con un 28,85 % de alta aplicabilidad, fabricación aditiva con un 34,62 % media, internet de las cosas con 28,85 % media, big data y análisis de datos con un 28,85 % alta, realidad virtual y aumentada con un 28,85 % alta, plataformas y comunicaciones con un 34,62 % alta, tecnologías en la nube (Cloud) con un 36,54 % alta, ciberseguridad con un 34,62 % alta, marketing digital con 29,41 % media, formación y personas con un 32,69 % alta, robótica y automatización con 23,08 % alta, 23,08 % media y un 23,08 % sin importancia. La importancia de los habilitadores es alta en las organizaciones en donde es un medio eficiente y de gran relevancia en la gestión de los proyectos.

5.2 Propuesta al Sector

Teniendo en cuenta la consulta de estado de antecedentes y el análisis de los resultados obtenidos en la investigación sobre las herramientas emergentes basados en Inteligencia artificial en la gestión de proyectos viales, se lista a continuación las siguientes estrategias, con la finalidad de optimizar y mejorar los procesos de estimación de cantidades:

5.2.1 Desarrollo de una estrategia en sistema digital.

El análisis estadístico presentado según base de datos de la encuesta de nivel de madurez tecnológica presenta que las organizaciones se encuentran en una etapa de iniciación de planificación hacia la industria 4.0 con un porcentaje que oscila entre un 32 % a un 46% en implementación de sistemas digitales. En lo anterior, las organizaciones en su totalidad no cuentan

con una implementación sólida de estrategias, capacitación, medición de indicadores y tecnologías emergentes.

Por lo tanto, es importante, promover herramientas emergentes en el sector de la construcción vial mediante una planificación, diagnóstico de las tecnologías actuales y así mismo, una implementación de estrategias mediante la selección y diseño de herramienta emergentes, con el fin de lograr la optimización de costos y tiempo en la gestión de los proyectos. En se orden, el análisis realizado a la literatura (Christopher Pentury a, 2025) muestra que la gestión de la construcción se debe llevar a cabo mediante sistemas computarizados, lo cual esta estrategia propone implementar tecnologías emergentes, herramientas como BIM (Building Information Modeling) que permite evidenciar los avances programados y ejecutados en relación con las cantidades ejecutadas. Así mismo, la inspección remota mediante la implementación de drones reduce tiempos por parte del área de topografía y a su vez minimiza el margen de error en el cálculo de volúmenes y áreas de intervención.

5.2.2 Desarrollo de competencias digitales.

En relación con lo presentado en el reporte de resultados según encuesta de nivel de madurez, se permite precisar que la mayoría del personal no se encuentra totalmente capacitado y no cuenta con el rol especializado en promover e implementar herramientas emergentes; de tal forma que, el grado de desarrollo de competencia en software especializado y apropiación a plataformas digitales es parcialmente nulo con un porcentaje considerable que oscila entre el 46.15% a 55.77%.

Por lo tanto, es fundamental que las empresas ejecuten una planificación en los equipos de trabajo en donde se tenga conocimiento sobre la automatización y aplicabilidad del campo digital; de tal forma que, se propone diseñar un plan de capacitación al grupo de trabajo con estrategias de acompañamiento en competencias digitales, con la finalidad de implementar actividades y formación en herramientas emergentes y adopción de la inteligencia artificial.

5.2.3 Adopción progresiva en combinación de herramientas emergentes.

Debido a que las organizaciones tienen baja prioridad en la adopción de herramientas inteligentes para la optimización de procesos con un 46,15 % indica que no hay adopción significativa y la ambición estratégica hacia la Industria 4.0 con un 48,08 %. En lo anterior, es importante combinar herramientas emergentes que garantice la eficiencia en la estimación de cantidades y reduzca los errores en la ejecución real.

Por lo tanto, (Ali Mahmoud Mayya b, 2025) menciona que la combinación de tecnologías busca automatizar el seguimiento entre lo diseñado y la realidad construida, mejorando la precisión del control de calidad. Esta integración permite monitorear y actualizar el estado de los elementos estructurales en tiempo real, facilitando toma de decisiones.

5.3 Discusión

Los resultados presentados en la encuesta del nivel de madurez tecnológica se contemplan que la adopción de la Industria 4.0 precisamente en el sector de la construcción es de baja prioridad y así mismo, se encuentra en etapas de inicio. Por lo tanto, la implementación de software

especializado y conexión a plataformas digitales es parcialmente nulo con un porcentaje promedio mayor al 50%, lo que corrobora un bajo nivel sistemático y real de la tecnología. Este hallazgo, se relaciona (Alabdullatief & Salah, 2025), lo cual menciona que las herramientas tecnológicas son de prioridad baja y por ende, carece de una eficiente planificación estratégica en los proyectos.

Por otra parte, en los dos últimos años, se evidencia un porcentaje promedio mayor al 40% en nula inversión en el desarrollo, investigación, innovación y demás procesos internos debido a que los presupuestos se minimizan en el transcurso de los años. Por lo tanto, (Muhammad Saiful Islam a, 2021) menciona que los sobrecostos en proyectos de infraestructura son un problema global que impacta directamente en la fijación de precios y la regulación mercado, lo cual es importante que el contratante implemente estrategias y asignen un monto para las contingencias en los procesos.

Finalmente, las medidas tomadas para los incidentes de seguridad de la información adjuntan en las organizaciones no contempla una satisfacción optima por parte del usuario debido a que los resultados presentan un que están de acuerdo y desacuerdo. Así las cosas, (Muhammad Saiful Islam a, 2021) deduce cuantificar los riesgos y su impacto en los costos con base en datos limitados, reduciendo el riesgo y mejorando la toma de decisiones.

6. Conclusiones

En el presente trabajo de investigación, se realizó la consulta literaria a través del medio electrónico ScieceDirect en donde se presenta avances de herramientas emergentes mediante inteligencia artificial para la gestión y control eficiente en los costos y estimación de cantidades. Así las cosas, se realizó el análisis detallado de cada articulo por su relevancia y año de publicación

según lo presentado en el marco de antecedentes; en donde se identificó herramientas de existentes para la optimización de ejecución de proyectos viales.

La encuesta de nivel de madurez tecnológica proporcionada por parte del proyecto de investigación y a su vez la base de datos identifica que las organizaciones en Colombia en el sector de la construcción no han implementado en su mayoría, la adopción de herramientas tecnológicas con un 46.15 % para la planificación y seguimiento de obra. Lo cual su implementación es un reto continuo debido a la poca inversión por parte de las organizaciones; sin embargo, se sugiere fomentar la capacitación y rol especializado al personal en temas de transformación digital y metodologías en herramientas emergentes, con el fin de lograr mejorar la precisión y eficiencia del reporte de cantidades de obra.

Por otra parte, se propone realizar un seguimiento exhaustivo en las actividades de construcción vial mediante la selección y diseño de una herramienta emergente; de tal forma que, se considera necesario implementar herramientas como BIM (Building Information Modeling) que permite evidenciar los avances programados y ejecutados, la inspección remota mediante los drones que reduce tiempos por parte del área de topografía y a su vez minimiza el margen de error en el cálculo de volúmenes y áreas de intervención, con el fin de lograr la optimización de costos y tiempo en la gestión de los proyectos.

Por último, se desarrolla estrategias y recomendaciones para la incorporación de tecnologías emergentes en la ejecución de proyectos viales enfocadas en la optimización de la gestión de costos y tiempos, con la finalidad de convertirlas en un referente de interés en la innovación y aplicación en el sector de la infraestructura vial.

Referencias

- Abdullah Alsehami a, A. W. (2024). Optimising construction sector performance: A study of the rapidly growing global drone industry using smart PLS approach.
- ACCA software, S. (2025, Enero 20). *Inteligencia Artificial en gestión de construcción: Ejemplos prácticos para la administración de proyectos*. Retrieved from BibLus: <https://biblus.accasoftware.com/es/inteligencia-artificial-en-gestion-de-construccion-ejemplos-practicos-para-la-administracion-de-proyectos/>
- Acevedo Argüello, C., Zabala Vargas, S., Rojas Mesa, J., & Guayán Perdomo, O. (2020). Análisis de Redes Sociales como estrategia para estudiar los Sistemas de Innovación. Revisión sistemática de la literatura. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 13(2), 369-402. <https://doi.org/10.15332/s1657-107X>
- Ahmed Farouk Kineber a, b. N. (2024). Revolutionizing construction: A cutting-edge decision-making model for artificial intelligence implementation in sustainable building projects. *Heliyon*.
- Alabdullatief & Salah, A. &. (2025). Architecture of tomorrow: The construction industry in the era of artificial intelligence. *ELSEVIER*, 2. Retrieved from Architecture of tomorrow: The construction industry in the era of artificial intelligence.
- Ali Mahmoud Mayya b, 1. N. (2025). Triple-stage crack detection in stone masonry using YOLO-ensemble, MobileNetV2U-net, and spectral clustering. *Elsevier*.
- Bovsunovskaya, M. (2016). Document support of cost management in underground construction. *ELSEVIER*, 960-964.
- CAMACOL. (2025). *CAMACOL*. Retrieved from CAMACOL: https://camacol-new.demodayscript.com/nosotros/afiliados?utm_source=chatgpt.com
- Carcaño, R. G. (2006). *La Supervisión de la Obra*. Merida, Argentina: Red Ingenieria Revista Academica.
- Carvajal-Rivadeneira, D. D.-M.-G.-J. (2024). Aplicación de la Inteligencia Artificial en Proyectos de Ingeniería Civil. *INGENIAR*.
- Castañeda, K. (2025). Deficiencies causes in road construction scheduling: Perspectives from construction professionals.
- Chinedu Okonkwo, I. A. (2025). Environmental sensing in autonomous construction robots: Applicable technologies and systems. *Elsevier*.
- Christopher Pentury a, *. R. (2025). Application of digitalization and computerization technology in road construction. *Elsevier*.
- Congreso De Colombia. (2015, Mayo 26). *Función Pública*. Retrieved from Decreto 1078 de 2015 Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones:

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77888>

Congreso de Colombia, .. (2013, Noviembre 22). *Función Pública*. Retrieved from Ley 1682 de 2013:
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=55612>

Congreso de Colombia, C. (2008, Julio 16). *Función Pública*. Retrieved from Ley 1228 de 2008:
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=31436>

Congreso de Colombia, c. (2015, Junio 9). *Función Pública*. Retrieved from Ley 1753 de 2015:
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=61933>

Contraloría General de la República de Colombia, C. (2024, Noviembre 27). *Contraloría General de la República*. Retrieved from Grave situación en proyectos de infraestructura: Contraloría General emite alerta nacional:
<https://www.contraloria.gov.co/es/w/grave-situaci%C3%B3n-en-proyectos-de-infraestructura-contralor%C3%ADa-general-emite-alerta-nacional-2>

Departamento Nacional de Planeación en Colombia, (. (2025). *Informe de gestión en Colombia*. Bogotá: DNP.

El Congreso de Colombia. (2012, Octubre 17). *Función pública*. Retrieved from Ley 1581 de 2012:
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981>

Farzan Baradaran Rahimi a, *. C. (2025). Agile digitization for historic architecture using 360° capture, deep learning, and virtual reality. *Elsevier*.

Feng Jiang a, L. M. (2022). Building demolition estimation in urban road widening projects using as-is BIM models. *Elsevier*.

INVIAS. (2022). Retrieved from https://www.invias.gov.co/index.php/sala/noticias/4773-invias-destacada-como-la-entidad-en-el-sector-infraestructura-de-transporte-que-mas-proponentes-participan-en-los-procesos-de-seleccion-segun-la-agencia-nacional-de-contratacion-publica?utm_source=cha

INVIAS. (2022, Abril). Retrieved from <https://mintransporte.gov.co/publicaciones/10869/invias-apuesta-por-el-uso-de-tecnologia-e-inteligencia-artificial-para-optimizar-recursos-y-mejorar-la-movilidad-vial-del-pais/>

INVIAS. (2022, Abril 29). *Instituto nacional de vías*. Retrieved from INVIAS:
<https://www.invias.gov.co/index.php/sala/noticias/4554-invias-apuesta-por-el-uso-de-tecnologia-e-inteligencia-artificial-para-optimizar-recursos-y-mejorar-la-movilidad-vial-del-pais>

Jaimes-Quintanilla, M., & Zabala-Vargas, S. (2024). Inteligencia artificial en la gestión de proyectos: Caso construcción y obra civil. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-21.
<https://doi.org/10.31637/epsir-2024-1615>

Jaimes-Quintanilla, M., & Zabala-Vargas, S. (2025). Apropriación de tecnologías emergentes en el sector de obra civil: Un análisis cualitativo. En *Ciencia Transdisciplinar en la Nueva Era Edición 4* (4.a ed.). Editorial Instituto Antioqueño de Investigación.

- Jorge G. Mendoza, M. B. (2022, Diciembre). *sCielo*. Retrieved from Una revisión sobre el rol de la inteligencia artificial en la industria de la construcción:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30332022000200030
- Leber, C. (2024, Junio 23). *Tecnologías emergentes en la industria de la construcción: Innovaciones que están transformando el sector*. Retrieved from Leber:
<https://construccionesleber.es/tecnologias-emergentes-en-la-industria-de-la-construccion-innovaciones-que-estan-transformando-el-sector/>
- Min-Yuan Cheng, Q.-T. V. (2024). Hybrid deep learning model for accurate cost and schedule estimation in construction projects using sequential and non-sequential data.
- Moonita Limiany Prasetyo a, 1. R. (2025). Artificial intelligence in open innovation project management: A systematic literature review on technologies, applications, and integration requirements.
- Muhammad Saiful Islam a, M. P. (2021). Risk induced contingency cost modeling for power plant projects. *ELSEVIER*.
- Musarat, M. A. (2024). Incorporating inflation rate in construction projects cost: Forecasting model.
- Salimi, M. (2024, septiembre 01). *Digital Transformation and Administration Innovation*. Retrieved from Artificial Intelligence Tools in Construction Management:
<https://journaltdai.com/index.php/jdtai/article/view/113/97>
- SurveyMonkey. (2025). Retrieved from SurveyMonkey: <https://www.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>
- Won, J. W. (2025). Probability and Impact Perspectives on Cost and Schedule Risks in International Construction Projects: An Empirical Investigation.
- Yishuang Zhang, C. L. (2025). Artificial intelligence-enhanced non-destructive defect detection for civil infrastructure. *Elsevier*.
- Zabala-Vargas, S., & Jaimes-Quintanilla, M. (2025). Tecnologías 4.0 (IOT y ciencia de datos) orientada a optimizar la gestión de proyectos de construcción. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 1-21. <https://epsir.net/index.php/epsir/article/view/1621>
- Zabala-Vargas, S., Jaimes-Quintanilla, M., & Jimenez-Barrera, M. H. (2023). Big Data, Data Science, and Artificial Intelligence for Project Management in the Architecture, Engineering, and Construction Industry: A Systematic Review. *Buildings*, 13(12), 2944.
<https://doi.org/10.3390/buildings13122944>
- Zabala-Vargas, S., Jiménez-Barrera, M., Vargas-Sanchez, L., & Jaimes-Quintanilla, M. (2023). Big data in construction project management: The Colombian northeast case. *Life-Cycle of Structures and Infrastructure Systems*, 1, 1, 3476-3483. <https://doi.org/0.1201/9781003323020>
- Zabala-Vargas, S., Martínez-Ortega, J., & Jaimes-Quintanilla, M. (2025). Administración de proyectos apoyada en tecnologías emergentes (inteligencia artificial y ciencia de datos) en el sector de obra civil. VII International conference on applied engineering and innovative technologies-AENIT,

Perú. <https://easychair.org/cfp/AENIT2025>

Zheng Tong *, Y. Z. (2025). Guiding GPT models for specific one-for-all tasks in ground penetrating radar. *Elsevier*.

Anexos

Anexo 1 Encuesta de identificación de la tecnología emergente en la gestión de proyectos en el sector de la construcción.

14/1/25, 18:41

Encuesta nivel de madurez tecnológica (apropiación) en la gestión de proyectos

11. De acuerdo a la afirmación seleccione cuál nivel representa mejor la organización. *

	Nulo	Existe la iniciativa	En desarrollo	En implementación	En acción
Cuenta con estrategia de transformación digital formulada desde la alta dirección.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cuenta con indicadores para medir nivel del transformación digital.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tiene interés en la capacitación del talento humano en transformación digital.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alguno de sus productos integra tecnologías emergentes (Inteligencia artificial, big data o ciencia de datos).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reconoce importancia que tiene el uso y análisis de información.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Identifica que el desarrollo y la innovación tecnológica juega un papel importante.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<https://forms.office.com/Pages/DesignPageV2.aspx?prevorigin=shell&origin=NeoPortalPage&subpage=design&id=64W6sVOIZ0Se6NT47U3zANqMHRcITWFPioGrq-ITZRxUM0dIUvcyVExGRzMMFFKuk9LNUc4N...> 9/36

Cuenta con claridad en los procesos y protocolos para llevar a cabo proyectos con alta incorporación tecnológica.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reconoce los conceptos de tecnologías emergentes (Inteligencia artificial, Big-Data y Data Science).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. En que área de su empresa ha invertido en los dos ultimos años? *

	Nula inversión	Pequeña inversión	Mediana inversión	Gran inversión
Investigación y desarrollo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Producción de productos o servicios.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Procesos administrativos internos (Contabilidad, talento humano).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Logística de recepción y distribución.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comercial y ventas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistemas de información (herramientas software).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. En que área de su empresa proyecta invertir en los proximos 5 años? *

	Nula inversión	Pequeña inversión	Mediana inversión	Gran inversión
Investigación y desarrollo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Producción de productos o servicios.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Procesos administrativos internos (Contabilidad, talento humano).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Logística de recepción y distribución.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comercial y ventas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistemas de información (herramientas software).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. De acuerdo a las siguientes afirmaciones seleccione cuál nivel representa mejor su organización.

	No se realiza	En algunos casos	En la mayoría de los casos	Se realiza permanentemente
Implementa sistemas de información (herramientas software) para la gestión de proveedores.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Implementa sistemas de información (herramientas software) para la gestión de clientes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Analiza información de sus clientes para generar o mejorar productos o servicios.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Integra múltiples canales de comunicación en las interacciones con sus clientes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Integra múltiples canales de comunicación en las interacciones con sus proveedores.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cuenta con la planificación y				
dirección de la cadena de suministros desde los clientes hasta los proveedores.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Indique el grado que mejor representa a su organización en los siguientes procesos:

	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Digitalización de trabajo con clientes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Digitalización de trabajo con proveedores.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Intercambio de información digitalmente con socios, proveedores y clientes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uso de múltiples canales de venta integrados para comercializar sus productos a sus clientes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistema de precios dinámico y adaptado al cliente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Analiza los datos de los clientes para aumentar su conocimiento (situación personal, preferencias, ubicación, puntuación crediticia).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diseña soluciones personalizadas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consolidar todos los datos de los clientes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Parte 3 de 5: PROCESOS - Nivel táctico y operativo

Mediante las siguientes preguntas se identificará el nivel de apropiación de las tecnologías habilitadoras de la transformación digital en su proceso principal.

16. ¿Cual de las siguientes tecnologías utiliza en su organización? *

- Sensores
- Dispositivos móviles
- Identificador de radiofrecuencia - RFID
- Ciencia de datos para evaluación de información en tiempo real.
- Sistemas de localización en tiempo real
- Big Data para almacenamiento de grandes volúmenes de datos
- Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable
- Inteligencia artificial para la toma de decisiones.
- Sistemas de tecnologías de la información integrados
- Otras

17. De acuerdo a las máquinas y equipos de su organización. ¿Cuál es el grado de implementación de las siguientes funcionalidades? *

	Nulo	Parcialmente	Implementado
Las máquinas y sistemas se pueden controlar a través de tecnologías.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comunicación entre maquinas / sistemas - M2M	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Capacidad de integrarse y colaborar con otras maquinas / sistemas - INTEROPERABILIDAD	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. Su empresa realiza: *

- PRODUCCIÓN DE BIENES O PRODUCTOS
- PRESTACIÓN DE SERVICIOS

19. Identifique el nivel de cumplimiento de las siguientes afirmación en su proceso de producción de bienes o productos.

	NULO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
Tiene una visión en tiempo real de su producción	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Su producción es lo suficientemente flexible para reaccionar a cambio en la demanda	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Registra datos de maquinas o equipos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Registra datos de sus procesos de producción	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aprovecha los datos para tomar decisiones en el proceso de producción	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Integración de tecnologías digitales en el proceso de producción	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Usa herramientas digitales para mejorar la eficiencia en la producción	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Digitalización de la gestión de	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. Identifique el nivel de cumplimiento de las siguientes afirmación en su proceso de creación y entrega de los servicios que ofrece la organización a sus clientes.

	NULO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
Nivel de integración de tecnologías digitales en la prestación de nuestros servicios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uso de herramientas digitales para mejorar la eficiencia en la prestación de servicios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Registran datos o información del proceso de prestación de servicios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aprovecha los datos y análisis digitales para tomar decisiones en la prestación de servicios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nivel de adopción de tecnologías de automatización en la entrega de servicios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Digitalización de la gestión de datos y registros en nuestra empresa de servicios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Parte 4 de 5: INFRAESTRUCTURA Y SEGURIDAD

Mediante las siguientes preguntas se identificará el nivel de apropiación de las tecnologías habilitadoras de la transformación digital en su Infraestructura y gestión de la seguridad.

21. La siguiente área, para comunicarse con otras áreas de la organización, utiliza sistemas de información:

*

	Si	Parcialmente	No	El área no existe
Investigación y desarrollo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Producción de productos o servicios.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Procesos administrativos internos (contabilidad, talento humano, etc).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Logística, recepción y distribución.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comercial y ventas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

22. La siguiente área, para comunicarse con clientes y proveedores, utiliza sistemas de información:

*

	Sí	Parcialmente	No	El área no existe
Investigación y desarrollo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Producción de productos o servicios.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Procesos administrativos internos (contabilidad, talento humano, etc).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Logística, recepción y distribución.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comercial y ventas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

23. ¿La organización , ya está utilizando servicios en la nube? *

	Sí	No, pero lo planeamos	NO
Software desde la nube	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Para almacenamiento o de datos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Para evaluación de datos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

24. ¿Cómo está organizada su gestión en tecnologías de la información - TI? *

- Sin departamento de TI propio (implicación de un proveedor de servicios).
- Departamento central de TI.
- Departamento de TI descentralizado en las áreas especializadas (producción, desarrollo de productos, etc.).
- Expertos en TI integrados en los departamentos especializados.

25. Clasifique las siguientes afirmaciones de acuerdo a el nivel de cumplimiento de estos criterios en su organización *

	Nulo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Equipos de ultima tecnologia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Equipos o maquinas conectadas a servidores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

26. Califque las siguientes preguntas según la escala establecida: *

	Totalmente en desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo
La información de su organización se encuentra segura en el contexto de la transformación digital.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Realiza evaluaciones y auditorias de seguridad de la información en su organización como parte de la estrategia de transformación digital.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Promueve la conciencia y la capacitación en seguridad de la información entre los empleados de acuerdo a la transformación digital.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Las medidas de respuesta ante incidentes de seguridad de la información en su organización son efectivas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Parte 5 de 5: ESTRATEGIA Y EXPERIENCIA EN INDUSTRIA 4.0

Mediante las siguientes preguntas se identificará el nivel de conocimiento, adecuación y proyección de uso de las tecnologías habilitadoras de la industria 4.0.

27. ¿Cómo realiza la organización el registro de la información generada por los procesos (producción, comercial, calidad, mantenimiento, administración, etc.)?

- No registra información de los procesos.
- Todos los procesos se registran en papel.
- Algunos procesos se registran en papel y otros están digitalizados.
- Todos los procesos están completamente digitalizados.

28. ¿Dispone de alguna persona en la organización responsable de la transformación digital?

- No dispone de roles especializados.
- Se dispone de un rol especializado.
- Se dispone de varios roles especializados.
- Se dispone de una gran especialización de roles digitales claves para la Industria 4.0.

29. ¿Cómo evalúa las capacidades de sus empleados en relación con los requisitos futuros de la Industria 4.0?

	Irrelevante / no aplica	No capacitado	Capacitado, pero no lo suficiente	Capacitado suficiente y constantemente
Infraestructura.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tecnología de automatización.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análisis de datos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seguridad de los datos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seguridad de las comunicaciones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Software de colaboración.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desarrollo o aplicación de sistemas de asistencia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habilidades no técnicas, como el pensamiento sistémico y la comprensión de procesos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

30. ¿En qué medida ha abordado las ineficiencias de los procesos mediante la adopción de sistemas inteligentes (máquinas inteligentes, tecnología digital integrada)?
- No hay una adopción significativa de sistemas inteligentes (aún utilizando sistemas manuales o semiautomáticos)
 - Sistemas inteligentes introducidos parcialmente en áreas cruciales para superar las ineficiencias locales.
 - Se adaptaron importantes sistemas inteligentes en toda la empresa que ayudaron a optimizar los procesos.

31. ¿Cuál es la ambición estratégica de la organización con respecto al paso a la Industria 4.0?
- No se ha considerado todavía. No se contemplan beneficios/oportunidades.
 - Se ha considerado pasar a la Industria 4.0 pero se desconoce como hacerlo.
 - Se conocen los beneficios de la industria 4.0 y se tiene intención de implementarla.
 - Se ha iniciado el proceso de implementación de la industria 4.0.

32. ¿Qué nivel de importancia tienen en la organización, como elemento diferenciador en el sector, las soluciones y tecnologías relacionadas con los siguientes habilitadores de Industria 4.0?

Inteligencia artificial: es un campo de la informática que se centra en desarrollar sistemas y programas que pueden realizar tareas que normalmente requerirían inteligencia humana, como el aprendizaje, la toma de decisiones y el reconocimiento de patrones, mediante algoritmos y procesamiento de datos.

Fabricación aditiva: (p.ej. impresión 3D), para el desarrollo de prototipos, nuevos productos o su personalización, fabricación de herramientas, utillajes, etc.

Internet de las Cosas (IoT): es un concepto que hace referencia a las conexiones entre los objetos físicos (sensores, máquinas, etc.), para generar y enviar datos automáticamente, aportando automatización y eficiencia a los procesos.

Big Data y análisis de datos: Para el tratamiento de un gran volumen de datos, estructurados y no estructurados, de fuentes internas y/o externas, extrayendo información de valor para la organización (indicadores en tiempo real, análisis predictivos, etc.).

Realidad virtual y aumentada: Para facilitar aspectos tales como el prototipado, mantenimiento, servicio postventa, etc.

Plataformas y comunicaciones: Tanto soluciones específicas (ERP, CRM, MES, GMAO, etc.), como soluciones conectadas con la cadena de valor (proveedores, clientes, logística y otros agentes clave), soluciones de movilidad (tablets, pdas, etc.), etc.

Tecnologías en la nube (Cloud): que reduzcan la necesidad de infraestructuras físicas, promuevan la escalabilidad de los sistemas de información, la movilidad, la disponibilidad de espacios de almacenamiento elevados, la colaboración entre personas, etc.

Ciberseguridad: para auditar, monitorizar y asegurar los servicios TIC, tanto a nivel de red informática, como de dispositivos, aplicaciones, operaciones e información.

Marketing digital: con soluciones que permitan impulsar la notoriedad e interacción con los clientes actuales y potenciales, a través del posicionamiento web, gestión de redes sociales, SEO, SEM, etc.

Formación y personas: soluciones que aporten flexibilidad y fomenten la colaboración entre empleados (ofimática en la nube, plataformas colaborativas de gestión de proyectos, etc.), mejoren la gestión del talento (plataformas de e-learning, realidad virtual y aumentada como

herramientas formativas, acceso digital a la información del empleado, etc.) y, que permitan el desarrollo de nuevas formas de trabajo en la organización (acceso remoto, herramientas de comunicación, etc.).

Robótica y Automatización: Para la simplificación y automatización de procesos productivos y administrativos.

	Sin importancia	Importancia baja	Importancia media	Importancia alta	Importancia muy alta
Inteligencia artificial.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fabricación aditiva.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Internet de las cosas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Big data y análisis de datos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Realidad virtual y aumentada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plataformas y comunicaciones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tecnologías en la nube (Cloud).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ciberseguridad.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marketing digital.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Formación y personas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Robótica y automatización.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Anexo 2 Declaración Inicial

Encuesta nivel de madurez tecnológica (apropiación) en la gestión de proyectos

Objetivo:

Conocer el nivel de apropiación de tecnologías emergentes (Inteligencia Artificial, Ciencia de Datos e Internet de las cosas-IoT) en la gestión de proyectos de las organizaciones en Colombia

Autor:

Equipo de investigación de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO

Declaración inicial:

La presente encuesta hace parte del Proyecto de investigación: INTELIGENCIA ARTIFICIAL, BIG-DATA Y CIENCIA DE DATOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS EN COLOMBIA; de la Corporación Universitaria Minuto de Dios.

Este instrumento tiene una intención estrictamente académica e investigativa; y busca reconocer el uso, conocimiento e interés de apropiación de tecnologías emergentes (Inteligencia artificial, Big-Data y Ciencia de Datos) en la gestión de proyectos que tiene su organización.

Toda la información será tratada con altos estándares de confidencialidad, de forma anónima (presentación de datos generalizados) y cumpliendo la legislación vigente en Colombia.

Definiciones importantes

- **Transformación digital:** Es el proceso de integrar tecnologías digitales en todos los aspectos de una organización para mejorar la eficiencia, la innovación y la experiencia del cliente, y para adaptarse a un mundo cada vez más conectado y digital

- **Tecnologías habilitadoras de la transformación digital:** Son herramientas y soluciones tecnológicas claves, como la ciencia de datos, la inteligencia artificial y el big data, que permiten a las organizaciones modernizar procesos, mejorar la eficiencia y crear nuevas oportunidades de negocio en la era digital.

- **Industria 4.0:** Revolución que se caracteriza por la integración de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, IoT, análisis de datos, robótica, entre otros; en los procesos de fabricación y/o generación de servicios para lograr mayor eficiencia, flexibilidad y personalización.

Gracias por su interés de participación.