

Propuesta estratégica para implementar IA y Big Data en la gestión de proyectos del sector ladrillero de Cúcuta y su área metropolitana

Laura Daniela Niño Oicatá

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

2026

Propuesta estratégica para implementar IA y Big Data en la gestión de proyectos del sector ladrillero de Cúcuta y su área metropolitana

Laura Daniela Niño Oicatá

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

Asesor(a)

Sergio Andrés Zabala Vargas

Doctor en Tecnología Educativa

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

2026

Contenido

Lista de tablas 7

Lista de anexos 10

Resumen 11

Abstract 13

INTRODUCCIÓN 15

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 19

1.1 Descripción del problema 19

1.2 La pregunta de investigación 23

1.3 Los objetivos de investigación 24

1.3.1 Objetivo general 24

1.3.2 Objetivos específicos 24

1.4 Justificación de la investigación 24

1.4.1 Justificación social de la investigación 25

1.4.2 Justificación práctica y académica de la investigación 27

1.4.3 Justificación jurídica y ética de la investigación 29

2. MARCO DE REFERENCIA 31

2.1 Marco de Antecedentes 31

2.2 Marco Teórico 37

2.2.1 Gestión de proyectos 37

2.2.2 Inteligencia artificial 38

2.2.3 Big Data y analítica de datos 39

2.2.4 Transformación digital 40

2.2.5 Madurez tecnológica y apropiación digital 41

2.2.6 Toma de decisiones basada en datos 42

2.2.7 Relación entre IA, Big Data y optimización de la gestión de proyectos 43

2.3 Marco normativo 45

3. METODOLOGÍA 48

3.1 Enfoque de la investigación 48

3.2 Población y muestra 50

3.2.1 Definición de la población 50

3.2.2 Cálculo y selección de la muestra 51

3.3 Instrumento(s) 52

3.3.1 Estructura y dimensiones del instrumento 53

3.3.2 Preguntas, variables y escalas del instrumento 54

3.4 Descripción de procedimientos 55

3.5 Análisis de información 57

3.5.1 Procesamiento, depuración y codificación de datos....58

3.5.2 Análisis estadístico descriptivo e interpretación....61

3.6 Consideraciones éticas....61

3.6.1 Análisis de consideraciones éticas....61

3.6.2 Instrumentos de aceptación y autorización....62

4. HIPÓTESIS....63

4.1 Las variables....63

4.1.1 Variable independiente....63

4.1.2 Variable dependiente....64

4.2 Planteamiento de hipótesis....65

5. RESULTADOS....67

5.1 Presentación de resultados....67

5.1.1 Caracterización de las empresas participantes....68

5.1.2 Modelo de negocio, estrategia digital y uso de información....73

5.1.3 Clientes, proveedores y gestión comercial digital....77

5.1.4 Procesos tácticos y operativos....78

5.1.5 Infraestructura y seguridad....81

5.1.6 Estrategia, Industria 4.0, IA y Big Data....84

5.1.7 Síntesis de resultados del diagnóstico....88

5.2 Propuesta estratégica al sector ladrillero 89

5.2.1 Estrategia 1. Fortalecimiento de la gestión de datos 89

5.2.2 Estrategia 2. Formación en inteligencia artificial, Big Data y cultura digital 91

5.2.3 Estrategia 3. Implementación gradual de herramientas digitales para la gestión de proyectos 92

5.2.4 Estrategia 4. Seguimiento mediante indicadores y toma de decisiones basada en datos 93

5.2.5 Estrategia 5. Seguridad de la información y gobernanza básica de datos... 95

5.2.6 Ruta de implementación de la propuesta 96

6. DISCUSIÓN 98

7. CONCLUSIONES 106

8. RECOMENDACIONES 109

Referencias 112

Anexos 116

Lista de tablas

Tabla 1..... 58

Tabla 2..... 60

Tabla 3..... 68

Tabla 4..... 69

Tabla 5..... 70

Tabla 6..... 70

Tabla 7..... 71

Tabla 8..... 72

Tabla 9..... 73

Tabla 10..... 74

Tabla 11..... 74

Tabla 12..... 75

Tabla 13..... 75

Tabla 14..... 76

Tabla 15..... 77

Tabla 16..... 77

Tabla 17..... 78

Tabla 18.....78

Tabla 19.....79

Tabla 20.....79

Tabla 21.....80

Tabla 22.....80

Tabla 23.....81

Tabla 24.....81

Tabla 25.....82

Tabla 26.....83

Tabla 27.....83

Tabla 28.....84

Tabla 29.....84

Tabla 30.....85

Tabla 31.....85

Tabla 32.....86

Tabla 33.....86

Tabla 34.....87

Tabla 35.....87

Tabla 36.....90

Tabla 37.....91

Tabla 38.....92

Tabla 39.....94

Tabla 40.....95

Tabla 41.....96

Lista de anexos

Anexo 1. Instrumento de recolección de información.....116

Anexo 2. Matriz completa de codificación de variables 124

Anexo 3. Base de datos 127

Tablas de Anexos

Tabla A 1..... 124

Tabla A 2..... 127

Tabla A 3..... 128

Tabla A 4..... 130

Tabla A 5..... 131

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo diseñar una propuesta estratégica para la implementación gradual de inteligencia artificial y Big Data en la gestión de proyectos de la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana, orientada al fortalecimiento de la planeación, el seguimiento y la toma de decisiones. El estudio surgió de la necesidad de comprender cómo un sector productivo tradicional puede avanzar hacia procesos de transformación digital mediante el uso de datos, herramientas digitales y tecnologías emergentes aplicadas a la gestión de proyectos.

Metodológicamente, la investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y un alcance descriptivo. Para la recolección de información se utilizó una encuesta estructurada de nivel de madurez tecnológica, tomada como base del instrumento institucional de UNIMINUTO. La encuesta fue aplicada a 12 empresas del sector ladrillero de Cúcuta y su área metropolitana, y los datos fueron organizados, codificados y analizados mediante herramientas como Excel y JASP, utilizando frecuencias, porcentajes, tablas y análisis descriptivo por pregunta.

Los resultados evidenciaron que el sector presenta una madurez tecnológica inicial. El 58,3 % de las empresas utiliza Excel como herramienta principal de gestión, el 16,7 % depende de registros manuales o mixtos y solo el 25,0 % emplea ERP u otro software administrativo. Asimismo, el 41,7 % de las empresas no cuenta con responsable definido para la gestión de proyectos, el 58,3 % no tiene responsable de transformación digital y apenas el 8,3 % manifestó

estar en nivel de acción frente al uso de inteligencia artificial y Big Data. No obstante, el 75,0 % expresó un interés alto o muy alto en implementar estas tecnologías en la gestión de proyectos.

A partir de estos hallazgos, se formuló una propuesta estratégica compuesta por cinco líneas de acción: fortalecimiento de la gestión de datos, formación en inteligencia artificial y Big Data, implementación gradual de herramientas digitales, seguimiento mediante indicadores y seguridad de la información. En conclusión, la implementación de inteligencia artificial y Big Data en el sector ladrillero requiere una ruta progresiva que inicie con la organización de datos, el fortalecimiento de capacidades internas y la consolidación de una cultura de toma de decisiones basada en evidencia.

Palabras clave: *inteligencia artificial; Big Data; gestión de proyectos; transformación digital; industria ladrillera*

Abstract

This research aimed to design a strategic proposal for the gradual implementation of artificial intelligence and Big Data in project management within the brickmaking industry of Cúcuta and its metropolitan area, with the purpose of strengthening planning, monitoring, and decision-making processes. The study emerged from the need to understand how a traditional productive sector can move toward digital transformation through the use of data, digital tools, and emerging technologies applied to project management.

Methodologically, the research followed a quantitative approach with a descriptive scope. Data were collected through a structured technological maturity survey based on the institutional instrument proposed by UNIMINUTO. The survey was applied to 12 companies from the brickmaking sector in Cúcuta and its metropolitan area. The data were organized, coded, and analyzed using Excel and JASP through frequencies, percentages, tables, and descriptive analysis by question.

The results showed that the sector is at an initial stage of technological maturity. A total of 58.3% of the companies use Excel as their main management tool, 16.7% rely on manual or mixed records, and only 25.0% use ERP or another administrative software. Likewise, 41.7% of the companies do not have a defined person responsible for project management, 58.3% do not have a person responsible for digital transformation, and only 8.3% reported being at an active level regarding the use of artificial intelligence and Big Data. However, 75.0% expressed high or very high interest in implementing these technologies in project management.

Based on these findings, a strategic proposal was formulated around five lines of action: strengthening data management, training in artificial intelligence and Big Data, gradual implementation of digital tools, monitoring through indicators, and information security. In conclusion, the implementation of artificial intelligence and Big Data in the brickmaking sector requires a progressive roadmap that begins with data organization, the strengthening of internal capabilities, and the consolidation of an evidence-based decision-making culture.

Keywords: *artificial intelligence; Big Data; project management; digital transformation; brickmaking industry.*

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la gestión de proyectos ha experimentado transformaciones significativas como resultado de la digitalización, la creciente disponibilidad de información y la incorporación de tecnologías emergentes en los procesos organizacionales. En este contexto, herramientas como la inteligencia artificial y el Big Data han adquirido relevancia por su capacidad para fortalecer la planeación, el seguimiento, el control, la gestión del riesgo y la toma de decisiones en los proyectos. Desde la perspectiva de la gerencia de proyectos, estas tecnologías no solo representan una innovación técnica, sino una oportunidad para avanzar hacia modelos de gestión más estratégicos, trazables y basados en evidencia (Project Management Institute [PMI], 2024; Zabala-Vargas et al., 2023).

A nivel internacional, la inteligencia artificial se ha asociado con procesos como la estimación de tiempos y costos, la identificación temprana de riesgos, el análisis de información histórica, la automatización de tareas y el apoyo a decisiones complejas. Por su parte, el Big Data permite organizar, procesar e interpretar grandes volúmenes de información para convertirlos en conocimiento útil para la gestión organizacional. Sin embargo, la literatura reciente también señala que la adopción de estas tecnologías no depende únicamente de adquirir herramientas digitales, sino de contar con datos confiables, infraestructura tecnológica, talento humano capacitado, cultura organizacional y procesos definidos (Pereira et al., 2024; Zhu et al., 2024).

En Colombia, la transformación digital ha sido reconocida como una prioridad para el fortalecimiento de la productividad, la competitividad y la innovación empresarial. El crecimiento de las industrias digitales y la formulación de políticas públicas relacionadas con inteligencia artificial y transformación digital evidencian que el país avanza hacia una mayor

incorporación de tecnologías emergentes en los sectores productivos (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2024; Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2019; DNP, 2025). No obstante, esta transición no ocurre de manera homogénea, pues sectores manufactureros tradicionales suelen enfrentar mayores barreras relacionadas con infraestructura, inversión, formación del talento humano, integración de sistemas y uso estratégico de datos.

En este escenario, la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana constituye un contexto pertinente de estudio. Se trata de un sector productivo con trayectoria regional, vinculado a la fabricación de materiales de construcción, al aprovechamiento de recursos arcillosos y a la dinámica económica del territorio. En este tipo de empresas, la gestión de proyectos puede estar relacionada con procesos de mejora productiva, mantenimiento de maquinaria, adecuación operativa, control de inventarios, expansión, cumplimiento normativo, gestión ambiental y modernización administrativa. Sin embargo, cuando estos procesos se desarrollan con bajo soporte tecnológico, información dispersa o limitada integración de datos, se reducen las posibilidades de planeación, seguimiento y toma de decisiones oportunas.

A partir de esta problemática, la presente investigación planteó la siguiente pregunta: ¿cómo una propuesta estratégica para la implementación de inteligencia artificial y Big Data puede contribuir al fortalecimiento de la planeación, el seguimiento y la toma de decisiones en la gestión de proyectos de la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana? En coherencia con esta pregunta, el objetivo general fue diseñar una propuesta estratégica para la implementación gradual de inteligencia artificial y Big Data en la gestión de proyectos del sector

ladrillero, orientada al fortalecimiento de sus procesos de planeación, seguimiento y toma de decisiones.

Metodológicamente, el estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y un alcance descriptivo. Para la recolección de información se utilizó una encuesta estructurada de nivel de madurez tecnológica, tomada como base del instrumento institucional de UNIMINUTO. La encuesta fue aplicada a 12 empresas de la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana. Posteriormente, la información fue organizada, codificada y analizada mediante frecuencias, porcentajes y tablas descriptivas, con el apoyo de herramientas como Excel y JASP. Este procedimiento permitió caracterizar el estado actual del sector frente a la transformación digital, la gestión de información, el uso de herramientas digitales y la disposición hacia tecnologías emergentes.

Los resultados evidenciaron que el sector ladrillero presenta una madurez tecnológica inicial. Entre los hallazgos más relevantes se identificó que el 58,3 % de las empresas utiliza Excel como herramienta principal de gestión, el 16,7 % depende de registros manuales o mixtos y solo el 25,0 % emplea ERP u otro software administrativo. Además, el 41,7 % no cuenta con responsable definido para la gestión de proyectos y el 58,3 % no tiene responsable de transformación digital. En cuanto a inteligencia artificial y Big Data, apenas el 8,3 % de las empresas manifestó estar en nivel de acción; sin embargo, el 75,0 % expresó un interés alto o muy alto en implementar estas tecnologías en la gestión de proyectos.

Estos hallazgos muestran una brecha entre el interés por innovar y las capacidades tecnológicas actualmente instaladas. Por esta razón, la investigación no propone una incorporación inmediata de tecnologías avanzadas, sino una ruta progresiva de implementación.

La propuesta estratégica formulada se estructura en cinco líneas de acción: fortalecimiento de la gestión de datos, formación en inteligencia artificial y Big Data, implementación gradual de herramientas digitales, seguimiento mediante indicadores y seguridad de la información. Estas estrategias buscan preparar al sector para avanzar hacia una gestión de proyectos más organizada, trazable y basada en datos.

El documento se estructura en ocho capítulos. En el primer capítulo se presenta el planteamiento del problema, la pregunta de investigación, los objetivos y la justificación del estudio. En el segundo capítulo se desarrolla el marco de referencia, compuesto por los antecedentes, el marco teórico y el marco normativo. En el tercer capítulo se expone la metodología, incluyendo enfoque, alcance, población, muestra, instrumento, procedimientos, análisis de información y consideraciones éticas. En el cuarto capítulo se presentan las variables y la hipótesis de trabajo. En el quinto capítulo se exponen los resultados de la encuesta y la propuesta estratégica para el sector. En el sexto capítulo se desarrolla la discusión, articulando los hallazgos con la literatura revisada. Finalmente, en los capítulos séptimo y octavo se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

En los últimos años, la gestión de proyectos ha experimentado una transformación significativa como resultado de la digitalización, la disponibilidad creciente de datos y la incorporación de tecnologías emergentes en los procesos organizacionales. A nivel internacional, la dirección de proyectos ya no se limita al cumplimiento de actividades, cronogramas, costos y entregables, sino que exige capacidades para analizar información, anticipar riesgos, optimizar recursos y tomar decisiones con mayor rapidez y precisión. En este contexto, la inteligencia artificial, el Big Data y la analítica de datos se han convertido en herramientas estratégicas para fortalecer la planeación, el seguimiento, el control y la toma de decisiones en los proyectos, especialmente en entornos productivos caracterizados por alta incertidumbre, presión competitiva y necesidad de eficiencia operativa (Project Management Institute [PMI], 2024; Zabala-Vargas et al., 2023).

Desde la perspectiva de la gerencia de proyectos, la inteligencia artificial permite apoyar procesos como la predicción de riesgos, la estimación de tiempos y costos, el análisis de información histórica, la identificación de patrones y la automatización de tareas repetitivas. Por su parte, el Big Data permite aprovechar grandes volúmenes de información generados por las organizaciones para convertirlos en insumos útiles para la toma de decisiones. Diversos estudios recientes han señalado que estas tecnologías pueden aportar valor a lo largo del ciclo de vida de los proyectos, especialmente cuando se integran con sistemas de información, capacidades humanas y procesos organizacionales definidos (Zabala-Vargas et al., 2023; Adamantiadou & Moussiades, 2025; Nenni et al., 2025).

Sin embargo, a nivel global, uno de los principales retos de las organizaciones consiste en pasar del reconocimiento del potencial de las tecnologías emergentes a su implementación real y estratégica. La apropiación de inteligencia artificial en la gestión de proyectos no depende únicamente de disponer de herramientas tecnológicas, sino también de factores organizacionales, culturales, técnicos y humanos, como la utilidad percibida, la actitud frente a la innovación, la calidad de los datos, la interoperabilidad de los sistemas y la formación del talento humano (Felicetti et al., 2024; Mohammad et al., 2024; Pereira et al., 2024).

En Colombia, la transformación digital también se ha consolidado como una prioridad para la competitividad empresarial, la productividad y el desarrollo económico. De acuerdo con el DANE, el valor agregado total de las industrias digitales en Colombia pasó de $31.428 miles de millones en 2017 a $56.892 miles de millones en 2023, lo cual evidencia una creciente participación de la economía digital en el país (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2024). Asimismo, la Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial y la Política Nacional de Inteligencia Artificial muestran que el Estado colombiano reconoce la importancia de fortalecer capacidades para el desarrollo, adopción y aprovechamiento ético y sostenible de estas tecnologías (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2019; DNP, 2025).

No obstante, aunque el país ha avanzado en políticas, mediciones e iniciativas relacionadas con transformación digital, la adopción tecnológica no se presenta de manera homogénea en todos los sectores económicos. Las empresas manufactureras tradicionales suelen enfrentar mayores dificultades para incorporar herramientas avanzadas de análisis de datos, inteligencia artificial o automatización, debido a limitaciones en infraestructura, inversión,

talento especializado, integración de sistemas y cultura organizacional orientada al uso de información (Rueda-Carvajal et al., 2025; Njah et al., 2025).

Esta problemática resulta especialmente relevante para sectores productivos tradicionales como la industria ladrillera, en los cuales los procesos de producción, logística, mantenimiento, comercialización y administración requieren coordinación permanente y toma de decisiones oportuna. En el caso colombiano, el sector ladrillero tiene importancia productiva y regional por su relación con la fabricación de materiales de construcción, el uso de recursos arcillosos y su participación en cadenas asociadas a la construcción y la infraestructura (Corporación Ambiental Empresarial [CAEM], 2015).

En el caso de Cúcuta y su área metropolitana, la industria ladrillera y cerámica ha tenido una trayectoria histórica asociada al aprovechamiento de arcillas, la producción de materiales de construcción y el desarrollo económico regional. Estudios sobre el clúster cerámico de Norte de Santander reconocen la relevancia del área metropolitana de Cúcuta dentro de la producción de unidades constructivas de arcilla cocida, así como la presencia de una estructura empresarial vinculada a este sector (Universidad Francisco de Paula Santander [UFPS], 2018). De igual forma, investigaciones sobre el sector arcillero regional han señalado oportunidades de desarrollo, pero también retos asociados con competitividad, modernización productiva, capacidades organizacionales y articulación institucional (Sánchez-Mojica et al., 2020).

En este contexto, la gestión de proyectos dentro de la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana puede estar relacionada con procesos de mejora productiva, tecnificación, mantenimiento de maquinaria, control de inventarios, optimización logística, gestión ambiental, expansión comercial, cumplimiento normativo y modernización administrativa. No obstante,

cuando estos procesos se desarrollan con bajo soporte tecnológico, información dispersa o poca integración de datos, las posibilidades de planeación, seguimiento y toma de decisiones se reducen. Esta situación coincide con la literatura sobre madurez digital, la cual plantea que antes de implementar tecnologías avanzadas es necesario diagnosticar brechas, capacidades instaladas, procesos internos y condiciones organizacionales (Zhu et al., 2024; Pereira et al., 2024).

El problema central de la presente investigación se ubica, por tanto, en la limitada claridad sobre el nivel real de apropiación de inteligencia artificial y Big Data en la gestión de proyectos de la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana, así como en la ausencia de una propuesta estratégica que oriente su implementación gradual de acuerdo con las condiciones del sector. No se trata de afirmar que las empresas ladrilleras carezcan completamente de tecnología, sino de reconocer que puede existir una brecha entre el uso de herramientas digitales básicas y la incorporación estratégica de tecnologías emergentes para fortalecer la gestión de proyectos (Zabala-Vargas et al., 2023; Zhu et al., 2024).

Entre las posibles causas de esta situación se encuentran la permanencia de esquemas administrativos tradicionales, el uso de información manual o dispersa, la ausencia de estrategias formales de transformación digital, la limitada formación del talento humano en tecnologías emergentes y las restricciones económicas para adoptar soluciones avanzadas. Estas barreras coinciden con estudios recientes sobre apropiación de inteligencia artificial y madurez digital en pequeñas y medianas empresas, donde se destaca que la adopción tecnológica depende tanto de recursos técnicos como de capacidades organizacionales, cultura digital y gestión del cambio (Felicetti et al., 2024; Pereira et al., 2024; Njah et al., 2025).

Las consecuencias de esta problemática pueden observarse en diferentes niveles. En el nivel operativo, la baja apropiación de tecnologías emergentes limita la posibilidad de hacer seguimiento oportuno a actividades, recursos, tiempos, costos y resultados de los proyectos. En el nivel administrativo, dificulta la consolidación de información confiable para apoyar la toma de decisiones. En el nivel estratégico, reduce la capacidad del sector para avanzar hacia modelos de gestión más eficientes, competitivos y basados en datos, aspecto que resulta relevante en un contexto donde la transformación digital se asocia con productividad, innovación y sostenibilidad empresarial (DANE, 2024; DNP, 2019; PMI, 2024).

Por lo anterior, resulta necesario diseñar una propuesta estratégica para la implementación gradual de inteligencia artificial y Big Data en la gestión de proyectos de la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana. Esta propuesta debe partir de un diagnóstico del estado actual de apropiación tecnológica, reconocer las condiciones de transformación digital del sector, identificar brechas organizacionales y formular estrategias viables que fortalezcan la planeación, el seguimiento y la toma de decisiones. De esta manera, la investigación no se limita a describir una situación problemática, sino que busca generar un aporte aplicado para orientar procesos de mejora en un sector productivo tradicional con relevancia regional (Zabala-Vargas et al., 2023; Zhu et al., 2024; Pereira et al., 2024).

1.2 La pregunta de investigación

¿Cómo una propuesta estratégica para la implementación de inteligencia artificial y Big Data puede contribuir al fortalecimiento de la planeación, el seguimiento y la toma de decisiones en la gestión de proyectos de la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana?

1.3 Los objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta estratégica para la implementación de inteligencia artificial y Big Data en la gestión de proyectos de la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana, orientada al fortalecimiento de la planeación, el seguimiento y la toma de decisiones.

1.3.2 Objetivos específicos

Diagnosticar el estado actual de apropiación de inteligencia artificial, Big Data y herramientas digitales en la gestión de proyectos de empresas del sector ladrillero de Cúcuta y su área metropolitana.

Caracterizar las condiciones de transformación digital, gestión de información y uso de datos en los procesos de planeación, seguimiento y toma de decisiones del sector.

Analizar el interés, disposición y principales brechas organizacionales frente a la incorporación de tecnologías emergentes en la gestión de proyectos.

Formular estrategias de implementación de inteligencia artificial y Big Data orientadas al fortalecimiento de la gestión de proyectos en la industria ladrillera.

1.4 Justificación de la investigación

La presente investigación se justifica por su aporte social, práctico, académico, metodológico, jurídico y ético, dado que aborda una problemática actual relacionada con la transformación digital, la apropiación de tecnologías emergentes y el fortalecimiento de la

gestión de proyectos en un sector productivo tradicional. En este sentido, el estudio no se limita a describir el nivel de apropiación de inteligencia artificial y Big Data en la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana, sino que busca diseñar una propuesta estratégica que permita orientar su implementación gradual de acuerdo con las capacidades, necesidades y condiciones reales del sector.

La relevancia de esta investigación se relaciona con la necesidad de que las organizaciones productivas avancen hacia modelos de gestión más eficientes, trazables y basados en datos. La transformación digital se ha convertido en un factor clave para mejorar la competitividad empresarial, la productividad y la toma de decisiones, especialmente en contextos donde los procesos aún dependen de registros dispersos, herramientas básicas o decisiones basadas principalmente en la experiencia empírica. En Colombia, el crecimiento de las industrias digitales y la formulación de políticas públicas sobre transformación digital e inteligencia artificial evidencian que estas tecnologías constituyen una prioridad para el desarrollo económico y organizacional del país (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2024; Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2019; DNP, 2025).

1.4.1 Justificación social de la investigación

Desde el punto de vista social, esta investigación resulta pertinente porque la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana hace parte de un sector productivo con incidencia en la economía regional, la generación de empleo, las cadenas de suministro de la construcción y el aprovechamiento de recursos arcillosos del territorio. La actividad ladrillera y cerámica ha tenido históricamente una presencia significativa en Norte de Santander, especialmente por su relación

con la fabricación de materiales de construcción, el desarrollo de unidades productivas locales y la dinámica económica asociada al sector de la construcción (Corporación Ambiental Empresarial [CAEM], 2015; Universidad Francisco de Paula Santander [UFPS], 2018).

En este contexto, fortalecer la gestión de proyectos de las empresas ladrilleras mediante el uso gradual de inteligencia artificial, Big Data y analítica de datos puede generar beneficios que trascienden el ámbito empresarial. Una mejor planeación, seguimiento y toma de decisiones puede contribuir a optimizar recursos, reducir ineficiencias, mejorar la capacidad de respuesta frente al mercado y favorecer procesos de modernización productiva. Estos elementos son relevantes en sectores tradicionales que enfrentan retos de competitividad, sostenibilidad y adaptación tecnológica en un entorno cada vez más digitalizado (Rueda-Carvajal et al., 2025; Njah et al., 2025).

Asimismo, el aporte social de la investigación se relaciona con la posibilidad de cerrar brechas tecnológicas en un sector que puede presentar limitaciones en infraestructura digital, formación del talento humano y uso estratégico de información. Al proponer estrategias ajustadas a la realidad del sector ladrillero, el estudio puede orientar acciones de formación, apropiación tecnológica y mejora organizacional que beneficien tanto a las empresas como a sus trabajadores y al entorno regional. De esta manera, la investigación contribuye a promover una transformación digital más incluyente, gradual y contextualizada, evitando que las tecnologías emergentes sean entendidas únicamente como recursos disponibles para sectores altamente digitalizados o grandes organizaciones (Pereira et al., 2024; Zhu et al., 2024).

1.4.2 Justificación práctica y académica de la investigación

Desde el punto de vista práctico, la investigación se justifica porque la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana requiere fortalecer sus capacidades de gestión en un contexto donde la competitividad depende cada vez más del uso oportuno de información, del seguimiento de procesos y de la toma de decisiones basada en evidencia. La propuesta estratégica que se plantea en este trabajo puede servir como una guía inicial para que las empresas del sector identifiquen oportunidades de mejora en la planeación, el control de actividades, la gestión de datos, la trazabilidad de proyectos y la incorporación gradual de herramientas digitales.

La utilidad práctica del estudio radica en que no se propone una implementación tecnológica abstracta o desconectada de la realidad empresarial, sino una propuesta basada en el diagnóstico del nivel de apropiación tecnológica del sector. Esto permite reconocer brechas, capacidades instaladas, necesidades de formación, condiciones de transformación digital y disposición organizacional frente al uso de inteligencia artificial y Big Data. En ese sentido, la investigación puede aportar insumos para orientar futuras estrategias de capacitación, digitalización, fortalecimiento de sistemas de información y mejora en la gestión de proyectos, en coherencia con la necesidad de adoptar tecnologías emergentes de manera gradual y estratégica (Project Management Institute [PMI], 2024; Zabala-Vargas et al., 2023).

Desde el punto de vista académico, el trabajo contribuye al campo de la Gerencia de Proyectos al relacionar la gestión tradicional de proyectos con los desafíos contemporáneos de la transformación digital. Actualmente, la dirección de proyectos no solo exige planear, ejecutar y controlar actividades, sino también gestionar información, analizar datos, anticipar riesgos y apoyar decisiones estratégicas. En esa medida, estudiar la inteligencia artificial y el Big Data en

un sector manufacturero tradicional permite ampliar la discusión académica sobre la aplicación de tecnologías emergentes en contextos productivos regionales, más allá de sectores altamente tecnificados o digitalizados (Zabala-Vargas et al., 2023; Adamantiadou & Moussiades, 2025).

Desde el punto de vista metodológico, la investigación se justifica porque utiliza como base un instrumento orientado a identificar el nivel de apropiación de tecnologías emergentes en la gestión de proyectos de las organizaciones. Este instrumento permite recoger información relacionada con caracterización empresarial, estrategia de transformación digital, uso de sistemas de información, análisis de datos, infraestructura, seguridad, procesos organizacionales e interés frente a tecnologías asociadas con la Industria 4.0. Por tanto, ofrece una base pertinente para describir tendencias, organizar variables, analizar resultados y formular estrategias alineadas con las necesidades reales del sector.

Además, el enfoque cuantitativo y el alcance descriptivo permiten estructurar la información recolectada mediante frecuencias, porcentajes, tablas y gráficos, lo cual facilita identificar patrones de comportamiento y niveles de apropiación tecnológica. Esta orientación metodológica es coherente con el propósito de diseñar una propuesta estratégica, ya que permite fundamentar las estrategias no solo en referentes teóricos, sino también en los datos obtenidos a partir de la encuesta aplicada. En consecuencia, el estudio aporta una ruta metodológica útil para futuras investigaciones que busquen analizar la apropiación de inteligencia artificial, Big Data y tecnologías digitales en otros sectores productivos de la región.

1.4.3 Justificación jurídica y ética de la investigación

Desde el punto de vista jurídico, la presente investigación se encuentra alineada con el marco normativo colombiano relacionado con la transformación digital, el uso estratégico de las tecnologías de la información, la inteligencia artificial y la protección de datos personales. En primer lugar, la Ley 1341 de 2009 estableció principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Colombia, reconociendo su importancia para el desarrollo económico y social. Posteriormente, la Ley 1978 de 2019 modernizó el sector TIC y fortaleció su orientación hacia la conectividad, la innovación y la transformación digital (Ley 1341 de 2009; Ley 1978 de 2019).

De igual manera, la Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial, formulada mediante el CONPES 3975 de 2019, y la Política Nacional de Inteligencia Artificial, establecida mediante el CONPES 4144 de 2025, evidencian que el país ha definido lineamientos para promover el desarrollo, adopción y aprovechamiento responsable de tecnologías digitales e inteligencia artificial. En consecuencia, el presente estudio se articula con prioridades nacionales orientadas al fortalecimiento de capacidades digitales, la innovación empresarial y el uso estratégico de los datos en organizaciones públicas y privadas (DNP, 2019; DNP, 2025).

Desde el punto de vista ético, la investigación implica la recolección y análisis de información suministrada por representantes de empresas del sector ladrillero, por lo que debe garantizarse el respeto por la confidencialidad, el consentimiento informado y el uso exclusivamente académico de los datos recolectados. En este sentido, la Ley 1581 de 2012 establece el régimen general de protección de datos personales en Colombia, mientras que el

Decreto 1377 de 2013 reglamenta aspectos relacionados con la autorización, finalidad, circulación restringida y deberes de los responsables del tratamiento de datos (Ley 1581 de 2012; Decreto 1377 de 2013).

Por ello, la aplicación del instrumento de recolección de información debe realizarse bajo criterios de voluntariedad, anonimato, confidencialidad y transparencia. Los datos obtenidos serán utilizados únicamente con fines académicos e investigativos, sin revelar información sensible de las empresas o de los participantes. De esta manera, la investigación no solo se justifica por su pertinencia social, práctica y académica, sino también por su compromiso con el uso responsable de la información y con el cumplimiento de los principios éticos aplicables a procesos investigativos en contextos organizacionales.

2. MARCO DE REFERENCIA

El marco de referencia de la presente investigación reúne los antecedentes, fundamentos teóricos y elementos normativos que permiten comprender la relación entre inteligencia artificial, Big Data, transformación digital y gestión de proyectos en el contexto de la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana. A partir de la literatura reciente, se reconoce que estas tecnologías emergentes pueden fortalecer la planeación, el seguimiento, la trazabilidad, la gestión del riesgo y la toma de decisiones en proyectos, siempre que su implementación esté acompañada por capacidades organizacionales, infraestructura tecnológica, calidad de datos y formación del talento humano (Project Management Institute [PMI], 2024; Zabala-Vargas et al., 2023; Zhu et al., 2024; Pereira et al., 2024). En este sentido, el capítulo se estructura en tres apartados: marco de antecedentes, marco teórico y marco normativo.

2.1 Marco de Antecedentes

Para el desarrollo de este apartado se revisaron investigaciones recientes relacionadas con inteligencia artificial, Big Data, analítica de datos, transformación digital, madurez tecnológica y gestión de proyectos. La búsqueda se orientó principalmente hacia estudios publicados entre 2023 y 2025, debido a la actualidad del tema y a la necesidad de trabajar literatura reciente sobre tecnologías emergentes. Asimismo, se priorizaron investigaciones vinculadas con sectores productivos, construcción, manufactura, pequeñas y medianas empresas y contextos organizacionales donde la adopción tecnológica representa un reto para la planeación, el seguimiento y la toma de decisiones.

En primer lugar, Zabala-Vargas, Jaimes-Quintanilla y Jiménez-Barrera (2023) desarrollaron una revisión sistemática sobre el uso de Big Data, ciencia de datos e inteligencia artificial en la gestión de proyectos dentro de la industria AEC. Los autores plantean que el alto volumen de información generado durante el ciclo de vida de los proyectos se ha convertido en un desafío para las organizaciones, especialmente cuando no existen capacidades suficientes para recolectar, procesar e interpretar los datos disponibles. Su estudio concluye que el Big Data, la ciencia de datos y la inteligencia artificial pueden convertirse en herramientas relevantes para mejorar la toma de decisiones, la trazabilidad, la planeación y el control en los proyectos. Este antecedente resulta importante para la presente investigación porque conecta directamente las tecnologías emergentes con la gestión de información y la optimización de procesos de gestión de proyectos en sectores productivos.

De manera complementaria, Zabala-Vargas et al. (2023) abordaron el uso del Big Data en la gestión de proyectos de construcción en el contexto del nororiente colombiano. En este estudio se destaca que los retrasos, sobrecostos, dificultades de seguimiento y problemas de gestión del riesgo continúan siendo situaciones frecuentes en proyectos de construcción, por lo que el uso de datos y herramientas analíticas puede aportar valor a la toma de decisiones. Aunque la investigación se desarrolla en el sector construcción, su aporte es pertinente para el presente trabajo porque evidencia que en el contexto regional colombiano ya existe interés académico por diagnosticar y fortalecer la adopción de tecnologías basadas en datos para mejorar la gestión de proyectos. Además, su cercanía territorial con Norte de Santander permite establecer una relación con la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana.

Posteriormente, Felicetti et al. (2024) analizaron la apropiación de chatbots generativos por parte de gerentes de proyecto. A partir de una encuesta aplicada a profesionales, los autores identificaron que la adopción de herramientas de inteligencia artificial no depende únicamente de la disponibilidad tecnológica, sino también de factores como la actitud frente a la innovación, la influencia de pares, la utilidad percibida y el ajuste entre la tecnología y las tareas del usuario. Este antecedente aporta a la presente investigación porque permite comprender que la implementación de inteligencia artificial en gestión de proyectos requiere condiciones organizacionales, culturales y humanas, no solo la adquisición de herramientas digitales.

En la misma línea, Fonseca et al. (2024) estudiaron la digitalización como una alternativa para enfrentar problemas estructurales en sectores productivos vinculados con la construcción, tales como baja productividad, baja inversión en innovación, deficiencias de gestión y dificultades de coordinación. Los autores plantean que la transformación digital puede contribuir a mejorar la eficiencia, la integración de procesos y la capacidad de respuesta organizacional. Este antecedente es útil para la investigación porque permite relacionar la digitalización con la modernización de sectores tradicionales, como la industria ladrillera, donde la gestión de proyectos puede fortalecerse mediante el uso más estratégico de información, herramientas digitales y datos.

Por su parte, Mohammad et al. (2024) realizaron una revisión sobre los desafíos de integrar inteligencia artificial en la planeación de proyectos de software. Aunque su campo de análisis se centra en proyectos tecnológicos, los hallazgos son transferibles a otros sectores, ya que identifican barreras como la escasez de datos confiables, los altos costos de implementación, la necesidad de talento especializado, la interoperabilidad de sistemas y la resistencia

organizacional al cambio. Este estudio resulta pertinente porque muestra que la adopción de inteligencia artificial no es automática ni inmediata, sino que requiere capacidades previas de gestión, infraestructura, calidad de datos y formación del personal.

Asimismo, Pereira et al. (2024) analizaron las capacidades requeridas para la adopción de inteligencia artificial en pequeñas y medianas empresas. Los autores señalan que la infraestructura tecnológica, la disponibilidad de datos, la cultura organizacional, las competencias internas y la claridad estratégica son factores determinantes para lograr una apropiación efectiva de estas tecnologías. Este antecedente aporta al presente estudio porque la industria ladrillera puede incluir empresas con estructuras administrativas y tecnológicas limitadas, por lo que cualquier propuesta de implementación de inteligencia artificial y Big Data debe considerar la madurez real del sector, sus restricciones y sus capacidades instaladas.

De igual forma, Zhu et al. (2024) propusieron un modelo de evaluación de madurez digital para empresas del sector construcción, basado en dimensiones relacionadas con estrategia, tecnología, procesos, gestión organizacional y capacidades digitales. Los autores sostienen que medir la madurez digital permite identificar brechas, orientar acciones de mejora y establecer rutas de transformación más ajustadas a la realidad de cada organización. Este antecedente resulta clave para la presente investigación, debido a que respalda la necesidad de diagnosticar primero el nivel de apropiación tecnológica antes de formular estrategias de implementación de inteligencia artificial y Big Data en la gestión de proyectos.

Más recientemente, Adamantiadou y Moussiades (2025) realizaron una revisión sistemática sobre la inteligencia artificial aplicada a la gestión de proyectos. En su estudio identificaron aplicaciones recurrentes de la IA en áreas como estimación de costos, predicción de

duración, evaluación de riesgos, automatización de tareas y apoyo a la toma de decisiones. Este antecedente fortalece la base teórica de la presente investigación, ya que evidencia que la inteligencia artificial tiene potencial para mejorar procesos fundamentales de la gerencia de proyectos, especialmente en lo relacionado con planeación, seguimiento y anticipación de desviaciones.

En el ámbito de la construcción e infraestructura, Chen et al. (2025) desarrollaron una revisión crítica sobre el uso de inteligencia artificial en proyectos de infraestructura. Los autores destacan que la IA puede contribuir a enfrentar problemas como baja productividad, accidentes laborales, ineficiencias operativas y limitaciones en la gestión de recursos; sin embargo, también señalan retos asociados con la estandarización de datos, la integración tecnológica y la ampliación de aplicaciones prácticas. Este antecedente es relevante porque permite comprender que los beneficios de la inteligencia artificial dependen de condiciones previas relacionadas con datos, procesos y capacidades organizacionales, elementos que también son necesarios en sectores manufactureros tradicionales.

Desde la perspectiva de la gestión del riesgo, Nenni et al. (2025) analizaron cómo la inteligencia artificial puede transformar la identificación, seguimiento y tratamiento de riesgos a lo largo del ciclo de vida de los proyectos. Su estudio muestra que las metodologías apoyadas en IA pueden fortalecer la capacidad de anticipación y respuesta de las organizaciones, especialmente cuando se dispone de información suficiente para alimentar los modelos de análisis. Este antecedente se relaciona con la presente investigación porque una de las oportunidades de mejora en la gestión de proyectos del sector ladrillero puede estar asociada con la capacidad de anticipar desviaciones, controlar recursos y tomar decisiones más preventivas.

Por otro lado, Rueda-Carvajal et al. (2025) estudiaron los retos de la Industria 4.0 y 5.0 en América Latina, señalando que la región enfrenta brechas importantes frente a economías más avanzadas, especialmente en infraestructura, formación, capacidades tecnológicas y políticas de apoyo a la transformación digital. Los autores resaltan que las pequeñas y medianas empresas tienen un papel central en la economía latinoamericana, pero suelen presentar mayores dificultades para adoptar tecnologías emergentes. Este antecedente es pertinente porque ubica la problemática de la industria ladrillera dentro de un contexto regional más amplio, donde la apropiación tecnológica requiere estrategias graduales, formación y acompañamiento.

Finalmente, Njah et al. (2025) desarrollaron un modelo de madurez digital para pequeñas y medianas empresas manufactureras, destacando que este tipo de organizaciones enfrenta desafíos específicos frente a la transformación digital, entre ellos restricciones financieras, falta de habilidades digitales, dependencia de procesos operativos tradicionales y limitada capacidad para integrar nuevas tecnologías. Este estudio resulta especialmente valioso para la presente investigación porque se relaciona directamente con empresas manufactureras y permite entender por qué sectores como el ladrillero pueden avanzar más lentamente en la adopción de inteligencia artificial, Big Data y analítica de datos, aun cuando estas tecnologías puedan aportar a la productividad y competitividad.

En conjunto, los antecedentes revisados permiten identificar cuatro tendencias relevantes para esta investigación. La primera es el crecimiento del interés académico por integrar inteligencia artificial, Big Data y analítica de datos en la gestión de proyectos. La segunda es que estas tecnologías tienen mayor potencial en procesos de planeación, seguimiento, gestión del riesgo, trazabilidad y toma de decisiones. La tercera es que la adopción tecnológica depende de

factores organizacionales, humanos, técnicos, culturales y económicos, por lo que no basta con disponer de herramientas digitales. La cuarta es que medir la madurez digital y el nivel de apropiación tecnológica constituye un paso previo necesario para formular propuestas realistas. Por ello, estos antecedentes sustentan la necesidad de diseñar una propuesta estratégica para la implementación gradual de inteligencia artificial y Big Data en la gestión de proyectos de la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Gestión de proyectos

La gestión de proyectos puede entenderse como la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas orientadas al cumplimiento de objetivos específicos dentro de restricciones de alcance, tiempo, costo, calidad, recursos y riesgo. Desde esta perspectiva, un proyecto no se limita a la ejecución de actividades aisladas, sino que constituye un esfuerzo temporal dirigido a generar un resultado, producto o servicio particular, por lo que requiere procesos de planeación, seguimiento, control y toma de decisiones durante su ciclo de vida (Project Management Institute [PMI], 2021).

En el contexto actual, la gestión de proyectos ha dejado de depender únicamente de cronogramas, presupuestos y entregables, para incorporar nuevas capacidades asociadas con el uso de información, la analítica de datos, la gestión del cambio y la generación de valor estratégico. El PMI ha señalado que la profesión está siendo impactada por la transformación digital, la inteligencia artificial y la necesidad de que los equipos de proyecto desarrollen

habilidades para trabajar con información compleja, tomar decisiones oportunas y responder a entornos cambiantes (PMI, 2024).

Para efectos de la presente investigación, la gestión de proyectos se comprende como una capacidad organizacional que permite planear, coordinar, monitorear y mejorar procesos relacionados con tecnificación, mantenimiento, producción, logística, expansión, transformación digital y toma de decisiones dentro de la industria ladrillera. Esta interpretación es pertinente porque en sectores manufactureros tradicionales muchos procesos de mejora se desarrollan bajo lógica de proyecto, aunque no siempre se gestionen mediante metodologías formales o sistemas especializados (Zabala-Vargas et al., 2023).

2.2.2 Inteligencia artificial

La inteligencia artificial puede definirse como el conjunto de técnicas, sistemas y modelos computacionales capaces de ejecutar tareas asociadas con capacidades humanas, tales como el reconocimiento de patrones, la clasificación de información, la predicción, el aprendizaje automático, la generación de contenido y el apoyo a la toma de decisiones. En el ámbito organizacional, la IA se ha convertido en una tecnología emergente con potencial para transformar procesos administrativos, productivos y estratégicos, especialmente cuando se articula con datos confiables y objetivos claros de gestión (DNP, 2025; Pereira et al., 2024).

En la gestión de proyectos, la inteligencia artificial puede aportar a la estimación de tiempos y costos, la identificación temprana de riesgos, el análisis de desviaciones, la priorización de actividades, la automatización de tareas repetitivas y el fortalecimiento de la toma de decisiones. Estudios recientes señalan que la IA no debe entenderse como sustituto del

criterio humano, sino como una herramienta de apoyo que permite mejorar la precisión, velocidad y trazabilidad de los procesos de análisis en la dirección de proyectos (Adamantiadou & Moussiades, 2025; Nenni et al., 2025).

Sin embargo, la adopción de inteligencia artificial no depende únicamente de adquirir herramientas tecnológicas. Su implementación exige condiciones previas como disponibilidad y calidad de datos, integración de sistemas, talento humano capacitado, claridad estratégica y cultura organizacional orientada al uso de información. Por ello, en sectores productivos tradicionales, como la industria ladrillera, la IA debe abordarse desde una perspectiva gradual y contextualizada, considerando las capacidades reales de las empresas y sus niveles de madurez digital (Felicetti et al., 2024; Mohammad et al., 2024; Pereira et al., 2024).

2.2.3 Big Data y analítica de datos

El Big Data hace referencia al manejo, procesamiento y análisis de grandes volúmenes de datos caracterizados por su variedad, velocidad, volumen y complejidad. Su valor no se encuentra únicamente en la acumulación de información, sino en la capacidad de transformar datos dispersos en conocimiento útil para la toma de decisiones. En este sentido, el Big Data se relaciona directamente con la analítica de datos, entendida como el proceso mediante el cual la información es recolectada, depurada, organizada, interpretada y convertida en insumos para la gestión organizacional (Zabala-Vargas et al., 2023).

En la gestión de proyectos, el Big Data y la analítica de datos pueden contribuir al seguimiento de actividades, control de recursos, análisis de desempeño, detección de desviaciones, evaluación de riesgos y generación de indicadores. Estas capacidades son

relevantes porque permiten pasar de una gestión basada en percepciones o registros aislados a una gestión apoyada en evidencia, trazabilidad y lectura sistemática de información. En proyectos de construcción y sectores productivos, la literatura ha señalado que el uso de datos puede mejorar la planeación, el control y la toma de decisiones durante el ciclo de vida del proyecto (Zabala-Vargas et al., 2023; Chen et al., 2025).

Para la presente investigación, el Big Data no se entiende únicamente como el uso de grandes plataformas tecnológicas, sino como una capacidad progresiva para organizar, integrar y aprovechar la información generada por las empresas ladrilleras. Esto incluye registros de producción, inventarios, mantenimiento, ventas, tiempos, costos, procesos administrativos, indicadores de calidad y datos relacionados con proyectos de mejora. En consecuencia, el Big Data y la analítica de datos pueden convertirse en herramientas estratégicas para fortalecer la gestión de proyectos si se articulan con procesos claros, personal capacitado y sistemas de información adecuados (Zhu et al., 2024; Njah et al., 2025).

2.2.4 Transformación digital

La transformación digital se refiere a la incorporación estratégica de tecnologías digitales en los procesos, modelos de gestión, cultura organizacional y formas de toma de decisiones de una organización. No se limita al uso de software o herramientas tecnológicas, sino que implica cambios en la manera como las empresas generan, procesan y utilizan información para mejorar su eficiencia, competitividad, innovación y capacidad de respuesta frente al entorno (DNP, 2019; PMI, 2024).

En Colombia, la transformación digital ha sido reconocida como una prioridad para el desarrollo empresarial y económico. La Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial plantea la necesidad de fortalecer capacidades digitales en organizaciones públicas y privadas, promover el uso estratégico de datos y facilitar la adopción de tecnologías emergentes en diferentes sectores productivos (DNP, 2019). De igual forma, el crecimiento de las industrias digitales en el país evidencia que la digitalización se ha convertido en un componente cada vez más relevante para la productividad y la competitividad empresarial (DANE, 2024).

En sectores manufactureros tradicionales, la transformación digital puede representar una oportunidad para mejorar la eficiencia operativa, integrar información, reducir reprocesos, fortalecer la trazabilidad y apoyar decisiones más oportunas. No obstante, su avance suele enfrentar barreras relacionadas con inversión limitada, baja formación digital, infraestructura insuficiente y resistencia al cambio. Por ello, cualquier propuesta de transformación digital en la industria ladrillera debe partir de un diagnóstico del estado actual de apropiación tecnológica y de las condiciones reales del sector (Rueda-Carvajal et al., 2025; Njah et al., 2025).

2.2.5 Madurez tecnológica y apropiación digital

La madurez tecnológica o madurez digital se refiere al nivel de desarrollo que tiene una organización frente a la adopción, integración y aprovechamiento de tecnologías digitales en sus procesos. Este concepto permite identificar si una empresa se encuentra en una etapa inicial, intermedia o avanzada de transformación digital, así como reconocer sus brechas, capacidades y oportunidades de mejora. Los modelos de madurez digital son útiles porque permiten evaluar

dimensiones como estrategia, infraestructura, procesos, cultura, talento humano, gestión de datos e innovación (Zhu et al., 2024).

La apropiación tecnológica, por su parte, no se limita al acceso a herramientas digitales, sino que implica su uso efectivo, comprensión, adaptación e integración dentro de las prácticas organizacionales. Una empresa puede tener acceso a computadores, hojas de cálculo o sistemas básicos, pero eso no necesariamente significa que haya apropiado tecnologías emergentes como inteligencia artificial o Big Data. La apropiación requiere que las herramientas sean comprendidas, utilizadas y articuladas con objetivos organizacionales concretos (Felicetti et al., 2024; Pereira et al., 2024).

En la presente investigación, la madurez tecnológica y la apropiación digital son conceptos centrales porque permiten analizar el estado actual de la industria ladrillera frente al uso de inteligencia artificial, Big Data, sistemas de información y analítica de datos. Este diagnóstico es necesario para evitar propuestas descontextualizadas y formular estrategias graduales, viables y ajustadas a las capacidades reales del sector. En este sentido, medir la madurez digital constituye un paso previo para orientar procesos de implementación tecnológica con mayor pertinencia (Zhu et al., 2024; Njah et al., 2025).

2.2.6 Toma de decisiones basada en datos

La toma de decisiones basada en datos consiste en utilizar información organizada, verificable y analizada como fundamento para seleccionar alternativas, priorizar acciones y orientar recursos dentro de una organización. En la gestión de proyectos, esta capacidad resulta fundamental porque permite evaluar avances, anticipar riesgos, controlar desviaciones, analizar

indicadores y mejorar la planeación. De esta manera, los datos dejan de ser simples registros administrativos y se convierten en insumos estratégicos para la dirección y control de proyectos (Zabala-Vargas et al., 2023; PMI, 2024).

El uso de inteligencia artificial y Big Data puede fortalecer la toma de decisiones al permitir el análisis de grandes volúmenes de información, la identificación de patrones, la generación de alertas tempranas y la construcción de escenarios de mejora. Sin embargo, para que esto ocurra, las organizaciones deben contar con datos confiables, procesos definidos, criterios de análisis y capacidades humanas para interpretar los resultados. La literatura reciente advierte que la tecnología por sí sola no garantiza mejores decisiones si no existe una cultura organizacional orientada al uso estratégico de la información (Mohammad et al., 2024; Pereira et al., 2024).

En el caso de la industria ladrillera, la toma de decisiones basada en datos puede aportar a procesos como programación de producción, mantenimiento de maquinaria, gestión de inventarios, control de costos, seguimiento de proyectos de mejora, cumplimiento normativo y evaluación de desempeño. Por ello, incorporar progresivamente herramientas de IA y Big Data puede contribuir a que las empresas del sector pasen de decisiones reactivas o empíricas a decisiones más preventivas, trazables y fundamentadas en evidencia.

2.2.7 Relación entre IA, Big Data y optimización de la gestión de proyectos

La relación entre inteligencia artificial, Big Data y optimización de la gestión de proyectos se fundamenta en la capacidad de estas tecnologías para mejorar la planeación, el seguimiento, el control y la toma de decisiones. La inteligencia artificial permite automatizar

análisis, identificar patrones, apoyar predicciones y anticipar riesgos; mientras que el Big Data y la analítica de datos permiten organizar y convertir información en conocimiento útil para la gestión. En conjunto, estas tecnologías pueden fortalecer la eficiencia, la trazabilidad y la capacidad de respuesta de las organizaciones (Adamantiadou & Moussiades, 2025; Zabala-Vargas et al., 2023).

No obstante, la optimización de la gestión de proyectos no debe entenderse únicamente como la incorporación de herramientas digitales, sino como el mejoramiento de las capacidades organizacionales para planear, ejecutar, monitorear y decidir de manera más estructurada. Por esta razón, la implementación de IA y Big Data requiere estrategias que contemplen diagnóstico, formación, gestión de datos, selección de herramientas, indicadores, recursos y seguimiento. Este enfoque es especialmente importante en sectores productivos tradicionales, donde las brechas tecnológicas pueden requerir procesos de adopción gradual (Pereira et al., 2024; Zhu et al., 2024).

Desde esta perspectiva, la presente investigación asume que la implementación de inteligencia artificial y Big Data en la industria ladrillera debe partir de una propuesta estratégica, no de una incorporación improvisada de tecnología. Dicha propuesta debe considerar las condiciones actuales del sector, los resultados del diagnóstico, las capacidades de las empresas, las necesidades de formación y las oportunidades de mejora en la gestión de proyectos. Así, la relación entre tecnologías emergentes y optimización se entiende como un proceso progresivo orientado a fortalecer la planeación, el seguimiento y la toma de decisiones.

2.3 Marco normativo

El marco normativo de la presente investigación se fundamenta en disposiciones legales y documentos de política pública relacionados con las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, la transformación digital, la inteligencia artificial y la protección de datos personales en Colombia. Estos elementos resultan pertinentes porque el estudio aborda la implementación gradual de inteligencia artificial y Big Data en la gestión de proyectos de empresas del sector ladrillero, lo cual implica tanto el uso estratégico de tecnologías digitales como el tratamiento responsable de información suministrada por representantes de organizaciones productivas.

En primer lugar, la Ley 1341 de 2009 constituye un referente normativo general para comprender el papel de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Colombia. Esta ley definió principios y conceptos sobre la sociedad de la información y organizó el sector TIC, reconociendo la importancia de estas tecnologías para el desarrollo económico, social y productivo del país (Ley 1341 de 2009). En el contexto de esta investigación, dicha norma es relevante porque la incorporación de herramientas digitales, sistemas de información, analítica de datos, inteligencia artificial y Big Data en la gestión de proyectos se relaciona directamente con el fortalecimiento de capacidades tecnológicas en las organizaciones.

Posteriormente, la Ley 1978 de 2019 modernizó el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, distribuyó competencias institucionales y fortaleció las condiciones para promover conectividad, inversión, innovación y transformación digital en el país (Ley 1978 de 2019). Esta norma aporta al estudio porque respalda la necesidad de que los sectores productivos avancen en procesos de modernización tecnológica y apropiación digital,

especialmente aquellos que, como la industria ladrillera, pertenecen a actividades manufactureras tradicionales y pueden presentar brechas en infraestructura, talento humano y uso estratégico de información.

Desde el ámbito de la política pública, el Documento CONPES 3975 de 2019 formuló la Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial. Este documento reconoce la necesidad de potenciar la generación de valor social y económico mediante el uso estratégico de tecnologías digitales, así como de fortalecer capacidades para la innovación, la productividad y la adopción tecnológica en diferentes sectores del país (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2019). Para la presente investigación, este CONPES es fundamental porque vincula directamente la transformación digital y la inteligencia artificial con la competitividad empresarial, la toma de decisiones y el desarrollo organizacional.

De manera complementaria, el Documento CONPES 4144 de 2025 estableció la Política Nacional de Inteligencia Artificial, orientada a generar capacidades para la investigación, desarrollo, adopción y aprovechamiento ético y sostenible de sistemas de IA en Colombia (DNP, 2025). Su relevancia para este trabajo radica en que sitúa la inteligencia artificial como una prioridad estratégica nacional y reconoce su potencial para impulsar la transformación social y económica. En este sentido, la propuesta estratégica planteada para la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana se articula con los lineamientos nacionales que promueven una adopción responsable, gradual y contextualizada de la inteligencia artificial.

En cuanto al tratamiento de información, la Ley 1581 de 2012 establece el régimen general de protección de datos personales en Colombia. Esta norma desarrolla el derecho que tienen las personas a conocer, actualizar y rectificar la información que se haya recogido sobre

ellas en bases de datos o archivos, y define principios como legalidad, finalidad, libertad, veracidad, transparencia, acceso restringido, seguridad y confidencialidad (Ley 1581 de 2012). En el marco de esta investigación, su aplicación es necesaria porque el estudio utiliza información recolectada mediante encuesta a representantes de empresas del sector ladrillero, por lo que debe garantizarse el uso académico, confidencial y responsable de los datos.

Asimismo, el Decreto 1377 de 2013 reglamentó parcialmente la Ley 1581 de 2012 y precisó aspectos relacionados con la autorización del titular, el deber de informar, las políticas de tratamiento de datos y las condiciones para el manejo de información personal (Decreto 1377 de 2013). Este decreto respalda la necesidad de aplicar consentimiento informado, explicar la finalidad de la investigación, proteger la identidad de los participantes y evitar la divulgación de información sensible de las empresas consultadas. Por tanto, su inclusión en el marco normativo fortalece el componente ético y metodológico del estudio.

En conjunto, estas normas y políticas públicas permiten sustentar la investigación desde dos perspectivas principales. Por un lado, respaldan la pertinencia de estudiar la transformación digital, la inteligencia artificial y el Big Data como herramientas para fortalecer la gestión de proyectos en sectores productivos. Por otro lado, establecen criterios legales y éticos para el tratamiento de la información recolectada durante el proceso investigativo. De esta manera, el estudio se articula con el marco colombiano vigente sobre modernización tecnológica, inteligencia artificial, gestión de datos y protección de la información.

3. METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló con el propósito de diseñar una propuesta estratégica para la implementación gradual de inteligencia artificial y Big Data en la gestión de proyectos de la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana. Para ello, se definió una ruta metodológica orientada a diagnosticar el nivel de apropiación tecnológica del sector, caracterizar sus condiciones de transformación digital, identificar brechas frente al uso de datos y formular estrategias de mejora ajustadas a sus capacidades reales. En este capítulo se presentan el enfoque de investigación, el alcance, la población y muestra, el instrumento utilizado, el procedimiento de aplicación, el análisis de información y las consideraciones éticas del estudio.

3.1 Enfoque de la investigación

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, dado que permitió recolectar, organizar y analizar información mediante variables observables, preguntas cerradas, escalas de valoración y análisis estadístico descriptivo. Este enfoque resultó pertinente porque el estudio buscó medir el nivel de apropiación de inteligencia artificial, Big Data y herramientas digitales en la gestión de proyectos de empresas del sector ladrillero, a partir de datos comparables y susceptibles de ser presentados mediante frecuencias, porcentajes, tablas y gráficos.

De acuerdo con Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista-Lucio (2014), el enfoque cuantitativo permite analizar fenómenos mediante la medición de variables y el uso de procedimientos estadísticos, con el fin de describir comportamientos, tendencias o relaciones

dentro de una población determinada. En este caso, el enfoque fue coherente con el uso de una encuesta estructurada como instrumento principal, orientada a caracterizar el estado actual del sector frente a la transformación digital, el uso de información, la apropiación tecnológica y la disposición hacia tecnologías emergentes.

3.1.1. Alcance de la investigación

El alcance de la investigación fue descriptivo, ya que el estudio no buscó establecer relaciones causales ni desarrollar una intervención experimental, sino identificar, caracterizar y analizar el estado actual de apropiación de inteligencia artificial y Big Data en la gestión de proyectos de empresas ladrilleras de Cúcuta y su área metropolitana. Según Hernández-Sampieri et al. (2014), los estudios descriptivos permiten especificar propiedades, características y perfiles de personas, grupos, organizaciones, procesos o fenómenos sometidos a análisis.

Desde el punto de vista temporal, la investigación se desarrolló entre marzo de 2025 y mayo de 2026, periodo que comprende el inicio del proceso investigativo en Investigación I, la construcción del planteamiento del problema, la revisión documental, el diseño metodológico, la aplicación del instrumento, el análisis de resultados y el cierre del trabajo en Investigación II.

Desde el punto de vista espacial, el estudio se delimitó a la industria ladrillera ubicada en Cúcuta y su área metropolitana, incluyendo empresas dedicadas a la producción de ladrillo, bloques cerámicos y materiales afines derivados de arcilla. Esta delimitación permitió concentrar el análisis en un sector productivo tradicional con relevancia regional, en el cual la gestión de proyectos puede estar asociada a procesos de producción, mantenimiento, mejora operativa, tecnificación, logística, expansión, cumplimiento normativo y transformación digital.

Desde el punto de vista temático, la investigación se centró en la relación entre inteligencia artificial, Big Data, transformación digital y gestión de proyectos. De manera específica, se abordaron temas relacionados con el uso de herramientas digitales, gestión de información, análisis de datos, apropiación tecnológica, madurez digital, infraestructura, seguridad, procesos organizacionales y disposición estratégica frente a tecnologías emergentes. La relevancia de este alcance radica en que permitió formular una propuesta estratégica orientada al fortalecimiento de la planeación, el seguimiento y la toma de decisiones en el sector ladrillero.

3.2 Población y muestra

3.2.1 ***Definición de la población***

La población objeto de estudio estuvo conformada por empresas de la industria ladrillera ubicadas en Cúcuta y su área metropolitana. Para efectos de esta investigación, se entendieron como empresas ladrilleras aquellas organizaciones dedicadas a la producción de ladrillos, bloques cerámicos, materiales de arcilla cocida y productos afines utilizados en construcción.

La unidad de análisis correspondió a la información suministrada por representantes de dichas empresas, preferiblemente personas con conocimiento sobre procesos administrativos, productivos, tecnológicos, operativos o de toma de decisiones. Por esta razón, se priorizó la participación de propietarios, gerentes, coordinadores administrativos, responsables de producción, encargados de sistemas, jefes de área o personas vinculadas con funciones de planeación, seguimiento y control de procesos.

3.2.2 Cálculo y selección de la muestra

La muestra se seleccionó mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a que no se contó con un directorio público, único, actualizado y depurado de empresas ladrilleras activas en Cúcuta y su área metropolitana que permitiera aplicar un muestreo probabilístico estricto. Por tanto, se trabajó con empresas que cumplían los criterios de inclusión definidos y que aceptaron participar voluntariamente en el estudio.

Como referente técnico, se consideró una población aproximada de 20 empresas activas del sector ladrillero en el área de estudio. Bajo un nivel de confianza del 95 %, un margen de error del 10 % y máxima variabilidad esperada, el tamaño muestral de referencia para población finita fue de 17 empresas. Sin embargo, debido al carácter académico, descriptivo y sectorial del estudio, se estableció como meta obtener entre 12 y 17 encuestas válidas, siempre que las respuestas provinieran de organizaciones efectivamente vinculadas al sector y fueran útiles para el análisis.

Los criterios de inclusión fueron los siguientes:

a) Pertenecer a la industria ladrillera o cerámica de Cúcuta y su área metropolitana.
b) Desarrollar actividades productivas, administrativas o comerciales relacionadas con el sector.
c) Contar con una persona con conocimiento general sobre procesos, gestión de información, herramientas digitales o toma de decisiones.
d) Aceptar voluntariamente la participación en la investigación.

Los criterios de exclusión fueron los siguientes:

a) Organizaciones no vinculadas al sector ladrillero o cerámico.

b) Encuestas incompletas o con inconsistencias relevantes.

c) Respuestas diligenciadas por personas sin vínculo verificable con la organización.

d) Duplicidad de respuestas provenientes de una misma empresa, cuando no fue posible establecer cuál correspondía a la información válida.

3.3 Instrumento(s)

Para la recolección de información se utilizó una encuesta estructurada de nivel de madurez tecnológica en la gestión de proyectos, tomada como base del instrumento institucional de UNIMINUTO. El instrumento tuvo como propósito identificar el uso, conocimiento, interés y nivel de apropiación de tecnologías emergentes en organizaciones colombianas, especialmente frente a inteligencia artificial, Big Data, ciencia de datos, transformación digital e Industria 4.0.

La encuesta se aplicó en formato digital mediante formulario web. El instrumento incluyó una declaración inicial de consentimiento informado, un bloque de caracterización empresarial y cinco dimensiones temáticas: modelo de negocio y producto, clientes y proveedores, procesos a nivel táctico y operativo, infraestructura y seguridad, y estrategia y experiencia en Industria 4.0. La totalidad de preguntas del cuestionario se presenta en el **Anexo 1. Instrumento base de recolección de información**, con el fin de responder a la observación del tutor sobre la necesidad de incluir las preguntas completas de la encuesta.

3.3.1 Estructura y dimensiones del instrumento

El instrumento estuvo organizado en bloques temáticos que permitieron analizar distintas dimensiones de la apropiación tecnológica en las empresas participantes. La primera sección correspondió al consentimiento informado y a la caracterización empresarial. En esta parte se recogió información sobre identificación general de la empresa, actividad económica, tamaño, número de empleados, ingresos aproximados, cargo del participante y datos de contacto.

La primera dimensión temática, denominada modelo de negocio y producto, permitió identificar aspectos relacionados con la estrategia de transformación digital, existencia de indicadores, interés en capacitación, reconocimiento de tecnologías emergentes, importancia del uso de información y visión de la dirección frente al desarrollo tecnológico.

La segunda dimensión, clientes y proveedores, permitió analizar la apropiación de herramientas digitales en la relación con actores externos, así como el nivel de digitalización en la interacción con clientes, proveedores y procesos comerciales.

La tercera dimensión, procesos a nivel táctico y operativo, estuvo orientada a empresas productivas y permitió analizar aspectos como visión en tiempo real de la producción, flexibilidad ante cambios en la demanda, registro de datos de máquinas y procesos, uso de datos para la toma de decisiones, integración de tecnologías digitales y herramientas utilizadas para mejorar la eficiencia.

La cuarta dimensión, infraestructura y seguridad, permitió identificar la disponibilidad de equipos tecnológicos, conexión de máquinas o sistemas, seguridad de la información, auditorías, conciencia organizacional frente a riesgos digitales y capacidad de respuesta ante incidentes.

La quinta dimensión, estrategia y experiencia en Industria 4.0, permitió examinar la forma en que las empresas registran información, la existencia de responsables de transformación digital, las capacidades futuras requeridas por el talento humano, el abordaje de ineficiencias mediante sistemas inteligentes y la importancia otorgada a tecnologías habilitadoras como inteligencia artificial, Big Data, internet de las cosas, computación en la nube, ciberseguridad y automatización.

3.3.2 Preguntas, variables y escalas del instrumento

El instrumento incluyó preguntas cerradas, preguntas de selección única, preguntas de selección múltiple y escalas tipo Likert u ordinales. Estas preguntas permitieron transformar las respuestas en variables comparables para su posterior análisis descriptivo. Las principales escalas utilizadas fueron las siguientes:

a) Respuestas dicotómicas: sí / no.

b) Categorías de clasificación empresarial: micro, pequeña, mediana u otra clasificación según número de empleados o ingresos.

c) Escalas de nivel de apropiación: nulo, existe la iniciativa, en desarrollo, en implementación y en acción.

d) Escalas de inversión: nula inversión, pequeña inversión, mediana inversión y gran inversión.

e) Escalas de cumplimiento: nulo, bajo, medio, alto y muy alto.

f) Escalas de acuerdo: totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, de acuerdo y totalmente de acuerdo.

Para garantizar claridad metodológica, la totalidad de preguntas se organizó en el Anexo 1, indicando el bloque al que pertenece cada ítem, el tipo de pregunta y la escala de respuesta. De igual forma, en el Anexo 2 se presenta la matriz de codificación de variables, en la cual se especifica cómo se transformó cada respuesta en valores numéricos o categorías analíticas para su procesamiento en Excel y JASP.

3.4 Descripción de procedimientos

El procedimiento metodológico se desarrolló en cinco fases, articuladas con los objetivos específicos de la investigación.

Fase 1. Revisión y adaptación del instrumento

En esta fase se revisó el instrumento institucional de UNIMINUTO y se verificó su pertinencia frente al objeto de estudio. Dado que el instrumento ya había sido diseñado con fines académicos para medir apropiación de tecnologías emergentes en la gestión de proyectos, no se construyó un cuestionario nuevo desde cero. Sin embargo, se realizó una adaptación contextual menor al sector ladrillero, sin modificar la estructura central del instrumento ni alterar la lógica de sus dimensiones. Esta revisión permitió asegurar que las preguntas fueran comprensibles para empresas del sector y estuvieran relacionadas con inteligencia artificial, Big Data, transformación digital, gestión de información y procesos organizacionales.

Fase 2. Organización del formulario digital y prueba de claridad

Luego de revisar el instrumento, se organizó la encuesta en formato digital mediante formulario web. Se verificó el orden de las preguntas, la funcionalidad de las opciones de respuesta, la claridad de la declaración inicial de consentimiento y la correcta visualización del

enlace. Adicionalmente, se realizó una revisión preliminar del formulario para identificar posibles dificultades de comprensión, extensión o diligenciamiento antes de compartirlo con las empresas participantes.

Fase 3. Identificación y contacto con empresas participantes

Se identificaron empresas del sector ladrillero ubicadas en Cúcuta y su área metropolitana, priorizando aquellas dedicadas a la producción de ladrillos, bloques cerámicos y materiales afines. El contacto con las organizaciones se realizó mediante canales directos, principalmente mensajería instantánea, llamadas telefónicas, correo electrónico y contacto con personas vinculadas al sector. A cada empresa se le explicó el propósito académico de la investigación, el carácter voluntario de la participación, la confidencialidad de la información y la importancia de que la encuesta fuera diligenciada por una persona con conocimiento administrativo, productivo, operativo o directivo de la organización.

Fase 4. Aplicación de la encuesta y recolección de respuestas.

La encuesta fue compartida mediante enlace digital. Antes de iniciar el cuestionario, los participantes encontraron una declaración de consentimiento informado, en la cual se explicó que la información sería utilizada únicamente con fines académicos, que los resultados se presentarían de forma agregada y que no se revelaría la identidad de las empresas participantes. Solo quienes aceptaron continuar diligenciaron el formulario. Durante el proceso de recolección se hizo seguimiento a las empresas contactadas para resolver dudas generales sobre el propósito del estudio y recordar el diligenciamiento del instrumento.

Fase 5. Depuración, organización y cierre de la base de datos.

Una vez finalizada la recolección, las respuestas fueron exportadas y organizadas en Microsoft Excel. Posteriormente, se revisó la base de datos para identificar registros incompletos, inconsistentes, duplicados o no válidos. Las respuestas válidas fueron codificadas de acuerdo con la matriz de variables definida para el estudio. Finalmente, la base depurada se preparó para el análisis estadístico descriptivo en Excel y JASP, permitiendo obtener frecuencias, porcentajes, tablas y gráficos por pregunta y por dimensión del instrumento.

3.5 Análisis de información

La información recolectada fue procesada mediante Microsoft Excel y JASP. En Excel se realizó la organización inicial de la base de datos, la depuración de registros, la codificación de variables y la elaboración de tablas de frecuencia. JASP se utilizó como apoyo para el análisis estadístico descriptivo, permitiendo obtener frecuencias absolutas, porcentajes y representaciones gráficas según la naturaleza de cada variable.

Dado que el estudio tuvo enfoque cuantitativo y alcance descriptivo, el análisis se orientó a presentar el comportamiento de las respuestas por pregunta y por dimensión del instrumento. Este procedimiento permitió caracterizar el estado actual de apropiación tecnológica del sector ladrillero, identificar condiciones de transformación digital, reconocer el uso de información y datos en la gestión de proyectos, y establecer la disposición de las empresas frente a la implementación futura de inteligencia artificial y Big Data.

3.5.1 Procesamiento, depuración y codificación de datos

La codificación de variables consistió en transformar las respuestas del cuestionario en categorías y valores comparables para facilitar su análisis estadístico. Cada fila de la base de datos correspondió a una empresa participante y cada columna representó una pregunta o variable del instrumento. Las respuestas abiertas o de identificación, como razón social o datos de contacto, no fueron utilizadas para análisis público y se manejaron bajo criterios de confidencialidad. Las respuestas cerradas, ordinales y categóricas fueron codificadas de manera numérica.

La codificación se realizó para la totalidad de preguntas del instrumento, no solo para las variables principales. La matriz completa se presenta en el **Anexo 2. Matriz de codificación de variables**. De manera general, se aplicó la siguiente lógica:

Tabla 1

Codificación de variables del instrumento

Tipo de variable	**Codificación aplicada**
Consentimiento	0 = No acepta; 1 = Acepta
Tamaño de empresa	1 = Micro; 2 = Pequeña; 3 = Mediana; 4 = Grande
Antigüedad de la empresa	1 = 1 a 5 años; 2 = 6 a 10 años; 3 = Más de 10 años

Herramienta principal de gestión	1 = Registros manuales; 2 = Excel; 3 = Software administrativo; 4 = ERP u otro sistema especializado
Nivel de apropiación tecnológica	1 = Nulo; 2 = Existe la iniciativa; 3 = En desarrollo; 4 = En implementación; 5 = En acción
Nivel de inversión tecnológica	1 = Nula inversión; 2 = Pequeña inversión; 3 = Mediana inversión; 4 = Gran inversión
Nivel de cumplimiento o desarrollo	1 = Nulo; 2 = Bajo; 3 = Medio; 4 = Alto; 5 = Muy alto
Escala de acuerdo	1 = Totalmente en desacuerdo; 2 = En desacuerdo; 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo; 4 = De acuerdo; 5 = Totalmente de acuerdo
Interés en implementación	1 = Bajo; 2 = Medio; 3 = Alto; 4 = Muy alto
Preguntas de selección múltiple	0 = No seleccionada; 1 = Seleccionada

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, las preguntas del instrumento se agruparon por dimensiones para facilitar la interpretación de resultados:

Tabla 2

Dimensiones y variables analizadas

Dimensión	Variables analizadas
Caracterización empresarial	Tamaño, antigüedad, actividad económica, cargo del participante y características generales de la empresa
Modelo de negocio y producto	Estrategia de transformación digital, indicadores, interés en capacitación, reconocimiento de tecnologías emergentes y uso de información
Clientes y proveedores	Digitalización de relaciones externas, uso de medios digitales y gestión de información con actores externos
Procesos tácticos y operativos	Registro de datos, visión de producción, flexibilidad, eficiencia, integración tecnológica y toma de decisiones
Infraestructura y seguridad	Equipos tecnológicos, conectividad, seguridad de información, auditorías y respuesta ante incidentes
Estrategia e Industria 4.0	Responsables de transformación digital, capacidades futuras, sistemas inteligentes e importancia de tecnologías habilitadoras
IA y Big Data	Nivel de adopción, conocimiento, interés de implementación y oportunidades de aplicación en gestión de proyectos

Nota. Fuente: Elaboración propia.

3.5.2 Análisis estadístico descriptivo e interpretación

Con la base de datos depurada y codificada, se desarrolló un análisis estadístico descriptivo. En primer lugar, se caracterizó la muestra de empresas participantes a partir de variables como tamaño, antigüedad, actividad económica y herramienta principal de gestión. En segundo lugar, se analizaron las dimensiones del instrumento relacionadas con transformación digital, procesos, infraestructura, seguridad, gestión de datos e Industria 4.0. En tercer lugar, se interpretaron las respuestas asociadas con inteligencia artificial y Big Data, especialmente el nivel de apropiación actual, el interés de implementación y las brechas identificadas.

Los resultados se organizaron mediante tablas y gráficos por pregunta, de acuerdo con la recomendación del tutor de presentar el análisis individual de cada ítem del cuestionario. Para cada pregunta se incluyó la frecuencia absoluta, el porcentaje correspondiente y una interpretación breve orientada a explicar qué revela el resultado frente a los objetivos de la investigación. Esta forma de análisis permitió vincular los hallazgos con la propuesta estratégica del sector, especialmente en lo relacionado con formación, gestión de datos, implementación gradual de herramientas digitales e indicadores para la toma de decisiones.

3.6 Consideraciones éticas

3.6.1 Análisis de consideraciones éticas

La investigación se desarrolló conforme a principios éticos de respeto, voluntariedad, confidencialidad, anonimato y uso responsable de la información. La participación de las empresas fue voluntaria y no implicó riesgos físicos, económicos ni reputacionales para los participantes. La información recolectada fue utilizada exclusivamente con fines académicos e

investigativos, y los resultados se presentan de manera agregada, evitando la identificación de personas u organizaciones específicas.

Asimismo, el estudio observó los principios establecidos por la normativa colombiana sobre protección de datos personales, especialmente los relacionados con legalidad, finalidad, libertad, veracidad, transparencia, acceso restringido, seguridad y confidencialidad. La información recolectada se almacenó de forma segura y fue utilizada únicamente para responder a los objetivos de la investigación. Esta orientación fue coherente con la declaración inicial del instrumento, en la cual se informó a los participantes sobre el carácter académico, confidencial y anónimo del estudio.

3.6.2 Instrumentos de aceptación y autorización

Como parte del proceso ético de recolección de información, el formulario digital incluyó una declaración inicial de consentimiento informado. En esta declaración se explicó el propósito de la investigación, la voluntariedad de la participación, el uso académico de los datos, la confidencialidad de la información y la presentación anónima de los resultados. Solo los participantes que aceptaron expresamente continuar pudieron diligenciar la encuesta.

Adicionalmente, cuando fue necesario, se compartió con las empresas una explicación breve del proyecto, indicando que la información recolectada sería utilizada únicamente para fines académicos dentro del trabajo de grado de la Especialización en Gerencia de Proyectos. El formato del instrumento y la declaración de aceptación se presentan en el **Anexo 1. Instrumento base de recolección de información**.

4. HIPÓTESIS

En la presente investigación se plantea una hipótesis de trabajo acorde con el enfoque cuantitativo y el alcance descriptivo del estudio. Si bien la investigación no pretende establecer relaciones causales de tipo experimental, sí permite analizar la relación entre el nivel de apropiación de inteligencia artificial y Big Data y las condiciones existentes para fortalecer la gestión de proyectos en la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana.

De acuerdo con Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista-Lucio (2014), las hipótesis permiten orientar el análisis de una investigación al establecer posibles relaciones entre variables. En este caso, la hipótesis se formula a partir de la necesidad de comprender cómo la apropiación de tecnologías emergentes puede contribuir al fortalecimiento de la planeación, el seguimiento y la toma de decisiones en la gestión de proyectos del sector ladrillero.

4.1 Las variables

Para el desarrollo de la investigación se definieron dos variables principales: una variable independiente, relacionada con el nivel de apropiación de inteligencia artificial y Big Data, y una variable dependiente, asociada con el fortalecimiento de la gestión de proyectos. Estas variables permiten organizar el análisis de la información recolectada mediante el instrumento aplicado y orientar la formulación de la propuesta estratégica.

4.1.1 Variable independiente

Apropiación de la inteligencia artificial y el Big Data

La variable independiente de la investigación es el nivel de apropiación de inteligencia artificial y Big Data en las empresas de la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana.

Esta variable se entiende como el grado en que las empresas conocen, utilizan, integran o manifiestan interés en implementar tecnologías emergentes como inteligencia artificial, Big Data, analítica de datos, ciencia de datos y herramientas digitales asociadas con la transformación digital. Su análisis permite identificar si las organizaciones se encuentran en una etapa inicial, en desarrollo, en implementación o en acción frente al uso de estas tecnologías.

En el marco de la investigación, esta variable se observó a través de aspectos como el uso de herramientas digitales, la existencia de estrategias de transformación digital, la gestión de información, la importancia otorgada al análisis de datos, la inversión tecnológica, el interés en capacitación y la disposición frente a tecnologías asociadas con la Industria 4.0.

4.1.2 Variable dependiente

Optimización de la gestión de proyectos

La variable dependiente de la investigación es el fortalecimiento de la gestión de proyectos en la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana.

Esta variable se refiere a las condiciones que pueden mejorar la planeación, el seguimiento, el control, la trazabilidad de la información y la toma de decisiones en los proyectos desarrollados por las empresas del sector. En este sentido, el fortalecimiento de la gestión de proyectos no se entiende como un resultado ya alcanzado, sino como una posibilidad de mejora derivada del diagnóstico realizado y de la propuesta estratégica formulada.

Para efectos del estudio, esta variable se analizó a partir de elementos como la organización de la información, el uso de datos para la toma de decisiones, la claridad de procesos, la disponibilidad de indicadores, la capacidad de seguimiento, la identificación de brechas tecnológicas y la disposición de las empresas para avanzar hacia modelos de gestión más apoyados en tecnologías emergentes.

4.2 Planteamiento de hipótesis

A partir del problema de investigación, de los antecedentes revisados y del marco teórico desarrollado, se plantea la siguiente hipótesis general:

H1. Un mayor nivel de apropiación de inteligencia artificial y Big Data se relaciona con mejores condiciones para el fortalecimiento de la planeación, el seguimiento y la toma de decisiones en la gestión de proyectos de la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana.

De manera complementaria, se formula la hipótesis nula:

H0. El nivel de apropiación de inteligencia artificial y Big Data no se relaciona con mejores condiciones para el fortalecimiento de la planeación, el seguimiento y la toma de decisiones en la gestión de proyectos de la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana.

Estas hipótesis permiten orientar el análisis descriptivo de los resultados obtenidos mediante la encuesta aplicada, especialmente en lo relacionado con el uso actual de tecnologías digitales, la gestión de datos, la disposición frente a la implementación de

inteligencia artificial y Big Data, y las oportunidades de mejora para la gestión de proyectos del sector ladrillero.

5. RESULTADOS

El presente capítulo expone los hallazgos obtenidos a partir de la aplicación de la encuesta de nivel de madurez tecnológica a empresas de la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana. En coherencia con los objetivos específicos de la investigación, los resultados se presentan de manera descriptiva, mediante tablas de frecuencia, porcentajes y análisis individual por pregunta o variable del instrumento. Esta forma de presentación permite identificar el estado actual de apropiación tecnológica del sector, las condiciones de transformación digital, el uso de herramientas de gestión, el nivel de adopción de inteligencia artificial y Big Data, así como la disposición de las empresas frente a su implementación futura.

De acuerdo con el alcance descriptivo de la investigación, en este apartado no se formulan conclusiones definitivas ni recomendaciones generales, sino que se presentan los datos obtenidos del trabajo de campo de forma organizada. Posteriormente, a partir de los hallazgos identificados, se plantea una propuesta estratégica orientada al fortalecimiento de la gestión de proyectos en la industria ladrillera mediante la implementación gradual de inteligencia artificial y Big Data.

5.1 Presentación de resultados

La encuesta fue aplicada a 12 empresas vinculadas con la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana. Las respuestas fueron organizadas y codificadas en una base de datos en Excel, posteriormente analizada mediante frecuencias absolutas y porcentajes. Para dar respuesta a la observación metodológica sobre la necesidad de desarrollar individualmente cada pregunta del cuestionario, los resultados se presentan por variable, incluyendo tabla y análisis descriptivo.

5.1.1 Caracterización de las empresas participantes

La caracterización empresarial permitió identificar el tamaño, la antigüedad y las herramientas principales de gestión utilizadas por las empresas participantes. Esta información resulta relevante porque permite contextualizar el nivel de madurez tecnológica del sector y comprender las condiciones organizacionales desde las cuales se proyecta la propuesta estratégica.

Tabla 3

Tamaño de las empresas participantes

Tamaño de empresa	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Microempresa	3	25,0 %
Pequeña empresa	6	50,0 %
Mediana empresa	3	25,0 %
Total	12	100,0 %

Nota. Fuente: Elaboración propia.

El 50,0 % de las empresas participantes corresponde a pequeñas empresas, mientras que el 25,0 % se clasificó como microempresa y el 25,0 % como mediana empresa. Este resultado evidencia que la muestra está compuesta principalmente por organizaciones de menor y mediana escala, lo cual es relevante para el análisis de apropiación tecnológica, debido a que este tipo de empresas suele enfrentar mayores restricciones en inversión, infraestructura tecnológica, talento humano especializado y procesos formales de transformación digital. En consecuencia, cualquier

propuesta de implementación de inteligencia artificial y Big Data debe considerar una ruta gradual, viable y ajustada a las capacidades reales del sector.

Tabla 4

Antigüedad de las empresas participantes

Antigüedad	Frecuencia	Porcentaje
1 a 5 años	2	16,7 %
6 a 10 años	4	33,3 %
Más de 10 años	6	50,0 %
Total	12	100,0 %

Nota. Fuente: Elaboración propia.

El 50,0 % de las empresas encuestadas tiene más de 10 años de antigüedad, el 33,3 % tiene entre 6 y 10 años, y el 16,7 % cuenta con una trayectoria de 1 a 5 años. Estos resultados muestran que la mayoría de las empresas posee experiencia en el sector ladrillero, lo cual puede representar una fortaleza desde el punto de vista productivo y comercial. Sin embargo, la trayectoria empresarial no necesariamente implica un alto nivel de madurez tecnológica. Por esta razón, el análisis de antigüedad debe relacionarse con otras variables, como las herramientas utilizadas para la gestión, el nivel de adopción de tecnologías emergentes y la disposición frente a la transformación digital.

Tabla 5

Cargo de los participantes en la encuesta

Cargo	Frecuencia	Porcentaje
Gerente o propietario	5	41,7%
Administrador	3	25,0%
Jefe o responsable	2	16,7%
Otro cargo relacionado	2	16,7%
Total	12	100%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican que el 41,7 % de las respuestas provino de gerentes o propietarios, seguido por administradores con el 25,0 %. Esto fortalece la validez descriptiva de la información recolectada, debido a que la mayoría de los participantes ocupa cargos con conocimiento sobre decisiones administrativas, productivas o estratégicas. Este hallazgo permite relacionar los resultados con la gestión real de proyectos y la toma de decisiones en las empresas del sector.

Tabla 6

Herramienta principal utilizada para la gestión empresarial

Herramienta principal	Frecuencia	Porcentaje
Excel	7	58,3 %

ERP u otro software administrativo	3	25,0 %
Registros mixtos o manuales	2	16,7 %
Total	12	100,0 %

Nota. Fuente: Elaboración propia.

El 58,3 % de las empresas indicó que utiliza Excel como herramienta principal de gestión, mientras que el 25,0 % emplea ERP u otro software administrativo y el 16,7 % trabaja con registros mixtos o manuales. Este resultado evidencia una alta dependencia de herramientas básicas para organizar información, hacer seguimiento a procesos y apoyar la toma de decisiones. Aunque Excel puede ser útil para tareas administrativas y de control inicial, su uso como herramienta principal limita la integración de datos, la automatización, la trazabilidad y el análisis avanzado de información. Por tanto, este hallazgo respalda la necesidad de fortalecer la gestión de datos como fase previa a la implementación de inteligencia artificial y Big Data.

Tabla 7

Existencia de responsable o área de gestión de proyectos

Categoría	**Frecuencia**	**Porcentaje**
No existe responsable definido	5	41,7 %
Responsable informal	4	33,3 %
Responsable o área formal	3	25,0 %

Total	12	100,0 %

Nota. Fuente: Elaboración propia.

El 41,7 % de las empresas no cuenta con un responsable definido para la gestión de proyectos y el 33,3 % opera con responsables informales. Solo el 25,0 % tiene un responsable o área formal. Este resultado evidencia una oportunidad de mejora en la formalización de roles, seguimiento y responsabilidades asociadas con proyectos de mejora, mantenimiento, tecnificación o transformación digital.

Tabla 8

Tipo de proyectos más frecuentes en las empresas participantes

Tipo de proyecto	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Mejora productiva	6	50,0 %
Mantenimiento o adecuación operativa	3	25,0 %
Expansión o inversión	2	16,7 %
Digitalización o tecnología	1	8,3 %
Total	12	100,0 %

Nota. Fuente: Elaboración propia.

El 50,0 % de las empresas señaló que sus proyectos más frecuentes están relacionados con mejora productiva, mientras que el 25,0 % se enfoca en mantenimiento o adecuación operativa. Solo el 8,3 % indicó proyectos relacionados con digitalización o tecnología. Este resultado confirma que la transformación digital todavía no ocupa un lugar central en la agenda de proyectos del sector, aunque puede integrarse progresivamente a procesos de mejora productiva y eficiencia operativa.

5.1.2 Modelo de negocio, estrategia digital y uso de información

Esta dimensión permitió identificar el estado actual de apropiación de tecnologías emergentes en las empresas participantes. La variable resulta central para la investigación, debido a que se relaciona directamente con el diagnóstico del sector y con la formulación de estrategias orientadas a la implementación gradual de inteligencia artificial y Big Data en la gestión de proyectos.

Tabla 9

Existencia de estrategia de transformación digital

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Nula	3	25,0 %
Existe la iniciativa	5	41,7 %
En desarrollo	3	25,0 %
En implementación	1	8,3 %
En acción	0	0,0 %
Total	12	100,0 %

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que el 41,7 % de las empresas apenas cuenta con una iniciativa de transformación digital, mientras que el 25,0 % no tiene estrategia y otro 25,0 % se encuentra en desarrollo. Solo el 8,3 % está en implementación y ninguna empresa se ubica en acción. Este hallazgo evidencia que la transformación digital del sector aún se encuentra en una etapa incipiente, lo cual justifica una propuesta estratégica gradual.

Tabla 10

Uso de indicadores para el seguimiento de proyectos

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Nulo	2	16,7 %
Bajo	5	41,7 %
Medio	4	33,3 %
Alto	1	8,3 %
Muy alto	0	0,0 %
Total	12	100,0 %

Nota. Fuente: Elaboración propia.

El 41,7 % de las empresas presenta un nivel bajo en el uso de indicadores para seguimiento de proyectos y el 16,7 % no utiliza indicadores. Esto significa que el 58,4 % tiene debilidades importantes en medición, control y seguimiento. Este resultado evidencia la necesidad de incorporar indicadores simples y actualizables como parte de la propuesta estratégica.

Tabla 11

Interés en capacitación sobre tecnologías emergentes

Nivel de interés	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	1	8,3 %
Medio	2	16,7 %
Alto	6	50,0 %
Muy alto	3	25,0 %
Total	12	100,0 %

Nota. Fuente: Elaboración propia.

El 75,0 % de las empresas manifestó interés alto o muy alto en recibir capacitación sobre tecnologías emergentes. Este resultado evidencia una disposición favorable hacia el aprendizaje y la apropiación tecnológica. Por tanto, la propuesta debe incluir una estrategia de formación práctica en gestión de datos, inteligencia artificial, Big Data y herramientas digitales aplicadas a la gestión de proyectos.

Tabla 12

Nivel de conocimiento sobre inteligencia artificial y Big Data

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Nulo	2	16,7 %
Básico	6	50,0 %
Intermedio	3	25,0 %
Avanzado	1	8,3 %
Total	12	100,0 %

Nota. Fuente: Elaboración propia.

El 50,0 % de las empresas presenta un conocimiento básico sobre inteligencia artificial y Big Data, mientras que el 16,7 % manifiesta conocimiento nulo. Solo el 8,3 % reporta un nivel avanzado. Este hallazgo confirma que existe una brecha de conocimiento que debe ser atendida antes de implementar tecnologías avanzadas. La formación debe comenzar desde conceptos básicos y avanzar hacia aplicaciones prácticas.

Tabla 13

Uso de información para la toma de decisiones

Frecuencia de uso	Frecuencia	Porcentaje
Nunca	1	8,3 %

Ocasionalmente	4	33,3 %
Frecuentemente	5	41,7 %
Siempre	2	16,7 %
Total	12	100,0 %

Nota. Fuente: Elaboración propia.

El 41,7 % de las empresas utiliza información frecuentemente para tomar decisiones y el 16,7 % lo hace siempre. Sin embargo, el 41,6 % lo hace ocasionalmente o nunca. Esto evidencia que existe una base inicial de uso de información, pero todavía no hay una cultura plenamente consolidada de toma de decisiones basada en datos. La propuesta debe fortalecer la calidad, disponibilidad y análisis de la información.

Tabla 14

Nivel de apoyo de la dirección frente al desarrollo tecnológico

Nivel	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Bajo	2	16,7 %
Medio	5	41,7 %
Alto	4	33,3 %
Muy alto	1	8,3 %
Total	12	100,0 %

Nota. Fuente: Elaboración propia.

El 41,7 % de las empresas ubica el apoyo de la dirección en nivel medio, mientras que el 41,6 % lo ubica en alto o muy alto. Este resultado muestra que existe apertura directiva, aunque todavía no se consolida en todas las empresas como una prioridad estratégica. Para que la transformación digital avance, la propuesta debe vincular a la gerencia como responsable de impulsar recursos, tiempos y seguimiento.

5.1.3 Clientes, proveedores y gestión comercial digital

Tabla 15

Uso de canales digitales con clientes y proveedores

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Nulo	1	8,3 %
Bajo	3	25,0 %
Medio	5	41,7 %
Alto	3	25,0 %
Total	12	100,0 %

Nota. Fuente: Elaboración propia.

El 41,7 % de las empresas presenta un uso medio de canales digitales con clientes y proveedores, y el 25,0 % un uso alto. Esto muestra que existe una base de digitalización comercial, aunque no necesariamente integrada a sistemas de gestión de proyectos o analítica de datos. Este resultado puede aprovecharse como punto de partida para fortalecer registros, seguimiento y trazabilidad en procesos comerciales.

Tabla 16

Digitalización de información de clientes y proveedores

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Manual o no sistematizada	3	25,0 %
Parcialmente digitalizada	6	50,0 %
Sistematizada	3	25,0 %
Total	12	100,0 %

Nota. Elaboración propia.

El 50,0 % de las empresas tiene la información de clientes y proveedores parcialmente digitalizada, mientras que el 25,0 % aún la maneja de forma manual o no sistematizada. Este hallazgo evidencia una oportunidad para consolidar bases de datos comerciales que sirvan como insumo para seguimiento, ventas, inventarios, entregas y toma de decisiones.

Tabla 17

Uso de datos comerciales para la toma de decisiones

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Nulo	2	16,7 %
Bajo	4	33,3 %
Medio	4	33,3 %
Alto	2	16,7 %
Total	12	100,0 %

Nota. Elaboración propia.

El 50,0 % de las empresas presenta un uso nulo o bajo de datos comerciales para la toma de decisiones. Esto indica que, aunque pueden existir registros de clientes y proveedores, estos no siempre se convierten en información útil para planear ventas, entregas, compras o proyectos de mejora. La propuesta debe incluir el uso de indicadores comerciales básicos integrados a la gestión de proyectos.

5.1.4 Procesos tácticos y operativos

Tabla 18

Visión en tiempo real de la producción

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Nula	5	41,7 %
Parcial	5	41,7 %

Alta	2	16,7 %
Total	12	100,0 %

Nota. Elaboración propia.

El 41,7 % de las empresas no cuenta con visión en tiempo real de la producción y otro 41,7 % cuenta solo con visión parcial. Este resultado evidencia una limitación importante para el seguimiento oportuno de proyectos operativos, producción, inventarios y mantenimiento. Por tanto, la propuesta debe priorizar tableros de control y registros actualizados como etapa previa a la analítica avanzada.

Tabla 19

Flexibilidad ante cambios en la demanda

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Baja	4	33,3 %
Media	6	50,0 %
Alta	2	16,7 %
Total	12	100,0 %

Nota. Elaboración propia.

El 50,0 % de las empresas presenta una flexibilidad media ante cambios en la demanda, mientras que el 33,3 % manifiesta baja flexibilidad. Este hallazgo indica que el sector puede tener dificultades para ajustar producción, recursos o tiempos frente a variaciones del mercado. La gestión basada en datos puede contribuir a anticipar necesidades y mejorar la planeación.

Tabla 20

Registro de datos de máquinas y procesos

Forma de registro	Frecuencia	Porcentaje
Manual	5	41,7 %

Excel	4	33,3 %
Software especializado	3	25,0 %
Total	12	100,0 %

Nota. Elaboración propia.

El 41,7 % de las empresas registra datos de máquinas y procesos de forma manual, y el 33,3 % utiliza Excel. Solo el 25,0 % emplea software especializado. Esto confirma una brecha operativa importante en captura y estructuración de datos. Sin registros confiables de procesos, resulta difícil implementar Big Data o inteligencia artificial de manera efectiva.

Tabla 21

Uso de datos operativos para la toma de decisiones

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	4	33,3 %
Medio	6	50,0 %
Alto	2	16,7 %
Total	12	100,0 %

Nota. Elaboración propia.

El 50,0 % de las empresas reporta un uso medio de datos operativos para decidir, mientras que el 33,3 % se ubica en nivel bajo. Este resultado evidencia que los datos operativos existen en algunas empresas, pero todavía no se aprovechan de forma sistemática. La propuesta debe promover rutinas de análisis, indicadores y reuniones periódicas de seguimiento.

Tabla 22

Integración de información entre áreas

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	5	41,7 %
Medio	5	41,7 %

Alto	2	16,7 %
Total	12	100,0 %

Nota. Elaboración propia.

El 83,4 % de las empresas se ubica entre niveles bajo y medio de integración de información entre áreas. Esto evidencia que la información puede encontrarse dispersa entre producción, administración, ventas o mantenimiento. Este hallazgo justifica la necesidad de estandarizar bases de datos, responsables y formatos de seguimiento.

Tabla 23

Herramientas digitales utilizadas para mejorar la eficiencia operativa

Herramienta	Frecuencia	Porcentaje
Registros manuales	3	25,0 %
Excel	6	50,0 %
Software especializado	3	25,0 %
Total	12	100,0 %

Nota. Elaboración propia.

El 50,0 % de las empresas utiliza Excel para mejorar la eficiencia operativa y el 25,0 % aún depende de registros manuales. Este resultado coincide con la dependencia general de herramientas básicas y evidencia que la digitalización operativa debe fortalecerse antes de avanzar hacia tecnologías más complejas.

5.1.5 Infraestructura y seguridad

Tabla 24

Disponibilidad de equipos tecnológicos

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Insuficiente	3	25,0 %
Básica	5	41,7 %
Adecuada	3	25,0 %
Avanzada	1	8,3 %
Total	12	100,0 %

Nota. Elaboración propia.

El 41,7 % de las empresas cuenta con disponibilidad básica de equipos tecnológicos y el 25,0 % la considera insuficiente. Solo el 8,3 % reporta disponibilidad avanzada. Este resultado muestra que la infraestructura tecnológica del sector requiere fortalecimiento gradual, especialmente si se espera implementar herramientas de análisis de datos, seguimiento digital o inteligencia artificial.

Tabla 25

Conectividad entre máquinas, equipos o sistemas

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Nula	4	33,3 %
Parcial	6	50,0 %
Amplia	2	16,7 %
Total	12	100,0 %

Nota. Elaboración propia.

El 50,0 % de las empresas presenta conectividad parcial entre máquinas, equipos o sistemas, y el 33,3 % no cuenta con conectividad. Esta situación limita la automatización, el monitoreo de producción y la generación de datos en tiempo real. Por tanto, la propuesta debe contemplar una ruta progresiva de conectividad y digitalización de procesos.

Tabla 26

Nivel de seguridad de la información

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	4	33,3 %
Medio	6	50,0 %
Alto	2	16,7 %
Total	12	100,0 %

Nota. Elaboración propia.

El 50,0 % de las empresas reporta un nivel medio de seguridad de la información y el 33,3 % un nivel bajo. Este resultado evidencia que la protección de datos debe ser considerada dentro de la propuesta, especialmente si se pretende aumentar el uso de información digital, herramientas en la nube o sistemas integrados.

Tabla 27

Realización de auditorías o revisiones de seguridad digital

Frecuencia	Frecuencia absoluta	Porcentaje
Nunca	7	58,3 %
Ocasionalmente	3	25,0 %
Periódicamente	2	16,7 %
Total	12	100,0 %

Nota. Elaboración propia.

El 58,3 % de las empresas nunca realiza auditorías o revisiones de seguridad digital. Este resultado representa una debilidad relevante, ya que el aumento de la digitalización también incrementa la necesidad de proteger información empresarial. La propuesta debe incluir lineamientos básicos de seguridad, respaldo de información y revisión periódica de riesgos digitales.

Tabla 28

Capacidad de respuesta ante incidentes de información

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
No definida	6	50,0 %
Informal	4	33,3 %
Formal	2	16,7 %
Total	12	100,0 %

Nota. Elaboración propia.

El 50,0 % de las empresas no tiene definida una capacidad de respuesta ante incidentes de información y el 33,3 % cuenta con mecanismos informales. Este hallazgo evidencia que la gestión tecnológica debe incorporar no solo herramientas, sino también protocolos mínimos de protección y continuidad.

5.1.6 Estrategia, Industria 4.0, IA y Big Data

Tabla 29

Existencia de responsable de transformación digital

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
No existe	7	58,3 %
Responsable informal	3	25,0 %
Responsable formal	2	16,7 %
Total	12	100,0 %

Nota. Elaboración propia.

El 58,3 % de las empresas no cuenta con responsable de transformación digital y solo el 16,7 % tiene un responsable formal. Esto evidencia una debilidad organizacional para liderar

procesos de apropiación tecnológica. La propuesta debe incluir la asignación gradual de responsables internos que lideren datos, indicadores y proyectos digitales.

Tabla 30

Capacidad futura prioritaria para el talento humano

Capacidad prioritaria	Frecuencia	Porcentaje
Gestión y análisis de datos	5	41,7 %
Uso de herramientas digitales	4	33,3 %
Inteligencia artificial y Big Data	2	16,7 %
Ciberseguridad	1	8,3 %
Total	12	100,0 %

Nota. Elaboración propia.

El 41,7 % de las empresas identifica la gestión y análisis de datos como capacidad futura prioritaria, seguida por el uso de herramientas digitales con el 33,3 %. Este resultado muestra que las empresas reconocen la necesidad de fortalecer competencias básicas antes de avanzar hacia tecnologías más especializadas. Por ello, la formación debe iniciar por alfabetización digital, organización de datos e indicadores.

Tabla 31

Abordaje de ineficiencias mediante sistemas inteligentes

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
No se realiza	5	41,7 %
Pilotos o iniciativas iniciales	5	41,7 %
Sí se realiza	2	16,7 %
Total	12	100,0 %

Nota. Elaboración propia.

El 41,7 % de las empresas no aborda ineficiencias mediante sistemas inteligentes y otro 41,7 % apenas cuenta con pilotos o iniciativas iniciales. Solo el 16,7 % reporta hacerlo. Este

resultado evidencia que las tecnologías inteligentes aún no están consolidadas, pero existen señales iniciales que pueden convertirse en una oportunidad para implementar soluciones graduales.

Tabla 32

Importancia atribuida a la inteligencia artificial

Nivel de importancia	Frecuencia	Porcentaje
Baja	1	8,3 %
Media	3	25,0 %
Alta	5	41,7 %
Muy alta	3	25,0 %
Total	12	100,0 %

Nota. Elaboración propia.

El 66,7 % de las empresas atribuye importancia alta o muy alta a la inteligencia artificial. Este resultado evidencia que, aunque la adopción actual es limitada, existe reconocimiento del valor potencial de la IA para mejorar procesos, seguimiento, análisis y toma de decisiones. Este hallazgo respalda la inclusión de IA dentro de la propuesta estratégica.

Tabla 33

Importancia atribuida al Big Data

Nivel de importancia	Frecuencia	Porcentaje
Baja	1	8,3 %
Media	3	25,0 %
Alta	5	41,7 %
Muy alta	3	25,0 %
Total	12	100,0 %

Nota. Elaboración propia.

El 66,7 % de las empresas considera que el Big Data tiene una importancia alta o muy alta. Este resultado es relevante porque muestra que el sector reconoce el valor de los datos, aunque todavía enfrenta barreras relacionadas con organización, integración, análisis e infraestructura tecnológica.

Tabla 34

Nivel actual de adopción de inteligencia artificial y Big Data

Nivel de adopción	Frecuencia	Porcentaje
Nulo	3	25,0 %
En desarrollo	5	41,7 %
En implementación	3	25,0 %
En acción	1	8,3 %
Total	12	100,0 %

Nota. Elaboración propia.

El 41,7 % de las empresas se encuentra en nivel de adopción en desarrollo, el 25,0 % en nivel nulo, el 25,0 % en implementación y solo el 8,3 % en acción. Este resultado confirma que la adopción de IA y Big Data aún es incipiente. Por tanto, la propuesta debe evitar una implementación abrupta y orientarse hacia una ruta progresiva basada en datos, formación, indicadores y herramientas digitales.

Tabla 35

Interés en implementar inteligencia artificial y Big Data en la gestión de proyectos

Nivel de interés	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	1	8,3 %
Medio	2	16,7 %
Alto	6	50,0 %
Muy alto	3	25,0 %
Total	12	100,0 %

Nota. Elaboración propia.

El 75,0 % de las empresas manifestó interés alto o muy alto en implementar inteligencia artificial y Big Data en la gestión de proyectos. Este resultado es uno de los hallazgos más relevantes del estudio, ya que muestra una brecha entre la adopción actual y la disposición futura. El sector no rechaza estas tecnologías, pero requiere acompañamiento, capacitación, organización de datos y una ruta estratégica para avanzar hacia su implementación.

5.1.7 Síntesis de resultados del diagnóstico

Los resultados obtenidos permiten identificar cinco hallazgos centrales. Primero, la muestra está compuesta principalmente por micro, pequeñas y medianas empresas, lo que exige una propuesta gradual y viable. Segundo, existe una alta dependencia de Excel y registros manuales, especialmente en gestión empresarial, procesos operativos y eficiencia. Tercero, la transformación digital aún se encuentra en etapas iniciales, ya que la mayoría de empresas no cuenta con estrategia formal, responsable definido ni infraestructura avanzada. Cuarto, la adopción de inteligencia artificial y Big Data todavía es limitada, con solo el 8,3 % de empresas en nivel de acción. Quinto, a pesar de estas brechas, existe una disposición favorable, pues el 75,0 % manifiesta interés alto o muy alto en implementar IA y Big Data.

Estos hallazgos permiten sustentar la necesidad de una propuesta estratégica orientada a fortalecer la gestión de datos, desarrollar capacidades internas, implementar herramientas digitales de forma gradual y establecer indicadores para la toma de decisiones. La propuesta no debe iniciar con tecnologías avanzadas de forma inmediata, sino con condiciones previas de

madurez digital que permitan que la inteligencia artificial y el Big Data aporten valor real a la gestión de proyectos.

5.2 Propuesta estratégica al sector ladrillero

A partir de los resultados obtenidos, se plantea una propuesta estratégica para la implementación gradual de inteligencia artificial y Big Data en la gestión de proyectos de la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana. La propuesta responde a las brechas identificadas en el diagnóstico, especialmente la dependencia de herramientas básicas, el bajo nivel de integración de información, la ausencia de responsables formales de transformación digital, la limitada adopción de IA y Big Data y el alto interés de las empresas por avanzar hacia tecnologías emergentes.

La propuesta se fundamenta en la literatura reciente, la cual señala que la adopción de inteligencia artificial, Big Data y analítica de datos requiere condiciones previas como calidad de datos, infraestructura tecnológica, formación del talento humano, cultura organizacional, integración de procesos y claridad estratégica (Zabala-Vargas et al., 2023; Pereira et al., 2024; Zhu et al., 2024). Por ello, se plantea una ruta progresiva que permita pasar de herramientas básicas de gestión hacia modelos de planeación, seguimiento y toma de decisiones apoyados en datos.

5.2.1 Estrategia 1. Fortalecimiento de la gestión de datos

Esta estrategia responde a los resultados que evidencian que el 58,3 % de las empresas utiliza Excel como herramienta principal de gestión, el 16,7 % depende de registros manuales o

mixtos y el 41,7 % registra datos de máquinas y procesos de forma manual. Estos hallazgos muestran que la implementación de IA y Big Data requiere primero organizar la información disponible.

Tabla 36

Estrategia para el fortalecimiento de la gestión de datos

Elemento	**Descripción**
Objetivo	Organizar, estandarizar y depurar la información clave de los proyectos y procesos empresariales del sector ladrillero.
Lineamientos	Definir qué datos se registran, quién los registra, con qué frecuencia, en qué formato y con qué finalidad.
Actividades	Identificar fuentes de datos; crear formatos únicos de registro; depurar datos duplicados; organizar bases en Excel avanzado o software administrativo; establecer responsables de actualización.
Recursos necesarios	Computadores, hojas de cálculo estructuradas, almacenamiento digital, formatos de registro y personal capacitado.
Responsables	Gerencia, administración, responsables de producción y líderes de proyectos.
Indicadores	Porcentaje de procesos con registro digital; número de bases actualizadas; frecuencia de actualización; reducción de registros manuales.
Resultado esperado	Información organizada, confiable y útil para el seguimiento de proyectos y la toma de decisiones.

Nota. Elaboración propia.

La literatura sostiene que el valor del Big Data en gestión de proyectos depende de la capacidad de recolectar, procesar e interpretar información útil durante el ciclo de vida del

proyecto (Zabala-Vargas et al., 2023). Asimismo, los modelos de madurez digital señalan que la calidad de datos y la estandarización de procesos son condiciones necesarias para avanzar hacia tecnologías más sofisticadas (Zhu et al., 2024).

5.2.2 Estrategia 2. Formación en inteligencia artificial, Big Data y cultura digital

Esta estrategia se fundamenta en que el 50,0 % de las empresas presenta conocimiento básico sobre IA y Big Data, el 16,7 % conocimiento nulo y solo el 8,3 % conocimiento avanzado. Sin embargo, el 75,0 % manifestó interés alto o muy alto en recibir capacitación sobre tecnologías emergentes. Esto evidencia una brecha entre disposición y capacidades instaladas.

Tabla 37

Estrategia de formación en inteligencia artificial, Big Data y cultura digital

Elemento	**Descripción**
Objetivo	Fortalecer las competencias del talento humano en gestión de datos, IA, Big Data y herramientas digitales aplicadas a la gestión de proyectos.
Lineamientos	Priorizar formación práctica, gradual y contextualizada al sector ladrillero.
Actividades	Realizar talleres de alfabetización digital; capacitar en Excel avanzado; formar en visualización de datos; introducir conceptos de IA y Big Data; desarrollar casos prácticos aplicados a producción, mantenimiento y seguimiento de proyectos.
Recursos necesarios	Capacitadores, computadores, conexión a internet, guías prácticas, tiempo de formación y apoyo institucional.
Responsables	Gerencia, talento humano, líderes de área, instituciones académicas o aliados externos.

Indicadores	Número de personas capacitadas; horas de formación; nivel de satisfacción; número de procesos que aplican herramientas aprendidas.
Resultado esperado	Personal con mayor capacidad para registrar, interpretar y usar datos en la gestión de proyectos.

Nota. Elaboración propia.

La adopción de IA no depende solo de la disponibilidad tecnológica, sino también de la utilidad percibida, la cultura organizacional y las capacidades internas (Felicetti et al., 2024; Pereira et al., 2024). Por ello, esta estrategia busca convertir el interés de las empresas en apropiación real mediante formación práctica y progresiva.

5.2.3 Estrategia 3. Implementación gradual de herramientas digitales para la gestión de proyectos

Esta estrategia responde a la baja formalización tecnológica identificada en los resultados. El 41,7 % de las empresas no cuenta con responsable definido de gestión de proyectos, el 58,3 % no cuenta con responsable de transformación digital y el 83,4 % se ubica entre niveles bajo y medio de integración de información entre áreas. Por ello, se requiere implementar herramientas digitales de manera progresiva.

Tabla 38

Estrategia para la implementación gradual de herramientas digitales

Elemento	**Descripción**
Objetivo	Incorporar herramientas digitales que fortalezcan la planeación, seguimiento y control de proyectos en las empresas ladrilleras.

Lineamientos	Iniciar con soluciones de bajo costo y fácil apropiación antes de avanzar hacia sistemas más complejos de IA y Big Data.
Actividades	Diagnosticar necesidades tecnológicas; seleccionar herramientas según tamaño de empresa; implementar cronogramas digitales; crear tableros de seguimiento; digitalizar costos, actividades, mantenimiento e indicadores.
Recursos necesarios	Software básico o especializado, computadores, conexión a internet, personal capacitado y presupuesto gradual.
Responsables	Gerencia, administración, líderes de proyectos y responsable de transformación digital.
Indicadores	Número de procesos digitalizados; número de proyectos gestionados digitalmente; reducción de registros manuales; frecuencia de uso de tableros.
Resultado esperado	Mayor trazabilidad, control y seguimiento de proyectos empresariales.

Nota. Elaboración propia.

La implementación gradual evita procesos de transformación digital descontextualizados. Mohammad et al. (2024) señalan que la integración de IA puede enfrentar barreras asociadas con costos, interoperabilidad, disponibilidad de datos y talento especializado. En el caso de pymes manufactureras, los modelos de madurez digital recomiendan avanzar por etapas, de acuerdo con restricciones financieras y operativas (Njah et al., 2025).

5.2.4 Estrategia 4. Seguimiento mediante indicadores y toma de decisiones basada en datos

Esta estrategia se soporta en que el 58,4 % de las empresas presenta un uso nulo o bajo de indicadores para seguimiento de proyectos, el 50,0 % presenta uso nulo o bajo de datos

comerciales y el 83,4 % tiene integración de información baja o media. Estos resultados evidencian que el sector requiere mecanismos básicos de medición antes de implementar analítica avanzada.

Tabla 39

Estrategia para seguimiento mediante indicadores y toma de decisiones basada en datos

Elemento	**Descripción**
Objetivo	Establecer indicadores que permitan hacer seguimiento a la planeación, ejecución, control y resultados de los proyectos del sector ladrillero.
Lineamientos	Los indicadores deben ser simples, medibles, actualizables y vinculados con problemas reales de la empresa.
Actividades	Definir indicadores de tiempo, costo, producción, mantenimiento, inventario, calidad y cumplimiento; crear tableros de control; revisar resultados mensualmente; usar datos para identificar desviaciones y oportunidades de mejora.
Recursos necesarios	Base de datos organizada, herramientas de visualización, responsables de seguimiento y reuniones periódicas de análisis.
Responsables	Gerencia, líderes de proceso, responsables de proyectos y personal administrativo.
Indicadores	Cumplimiento de cronogramas; variación de costos; eficiencia productiva; tiempo de respuesta ante fallas; actualización de tableros.
Resultado esperado	Decisiones más oportunas, trazables y sustentadas en información.

Nota. Elaboración propia.

La inteligencia artificial y el Big Data pueden mejorar la gestión de proyectos mediante predicción de riesgos, análisis de patrones, seguimiento y apoyo a decisiones; sin embargo, estas capacidades requieren datos organizados e indicadores previos (Adamantiadou & Moussiades, 2025; Nenni et al., 2025). Por ello, esta estrategia permite preparar al sector para avanzar hacia analítica descriptiva, predictiva y posteriormente inteligencia artificial.

5.2.5 Estrategia 5. Seguridad de la información y gobernanza básica de datos

Esta estrategia se fundamenta en que el 58,3 % de las empresas nunca realiza auditorías o revisiones de seguridad digital, el 50,0 % no tiene definida una capacidad de respuesta ante incidentes de información y el 83,3 % presenta seguridad de la información baja o media. Estos resultados evidencian que el aumento de la digitalización debe estar acompañado por criterios mínimos de protección de datos.

Tabla 40

Estrategia para seguridad de la información y gobernanza básica de datos

Elemento	**Descripción**
Objetivo	Establecer prácticas básicas de protección, respaldo y uso responsable de la información empresarial.
Lineamientos	La digitalización debe avanzar junto con medidas de seguridad, confidencialidad, control de acceso y respaldo periódico.
Actividades	Crear copias de seguridad; definir usuarios y permisos; establecer políticas básicas de manejo de información; realizar revisiones periódicas; capacitar al personal en riesgos digitales.
Recursos necesarios	Almacenamiento seguro, contraseñas, copias de respaldo, formatos de control, capacitación básica en seguridad digital.

Responsables	Gerencia, responsable administrativo, encargado de sistemas o responsable de transformación digital.
Indicadores	Frecuencia de respaldos; número de revisiones de seguridad; porcentaje de usuarios con permisos definidos; incidentes registrados.
Resultado esperado	Mayor protección de la información y menor riesgo en el uso de datos digitales.

Nota. Elaboración propia.

La protección de datos y la gobernanza de información son necesarias para cualquier proceso de transformación digital. A medida que las empresas aumentan el uso de datos, herramientas digitales y sistemas de información, también deben fortalecer prácticas de seguridad y control. Esto es especialmente relevante en investigaciones y procesos empresariales que involucran información organizacional y datos suministrados por participantes.

5.2.6 Ruta de implementación de la propuesta

Tabla 41

Ruta de implementación de la propuesta estratégica

Fase	Acción principal	Estrategias vinculadas	Resultado esperado
Fase 1	Diagnóstico y organización de datos	Estrategia 1	Identificación de fuentes, brechas y datos prioritarios.
Fase 2	Formación y cultura digital	Estrategia 2	Personal capacitado en datos, IA, Big Data y herramientas digitales.
Fase 3	Digitalización de proyectos y procesos	Estrategia 3	Planeación, seguimiento y control mediante

			herramientas digitales.
Fase 4	Indicadores y toma de decisiones	Estrategia 4	Decisiones basadas en datos y mayor trazabilidad de proyectos.
Fase 5	Seguridad y gobernanza de datos	Estrategia 5	Protección de información y sostenibilidad del proceso digital.

Nota. Elaboración propia.

La ruta propuesta responde directamente a los resultados del diagnóstico. La alta dependencia de Excel y registros manuales evidencia la necesidad de iniciar por organización de datos. La baja adopción de IA y Big Data muestra que la implementación debe ser gradual. El alto interés empresarial permite plantear acciones de formación y apropiación tecnológica. Finalmente, la necesidad de fortalecer indicadores, seguridad e integración de información justifica una propuesta que avance por fases y no mediante una implementación inmediata de tecnologías avanzadas.

Esta orientación progresiva encuentra respaldo en Jaimes-Quintanilla et al. (2026), quienes plantean que la incorporación de inteligencia artificial, ciencia de datos y otras tecnologías emergentes debe ajustarse al nivel de madurez y a las capacidades reales de cada organización. A partir de su análisis en empresas del nororiente colombiano, incluyendo organizaciones vinculadas con la construcción y proveedores de materiales, los autores destacan la conveniencia de establecer hojas de ruta de adopción, indicadores de desempeño y mecanismos para valorar el retorno de la inversión tecnológica.

Desde esta perspectiva, la implementación por fases propuesta para el sector ladrillero permite avanzar desde capacidades básicas de gestión de datos hacia soluciones de mayor complejidad, evitando procesos de transformación digital desarticulados de las condiciones empresariales.

En síntesis, la propuesta estratégica busca que la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana avance hacia una gestión de proyectos más organizada, trazable y basada en datos. Para ello, se plantea una implementación progresiva que considera las condiciones reales del sector, sus brechas actuales, su disposición frente a la innovación y los requerimientos previos para que la inteligencia artificial y el Big Data puedan aportar valor a la planeación, el seguimiento y la toma de decisiones.

6. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten analizar el nivel de apropiación de inteligencia artificial y Big Data en la gestión de proyectos de la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana, así como las condiciones organizacionales que pueden facilitar o limitar su implementación gradual. En términos generales, los hallazgos muestran que el sector presenta una madurez tecnológica inicial, caracterizada por el uso predominante de herramientas básicas, baja formalización de responsables de transformación digital, limitada integración de información entre áreas y una adopción incipiente de tecnologías emergentes. Sin embargo, también se evidenció una disposición favorable hacia la capacitación y futura implementación de inteligencia artificial y Big Data, lo cual constituye una oportunidad para formular estrategias de mejora ajustadas a la realidad del sector.

Uno de los primeros hallazgos relevantes se relaciona con la caracterización de las empresas participantes. El 50,0 % de las organizaciones encuestadas corresponde a pequeñas empresas, el 25,0 % a microempresas y el 25,0 % a medianas empresas. Esta composición permite comprender que la propuesta estratégica no puede plantearse desde una lógica de transformación digital avanzada o de alta inversión inmediata, sino desde una ruta gradual y viable. Este resultado coincide con Pereira et al. (2024), quienes señalan que la adopción de inteligencia artificial en pequeñas y medianas empresas depende de factores como infraestructura, disponibilidad de datos, cultura organizacional, competencias internas y claridad estratégica. De igual forma, Njah et al. (2025) advierten que las pymes manufactureras enfrentan desafíos particulares frente a la transformación digital, especialmente por restricciones financieras, limitaciones operativas y falta de habilidades digitales. Por tanto, los resultados de la

presente investigación confirman que el tamaño empresarial es un factor clave para definir estrategias realistas de implementación tecnológica.

La antigüedad de las empresas también aporta elementos importantes para la discusión. El 50,0 % de las empresas encuestadas tiene más de 10 años de trayectoria en el sector ladrillero, lo cual evidencia experiencia productiva y conocimiento acumulado del mercado. Sin embargo, esta trayectoria no se traduce necesariamente en madurez tecnológica. Aunque las empresas poseen experiencia operativa, los resultados muestran una alta dependencia de herramientas básicas: el 58,3 % utiliza Excel como herramienta principal de gestión, mientras que el 16,7 % aún trabaja con registros manuales o mixtos. Este hallazgo refleja una brecha entre experiencia empresarial y capacidad digital instalada. En este sentido, Zhu et al. (2024) plantean que la madurez digital no depende únicamente de la permanencia de una organización en el mercado, sino de su capacidad para integrar tecnología, procesos, talento humano, datos y estrategia. Así, en el caso del sector ladrillero, la experiencia productiva representa una fortaleza, pero debe complementarse con procesos de digitalización, gestión de datos y formación tecnológica.

Otro resultado significativo es la baja formalización de la gestión de proyectos. El 41,7 % de las empresas no cuenta con un responsable definido para la gestión de proyectos y el 33,3 % opera con responsables informales. Solo el 25,0 % dispone de un responsable o área formal. Este hallazgo resulta relevante porque la implementación de inteligencia artificial y Big Data en la gestión de proyectos requiere previamente claridad en roles, procesos, responsabilidades e indicadores. Desde la perspectiva del Project Management Institute (PMI, 2021), la gestión de proyectos implica la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para cumplir objetivos específicos; por tanto, la ausencia de responsables formales puede limitar la

planeación, el seguimiento y el control de iniciativas de mejora, tecnificación o transformación digital. En este sentido, la propuesta estratégica debe contemplar no solo herramientas tecnológicas, sino también capacidades organizacionales básicas para gestionar proyectos de manera más estructurada.

En cuanto al tipo de proyectos más frecuentes, el 50,0 % de las empresas indicó que sus iniciativas se relacionan principalmente con mejora productiva, el 25,0 % con mantenimiento o adecuación operativa, el 16,7 % con expansión o inversión y solo el 8,3 % con digitalización o tecnología. Este resultado muestra que la transformación digital todavía no ocupa un lugar central dentro de la agenda de proyectos del sector. No obstante, también evidencia una oportunidad: la inteligencia artificial y el Big Data pueden incorporarse inicialmente como herramientas de apoyo a proyectos ya existentes de mejora productiva, mantenimiento, eficiencia operativa o control de recursos. Esto coincide con Zabala-Vargas et al. (2023), quienes destacan que el Big Data, la ciencia de datos y la inteligencia artificial pueden aportar valor durante el ciclo de vida de los proyectos al fortalecer la trazabilidad, el análisis de información y la toma de decisiones. Por ello, la transformación digital del sector ladrillero no debe plantearse como un proyecto aislado, sino como un componente transversal de sus procesos de mejora y gestión.

Respecto a la transformación digital, los resultados muestran que el 25,0 % de las empresas no cuenta con una estrategia definida, el 41,7 % apenas tiene una iniciativa, el 25,0 % se encuentra en desarrollo y solo el 8,3 % está en implementación. Ninguna empresa se ubicó en el nivel de acción. Este hallazgo confirma que la transformación digital del sector aún se encuentra en una fase incipiente. La situación se relaciona con lo planteado por Rueda-Carvajal et al. (2025), quienes señalan que América Latina enfrenta brechas importantes en

infraestructura, formación y capacidades tecnológicas frente a economías más avanzadas. Asimismo, el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2019) reconoce que la transformación digital requiere fortalecer capacidades en organizaciones públicas y privadas, promover el uso estratégico de datos y facilitar la adopción de tecnologías digitales en diferentes sectores. En este caso, los resultados evidencian que la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana requiere lineamientos estratégicos que le permitan pasar de iniciativas aisladas a procesos organizados de apropiación tecnológica.

La baja utilización de indicadores también constituye un aspecto crítico. El 58,4 % de las empresas presenta un uso nulo o bajo de indicadores para el seguimiento de proyectos, mientras que solo el 8,3 % reporta un nivel alto y ninguna empresa alcanza un nivel muy alto. Este hallazgo afecta directamente la posibilidad de implementar inteligencia artificial y Big Data, debido a que estas tecnologías requieren datos estructurados, indicadores definidos y procesos de medición consistentes. Adamantiadou y Moussiades (2025) señalan que la inteligencia artificial puede aportar a la estimación de costos, predicción de duración, evaluación de riesgos y apoyo a decisiones en proyectos; sin embargo, estas aplicaciones dependen de la existencia de información organizada y confiable. Por tanto, antes de pensar en modelos avanzados de análisis predictivo, las empresas del sector deben fortalecer indicadores básicos de tiempo, costo, productividad, mantenimiento, inventario, calidad y cumplimiento.

Un hallazgo especialmente importante es la brecha entre conocimiento, adopción e interés frente a inteligencia artificial y Big Data. El 50,0 % de las empresas reportó un conocimiento básico sobre estas tecnologías, el 16,7 % conocimiento nulo, el 25,0 % conocimiento intermedio y solo el 8,3 % conocimiento avanzado. En cuanto a la adopción actual, el 25,0 % se ubicó en

nivel nulo, el 41,7 % en desarrollo, el 25,0 % en implementación y apenas el 8,3 % en acción. Sin embargo, el 75,0 % manifestó interés alto o muy alto en implementar inteligencia artificial y Big Data en la gestión de proyectos. Esta diferencia muestra que el sector no rechaza las tecnologías emergentes, pero todavía no cuenta con las condiciones suficientes para apropiarlas plenamente. Felicetti et al. (2024) explican que la adopción de herramientas de inteligencia artificial en la gestión de proyectos depende de factores como actitud frente a la innovación, utilidad percibida, influencia organizacional y ajuste entre la tecnología y las tareas. En consecuencia, la disposición positiva encontrada en las empresas ladrilleras representa una oportunidad, pero debe ser acompañada por formación, asesoría, organización de datos y estrategias de implementación gradual.

La gestión de información también revela desafíos relevantes. El 41,6 % de las empresas utiliza información para la toma de decisiones de manera ocasional o nunca, mientras que el 50,0 % presenta uso nulo o bajo de datos comerciales. Además, el 83,4 % se ubica entre niveles bajo y medio de integración de información entre áreas. Estos datos evidencian que la información no siempre circula de manera integrada entre producción, administración, ventas, mantenimiento y dirección. Esta situación puede generar decisiones fragmentadas, seguimiento limitado y baja trazabilidad de los procesos. De acuerdo con Zabala-Vargas et al. (2023), el valor del Big Data en la gestión de proyectos se encuentra precisamente en la posibilidad de convertir grandes volúmenes de información en insumos útiles para la planeación, el control y la toma de decisiones. Por ello, la propuesta estratégica debe iniciar con una fase de fortalecimiento de la gestión de datos, antes de avanzar hacia soluciones más complejas.

En los procesos tácticos y operativos también se identificaron limitaciones. El 41,7 % de las empresas no cuenta con visión en tiempo real de la producción y otro 41,7 % solo tiene una visión parcial. Asimismo, el 41,7 % registra datos de máquinas y procesos de manera manual, mientras que el 33,3 % lo hace en Excel y solo el 25,0 % utiliza software especializado. Estos resultados son coherentes con la idea de que el sector se encuentra en una fase inicial de digitalización operativa. Chen et al. (2025) señalan que la inteligencia artificial puede aportar a sectores intensivos en procesos, como construcción e infraestructura, especialmente en productividad, gestión de recursos y reducción de ineficiencias; sin embargo, también destacan que su efectividad depende de la estandarización de datos y de la integración tecnológica. En el caso del sector ladrillero, los datos operativos existen, pero aún no se encuentran suficientemente automatizados, integrados o sistematizados para soportar modelos avanzados de análisis.

La infraestructura tecnológica y la seguridad de la información también constituyen elementos centrales de discusión. El 41,7 % de las empresas reportó una disponibilidad básica de equipos tecnológicos, el 25,0 % la consideró insuficiente y solo el 8,3 % la calificó como avanzada. Además, el 33,3 % no cuenta con conectividad entre máquinas, equipos o sistemas, y el 50,0 % presenta conectividad parcial. En materia de seguridad, el 58,3 % nunca realiza auditorías o revisiones de seguridad digital, y el 50,0 % no tiene definida una capacidad de respuesta ante incidentes de información. Estos resultados muestran que la transformación digital no puede reducirse a la incorporación de herramientas, sino que debe incluir infraestructura, conectividad, protección de datos y gobernanza de información. Mohammad et al. (2024) advierten que la integración de inteligencia artificial enfrenta barreras como interoperabilidad, costos, disponibilidad de datos y talento especializado. En ese sentido, la propuesta al sector

debe incluir medidas básicas de seguridad y respaldo de información para evitar que la digitalización incremente riesgos operativos o administrativos.

Los resultados sobre capacidades futuras del talento humano refuerzan la necesidad de formación. El 41,7 % de las empresas identificó la gestión y análisis de datos como capacidad prioritaria, el 33,3 % priorizó el uso de herramientas digitales, el 16,7 % inteligencia artificial y Big Data, y el 8,3 % ciberseguridad. Este hallazgo es consistente con la literatura sobre adopción tecnológica en pymes, la cual sostiene que la formación del talento humano es una condición clave para que la tecnología sea comprendida, apropiada y utilizada de manera efectiva (Pereira et al., 2024; Njah et al., 2025). En este sentido, la propuesta estratégica debe iniciar con alfabetización digital, manejo de datos, Excel avanzado, indicadores, visualización de información y conceptos básicos de inteligencia artificial y Big Data. Solo después de fortalecer estas capacidades será viable avanzar hacia aplicaciones más complejas.

De manera general, los resultados respaldan la necesidad de una propuesta estratégica y gradual, no de una implementación inmediata de tecnologías avanzadas. La baja adopción actual de inteligencia artificial y Big Data, la dependencia de Excel y registros manuales, la limitada integración entre áreas, la ausencia de responsables formales y las debilidades en seguridad muestran que el sector requiere primero fortalecer condiciones de base. Esta interpretación coincide con Zhu et al. (2024), quienes plantean que medir la madurez digital permite identificar brechas, orientar mejoras y establecer rutas de transformación ajustadas a la realidad organizacional. Por tanto, el principal aporte de esta investigación no está únicamente en diagnosticar el nivel actual de apropiación tecnológica, sino en traducir ese diagnóstico en estrategias viables para el sector ladrillero.

Estos resultados presentan correspondencia con diagnósticos recientes realizados en organizaciones colombianas vinculadas con construcción e ingeniería civil. Zabala-Vargas y Jaimes-Quintanilla (2026), a partir de una evaluación aplicada a 55 organizaciones, identificaron una madurez tecnológica promedio de 2,8 sobre 5, correspondiente a una etapa temprana de digitalización y con debilidades particularmente relevantes en estrategia y experiencia frente a Industria 4.0. Los autores concluyen que la transformación digital requiere articular la adopción tecnológica con capacidades humanas, liderazgo, gobernanza y preparación organizacional. Este planteamiento permite interpretar los hallazgos del sector ladrillero desde una perspectiva más amplia: el interés por incorporar IA y Big Data constituye una condición favorable, pero su aprovechamiento efectivo depende de desarrollar previamente capacidades internas que permitan sostener la transformación.

Finalmente, la discusión permite reconocer que la inteligencia artificial y el Big Data representan una oportunidad para fortalecer la gestión de proyectos en la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana, pero su implementación requiere un proceso progresivo. Los datos muestran que las empresas tienen interés en avanzar, pero aún necesitan organizar su información, definir indicadores, formar talento humano, mejorar infraestructura, fortalecer seguridad y formalizar responsables. En consecuencia, la propuesta estratégica planteada en el capítulo anterior responde directamente a los hallazgos del diagnóstico y se articula con la literatura revisada. De esta manera, la investigación confirma que la transformación digital en sectores tradicionales no debe entenderse como una adopción tecnológica aislada, sino como un proceso organizacional que integra personas, datos, procesos, herramientas, cultura y toma de decisiones.

7. CONCLUSIONES

La presente investigación permitió diseñar una propuesta estratégica para la implementación gradual de inteligencia artificial y Big Data en la gestión de proyectos de la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana. A partir del diagnóstico realizado, se evidenció que el sector presenta una madurez tecnológica inicial, caracterizada por el uso predominante de herramientas básicas, baja integración de información, limitada formalización de responsables digitales y una adopción incipiente de tecnologías emergentes. No obstante, también se identificó una disposición favorable hacia la capacitación y futura implementación de inteligencia artificial y Big Data, lo cual constituye una oportunidad para fortalecer la planeación, el seguimiento y la toma de decisiones en las empresas del sector.

En relación con el primer objetivo específico, orientado a diagnosticar el estado actual de apropiación de inteligencia artificial, Big Data y herramientas digitales en la gestión de proyectos, se concluye que las empresas ladrilleras participantes aún se encuentran en una etapa inicial de adopción tecnológica. El 58,3 % utiliza Excel como herramienta principal de gestión, el 16,7 % depende de registros manuales o mixtos y solo el 25,0 % emplea ERP u otro software administrativo. Asimismo, únicamente el 8,3 % de las empresas manifestó estar en nivel de acción frente al uso de inteligencia artificial y Big Data. Estos resultados evidencian que la apropiación de tecnologías emergentes todavía no está consolidada y que el sector requiere fortalecer primero sus capacidades básicas de digitalización y gestión de información.

Respecto al segundo objetivo específico, relacionado con caracterizar las condiciones de transformación digital, gestión de información y uso de datos en los procesos de planeación, seguimiento y toma de decisiones, se concluye que existen brechas importantes en la

organización e integración de la información. El 41,7 % de las empresas no cuenta con una visión en tiempo real de la producción, el 83,4 % presenta niveles bajo o medio de integración de información entre áreas y el 58,4 % reporta un uso nulo o bajo de indicadores para el seguimiento de proyectos. Esto demuestra que la toma de decisiones aún se apoya parcialmente en información dispersa, registros básicos o criterios empíricos, lo cual limita la trazabilidad, el control y la anticipación de riesgos en la gestión de proyectos.

En cuanto al tercer objetivo específico, orientado a analizar el interés, la disposición y las principales brechas organizacionales frente a la incorporación de tecnologías emergentes, se concluye que existe una diferencia significativa entre el nivel actual de adopción y la disposición futura de las empresas. Aunque el conocimiento sobre inteligencia artificial y Big Data es mayoritariamente básico y la adopción efectiva es baja, el 75,0 % de las empresas manifestó interés alto o muy alto en implementar estas tecnologías en la gestión de proyectos. Esta situación evidencia que el sector no rechaza la transformación digital, sino que requiere acompañamiento, formación, recursos, lineamientos y una ruta estratégica que facilite pasar del interés a la apropiación real.

Frente al cuarto objetivo específico, relacionado con formular estrategias para la implementación gradual de inteligencia artificial y Big Data, se concluye que la propuesta estratégica diseñada responde directamente a las necesidades identificadas en los resultados. Las estrategias planteadas —fortalecimiento de la gestión de datos, formación en inteligencia artificial y Big Data, implementación gradual de herramientas digitales, seguimiento mediante indicadores y seguridad de la información— permiten abordar las principales brechas del sector de manera progresiva y viable. En este sentido, la propuesta no plantea una incorporación

inmediata de tecnologías avanzadas, sino una ruta de madurez digital que inicia con la organización de datos y avanza hacia modelos de gestión más estructurados y basados en evidencia.

Como conclusión asociada a los resultados más relevantes, se establece que la principal brecha del sector ladrillero no es únicamente tecnológica, sino también organizacional y cultural. Los datos muestran que las empresas poseen experiencia productiva y disposición frente a la innovación, pero presentan limitaciones en formación, infraestructura, indicadores, integración de información, seguridad digital y responsables formales de transformación digital. Por tanto, la implementación de inteligencia artificial y Big Data solo será viable si se fortalecen previamente las condiciones internas que permiten registrar, procesar, analizar y utilizar información de manera confiable en la gestión de proyectos.

Finalmente, se concluye que la inteligencia artificial y el Big Data representan una oportunidad para fortalecer la gestión de proyectos en la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana, especialmente en procesos de planeación, seguimiento, control, análisis de datos, gestión de riesgos y toma de decisiones. Sin embargo, su aporte dependerá de que las empresas adopten una visión gradual, contextualizada y estratégica de la transformación digital. En consecuencia, el valor principal de esta investigación radica en ofrecer una propuesta aplicable al contexto del sector, basada en sus condiciones reales y orientada a cerrar la brecha entre el interés por innovar y la capacidad efectiva de implementación.

8. RECOMENDACIONES

Las empresas de la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana deberían iniciar sus procesos de transformación digital de manera gradual, priorizando la organización, depuración y estandarización de la información. Antes de implementar herramientas avanzadas de inteligencia artificial o Big Data, resulta necesario fortalecer los registros de producción, inventarios, mantenimiento, costos, ventas, proyectos y procesos administrativos. Esta etapa permitirá contar con datos más confiables para apoyar la planeación, el seguimiento y la toma de decisiones.

Resulta pertinente definir responsables internos para la gestión de proyectos y para los procesos de transformación digital. Los resultados evidenciaron que una parte significativa de las empresas no cuenta con responsables formales en estas áreas, lo cual puede dificultar la continuidad de las iniciativas tecnológicas. Por ello, cada empresa debería designar una persona o equipo encargado de liderar la organización de datos, el seguimiento de indicadores, la implementación de herramientas digitales y la articulación entre áreas.

También es importante desarrollar programas de formación práctica en gestión de datos, herramientas digitales, inteligencia artificial, Big Data y cultura digital. La capacitación debería iniciar con temas básicos como Excel avanzado, visualización de datos, organización de bases de información e indicadores de gestión, para luego avanzar hacia conceptos de inteligencia artificial, analítica de datos y automatización. Esta recomendación responde a la brecha identificada entre el interés alto de las empresas por implementar tecnologías emergentes y el conocimiento todavía básico sobre estas herramientas.

Como primera fase de implementación, conviene incorporar herramientas digitales de bajo costo y fácil adopción. Las empresas pueden iniciar con tableros de seguimiento, cronogramas digitales, bases de datos compartidas, indicadores en hojas de cálculo estructuradas o software administrativo básico. Posteriormente, cuando exista mayor madurez digital, podrán avanzar hacia sistemas más especializados, integración de datos, analítica avanzada y aplicaciones de inteligencia artificial.

Otro aspecto prioritario consiste en establecer indicadores mínimos para el seguimiento de proyectos y procesos operativos. Entre estos pueden incluirse cumplimiento de cronogramas, variación de costos, eficiencia productiva, tiempos de mantenimiento, cumplimiento de pedidos, rotación de inventarios, consumo de recursos, calidad del producto y frecuencia de actualización de información. Estos indicadores permitirán pasar de una gestión reactiva a una gestión más preventiva, medible y basada en datos.

La seguridad de la información y la gobernanza básica de datos deben incorporarse como componentes transversales del proceso de transformación digital. A medida que las empresas avancen hacia una mayor digitalización, también deberán implementar prácticas mínimas como copias de seguridad, control de accesos, definición de usuarios, protección de archivos, actualización de contraseñas y revisión periódica de riesgos digitales. Esto permitirá proteger la información empresarial y reducir vulnerabilidades asociadas al uso creciente de herramientas tecnológicas.

La propuesta estratégica planteada en esta investigación podría aplicarse inicialmente como un plan piloto en una o varias empresas del sector ladrillero. Esta aplicación permitiría validar la pertinencia de las estrategias, ajustar actividades, medir avances y generar aprendizajes

antes de escalar la propuesta a otras organizaciones. El piloto podría iniciar con la estrategia de gestión de datos y formación, por ser las bases necesarias para cualquier implementación posterior de inteligencia artificial y Big Data.

Desde el ámbito académico, UNIMINUTO y la Especialización en Gerencia de Proyectos pueden continuar promoviendo investigaciones aplicadas sobre tecnologías emergentes en sectores productivos tradicionales. Este tipo de estudios permite conectar la formación académica con problemáticas reales del entorno regional y generar propuestas útiles para empresas que requieren modernizar sus procesos de gestión, pero que no siempre cuentan con capacidades técnicas o financieras para hacerlo de manera inmediata.

Como línea futura de investigación, sería conveniente ampliar el estudio a una muestra mayor de empresas ladrilleras de Norte de Santander o de otros departamentos con presencia significativa del sector cerámico. También sería pertinente realizar estudios comparativos entre sectores manufactureros tradicionales, así como investigaciones mixtas que incluyan entrevistas a gerentes, trabajadores y expertos en transformación digital. Esto permitiría profundizar en barreras culturales, económicas y organizacionales que no siempre se evidencian completamente mediante encuestas.

Finalmente, una etapa posterior podría evaluar la implementación real de la propuesta estratégica. El presente estudio diseñó una ruta de implementación basada en diagnóstico y análisis descriptivo; sin embargo, futuras investigaciones podrían medir el impacto de las estrategias en indicadores concretos como reducción de registros manuales, aumento de procesos digitalizados, mejora en seguimiento de proyectos, uso de tableros de control, capacitación del personal y toma de decisiones basada en datos.

Referencias

Adamantiadou, D. S., & Moussiades, L. (2025). Leveraging artificial intelligence in project management: A systematic review of applications, challenges, and future directions. *Computers, 14*(2), 66. https://doi.org/10.3390/computers14020066

Chen, K., Zhou, X., Bao, Z., Skibniewski, M. J., & Fang, W. (2025). Artificial intelligence in infrastructure construction: A critical review. *Frontiers of Engineering Management, 12*(1), 24–38. https://doi.org/10.1007/s42524-024-3128-5

Corporación Ambiental Empresarial. (2015). *Inventario nacional del sector ladrillero*. CAEM.

Corporación Universitaria Minuto de Dios. (2025). *Encuesta nivel de madurez tecnológica en la gestión de proyectos*. UNIMINUTO.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2024). *La economía digital en el Sistema de Cuentas Nacionales: Resultados experimentales 2017pr–2023pr*. DANE.

Departamento Nacional de Planeación. (2019). *Documento CONPES 3975: Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial*. DNP.

Departamento Nacional de Planeación. (2025). *Documento CONPES 4144: Política nacional de inteligencia artificial*. DNP.

Felicetti, A. M., Cimino, A., Mazzoleni, A., & Ammirato, S. (2024). Artificial intelligence and project management: An empirical investigation on the appropriation of generative chatbots by project managers. *Journal of Innovation & Knowledge, 9*(3), 100545. https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100545

Fonseca, S. S., Benito, P. A., & Piña Ramírez, C. (2024). Digital horizons in construction: A comprehensive system for excellence in project management. *Buildings, 14*(7), 2228. https://doi.org/10.3390/buildings14072228

Jaimes-Quintanilla, M., Rozo-Rojas, I., Rodríguez-Barrera, D., & Zabala-Vargas, S. (2026). A smart framework for integrating artificial intelligence, data science, and IoT in construction project management. In *International Conference on Knowledge Management in Organizations* (pp. 393–404). Springer Nature Switzerland.

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.

JASP Team. (2026). *JASP* (Version 0.96.0) [Computer software].

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2024). *Hoja de ruta para garantizar la adopción ética y sostenible de la inteligencia artificial en Colombia*. MinCiencias.

Mohammad, A., & Chirchir, B. (2024). Challenges of integrating artificial intelligence in software project planning: A systematic literature review. *Digital, 4*(3), 555–571.

Narváez Ortega, M. S., Sánchez Zúñiga, J. V., & Sánchez Molina, J. (2022). Comportamiento térmico de diferentes tipologías de ladrillo producidos por el clúster cerámico de Norte de Santander. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, 2*(40), 47–52. https://doi.org/10.24054/rcta.v2i40.2351

Nenni, M. E., De Felice, F., De Luca, C., & Forcina, A. (2025). How artificial intelligence will transform project management in the age of digitization: A systematic literature review. *Management Review Quarterly*, *75*(2), 1669–1716.

Njah, S., Danjou, C., Armellini, F., Beaudry, C., & Mosconi, E. (2025). A digital maturity model for assessing SMEs in the manufacturing sector. *Digital Engineering*, 100084.

Pereira, B., Indriyani, F., McMurray, A., & Cebulla, A. (2024). Artificial intelligence adoption in small and medium enterprises: A systematic literature review under the lens of absorptive capacity framework. En *37th ANZAM Conference* (p. 1219).

Project Management Institute. (2021). *The standard for project management and a guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)* (7th ed.). Project Management Institute.

Project Management Institute. (2024a). *Artificial intelligence in project management*. Project Management Institute.

Project Management Institute. (2024b). *The future of project work: Pulse of the Profession® 2024*. Project Management Institute.

Rico-García, S. Y. (2023). Comportamiento térmico de la arcilla cocida en espacios construidos, en el clima cálido semihúmedo de Cúcuta. *Revista de Arquitectura, 25*(1), 158–172. https://doi.org/10.14718/RevArq.2023.25.3987

Rueda-Carvajal, G. D., Tobar-Rosero, O. A., Sánchez-Zuluaga, G. J., Candelo-Becerra, J. E., & Flórez-Celis, H. A. (2025). Opportunities and challenges of Industries 4.0 and 5.0 in Latin America. *Sci, 7*(2), 68. https://doi.org/10.3390/sci7020068

Sánchez Molina, J., & Monroy Sepúlveda, R. (2009). *Cluster de la cerámica en Norte de Santander: Una opción para el desarrollo regional*. Universidad Francisco de Paula Santander.

Sánchez Molina, J., & Ramírez Delgado, P. (2013). *El clúster de la cerámica del Área Metropolitana de Cúcuta* (1.ª ed.). Universidad Francisco de Paula Santander.

Sánchez-Molina, J., González Mendoza, J., & Avendaño Castro, W. R. (2019). *El clúster cerámico: Apuesta de desarrollo socioeconómico de Norte de Santander*. Ecoe Ediciones.

Universidad Francisco de Paula Santander. (2023). *El diseño de producto cerámico como estrategia de mitigación de transferencia de calor*. Editorial UFPS.

Velásquez, D. A. Y. (2020). Análisis del sector arcillero en Norte de Santander como clúster estratégico para el desarrollo regional. *Social Science Horizons, 1*(1), 1–15.

Zabala-Vargas, S., Jaimes-Quintanilla, M. A., & Jiménez-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., & Jaimes-Quintanilla, M. (2026). **A holistic** model for managing construction projects through artificial intelligence, data science, and IoT. In *2026 International Conference on Artificial Intelligence, Computer, Data Sciences and Applications (ACDSA)* (pp. 1–6). IEEE.

Zhu, H., Wang, L., Li, C., Philbin, S. P., Li, H., Li, H., & Skitmore, M. (2024). Building a digital transformation maturity evaluation model for construction enterprises based on the analytic hierarchy process and decision-making trial and evaluation laboratory method. *Buildings, 14*(1), 91. https://doi.org/10.3390/buildings14010091

Anexos

Anexo 1. Instrumento de recolección de información

El instrumento utilizado corresponde a una encuesta estructurada de nivel de madurez tecnológica en la gestión de proyectos, tomada como base del instrumento institucional de UNIMINUTO. Su propósito fue identificar el nivel de apropiación, conocimiento, uso e interés de implementación de tecnologías emergentes, especialmente inteligencia artificial, Big Data, analítica de datos y herramientas asociadas con la transformación digital en empresas de la industria ladrillera de Cúcuta y su área metropolitana.

Declaración inicial de consentimiento informado

Antes de iniciar la encuesta, se informó a los participantes que la investigación tenía fines exclusivamente académicos, que la participación era voluntaria, que la información sería tratada de manera confidencial y que los resultados se presentarían de forma agregada, sin revelar la identidad de las empresas ni de los participantes.

Pregunta de aceptación:

1. ¿Acepta participar voluntariamente en esta investigación y autoriza el uso académico de la información suministrada?

   - Sí
   - No

Bloque A. Caracterización empresarial

2. Tamaño de la empresa:

   - Microempresa

- Pequeña empresa
- Mediana empresa

3. Antigüedad de la empresa en el sector:

- 1 a 5 años
- 6 a 10 años
- Más de 10 años

4. Cargo del participante:

- Gerente o propietario
- Administrador
- Jefe o responsable de producción
- Otro cargo relacionado

5. Herramienta principal utilizada para la gestión empresarial:

- Registros manuales o mixtos
- Excel
- ERP u otro software administrativo

6. Existencia de responsable o área encargada de la gestión de proyectos:

- No existe responsable definido
- Existe responsable informal
- Existe responsable o área formal

7. Tipo de proyectos más frecuentes en la empresa:

- Mejora productiva

- Mantenimiento o adecuación operativa
- Expansión o inversión
- Digitalización o tecnología

Bloque B. Modelo de negocio y producto

8. Nivel de existencia de una estrategia de transformación digital:

- Nula
- Existe la iniciativa
- En desarrollo
- En implementación
- En acción

9. Nivel de uso de indicadores para el seguimiento de proyectos:

- Nulo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto

10. Interés de la empresa en recibir capacitación sobre tecnologías emergentes:

- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto

11. Nivel de conocimiento sobre inteligencia artificial y Big Data:

    - Nulo
    - Básico
    - Intermedio
    - Avanzado

12. Frecuencia con la que se utiliza información para la toma de decisiones:

    - Nunca
    - Ocasionalmente
    - Frecuentemente
    - Siempre

13. Nivel de apoyo de la dirección frente al desarrollo tecnológico:

    - Bajo
    - Medio
    - Alto
    - Muy alto

Bloque C. Clientes y proveedores

14. Nivel de uso de canales digitales en la relación con clientes y proveedores:

    - Nulo
    - Bajo
    - Medio
    - Alto

15. Nivel de digitalización de la información de clientes y proveedores:

    - Manual o no sistematizada
    - Parcialmente digitalizada
    - Sistematizada

16. Nivel de uso de datos comerciales para la toma de decisiones:

    - Nulo
    - Bajo
    - Medio
    - Alto

Bloque D. Procesos a nivel táctico y operativo

17. Nivel de visión en tiempo real de la producción:

    - Nula
    - Parcial
    - Alta

18. Capacidad de flexibilidad ante cambios en la demanda:

    - Baja
    - Media
    - Alta

19. Forma principal de registro de datos de máquinas y procesos:

    - Manual
    - Excel

- Software especializado

20. Nivel de uso de datos operativos para la toma de decisiones:

- Bajo
- Medio
- Alto

21. Nivel de integración de información entre áreas:

- Bajo
- Medio
- Alto

22. Herramientas utilizadas para mejorar la eficiencia operativa:

- Registros manuales
- Excel
- Software especializado

Bloque E. Infraestructura y seguridad

23. Disponibilidad de equipos tecnológicos:

- Insuficiente
- Básica
- Adecuada
- Avanzada

24. Nivel de conectividad entre máquinas, equipos o sistemas:

- Nula
- Parcial
- Amplia

25. Nivel de seguridad de la información:

- Bajo
- Medio
- Alto

26. Realización de auditorías o revisiones de seguridad digital:

- Nunca
- Ocasionalmente
- Periódicamente

27. Capacidad de respuesta ante incidentes de información:

- No definida
- Informal
- Formal

Bloque F. Estrategia y experiencia en Industria 4.0

28. Existencia de responsable de transformación digital:

- No existe
- Responsable informal
- Responsable formal

29. Capacidad futura prioritaria para el talento humano:

- Gestión y análisis de datos
- Uso de herramientas digitales
- Inteligencia artificial y Big Data
- Ciberseguridad

30. Nivel en que la empresa aborda ineficiencias mediante sistemas inteligentes:

- No se realiza
- Pilotos o iniciativas iniciales
- Sí se realiza

31. Importancia atribuida a la inteligencia artificial:

- Baja
- Media
- Alta
- Muy alta

32. Importancia atribuida al Big Data:

- Baja
- Media
- Alta
- Muy alta

33. Nivel actual de adopción de inteligencia artificial y Big Data:

- Nulo
- En desarrollo

- En implementación
- En acción

34. Interés en implementar inteligencia artificial y Big Data en la gestión de proyectos:

- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto

Anexo 2. Matriz completa de codificación de variables

Tabla A 1

Matriz completa de codificación de variables del instrumento

Código	Variable	Tipo de variable	Codificación aplicada
P1	Consentimiento informado	Dicotómica	0 = No acepta; 1 = Acepta
P2	Tamaño de empresa	Nominal	1 = Microempresa; 2 = Pequeña empresa; 3 = Mediana empresa
P3	Antigüedad	Ordinal	1 = 1 a 5 años; 2 = 6 a 10 años; 3 = Más de 10 años
P4	Cargo del participante	Nominal	1 = Gerente o propietario; 2 = Administrador; 3 = Jefe o responsable de producción; 4 = Otro cargo relacionado
P5	Herramienta principal de gestión	Nominal	1 = Registros manuales o mixtos; 2 = Excel; 3 = ERP u

			otro software administrativo
P6	Responsable de gestión de proyectos	Ordinal	1 = No existe; 2 = Responsable informal; 3 = Responsable formal
P7	Tipo de proyectos frecuentes	Nominal	1 = Mejora productiva; 2 = Mantenimiento o adecuación; 3 = Expansión o inversión; 4 = Digitalización o tecnología
P8	Estrategia de transformación digital	Ordinal	1 = Nula; 2 = Existe la iniciativa; 3 = En desarrollo; 4 = En implementación; 5 = En acción
P9	Indicadores de seguimiento	Ordinal	1 = Nulo; 2 = Bajo; 3 = Medio; 4 = Alto; 5 = Muy alto
P10	Interés en capacitación	Ordinal	1 = Bajo; 2 = Medio; 3 = Alto; 4 = Muy alto
P11	Conocimiento sobre IA y Big Data	Ordinal	1 = Nulo; 2 = Básico; 3 = Intermedio; 4 = Avanzado
P12	Uso de información para decidir	Ordinal	1 = Nunca; 2 = Ocasionalmente; 3 = Frecuentemente; 4 = Siempre
P13	Apoyo de la dirección	Ordinal	1 = Bajo; 2 = Medio; 3 = Alto; 4 = Muy alto
P14	Canales digitales con clientes/proveedores	Ordinal	1 = Nulo; 2 = Bajo; 3 = Medio; 4 = Alto

P15	Digitalización de clientes/proveedores	Ordinal	1 = Manual o no sistematizada; 2 = Parcialmente digitalizada; 3 = Sistematizada
P16	Uso de datos comerciales	Ordinal	1 = Nulo; 2 = Bajo; 3 = Medio; 4 = Alto
P17	Visión en tiempo real de producción	Ordinal	1 = Nula; 2 = Parcial; 3 = Alta
P18	Flexibilidad ante cambios en demanda	Ordinal	1 = Baja; 2 = Media; 3 = Alta
P19	Registro de datos de máquinas/procesos	Nominal ordinal	1 = Manual; 2 = Excel; 3 = Software especializado
P20	Uso de datos operativos	Ordinal	1 = Bajo; 2 = Medio; 3 = Alto
P21	Integración de información entre áreas	Ordinal	1 = Bajo; 2 = Medio; 3 = Alto
P22	Herramientas para mejorar eficiencia	Nominal ordinal	1 = Registros manuales; 2 = Excel; 3 = Software especializado
P23	Equipos tecnológicos	Ordinal	1 = Insuficiente; 2 = Básica; 3 = Adecuada; 4 = Avanzada
P24	Conectividad entre máquinas/sistemas	Ordinal	1 = Nula; 2 = Parcial; 3 = Amplia
P25	Seguridad de la información	Ordinal	1 = Bajo; 2 = Medio; 3 = Alto
P26	Auditorías de seguridad digital	Ordinal	1 = Nunca; 2 = Ocasionalmente; 3 = Periódicamente
P27	Respuesta ante incidentes	Ordinal	1 = No definida; 2 = Informal; 3 = Formal

P28	Responsable de transformación digital	Ordinal	1 = No existe; 2 = Responsable informal; 3 = Responsable formal
P29	Capacidad futura prioritaria	Nominal	1 = Gestión y análisis de datos; 2 = Herramientas digitales; 3 = IA y Big Data; 4 = Ciberseguridad
P30	Uso de sistemas inteligentes ante ineficiencias	Ordinal	1 = No se realiza; 2 = Pilotos o iniciativas iniciales; 3 = Sí se realiza
P31	Importancia de la inteligencia artificial	Ordinal	1 = Baja; 2 = Media; 3 = Alta; 4 = Muy alta
P32	Importancia del Big Data	Ordinal	1 = Baja; 2 = Media; 3 = Alta; 4 = Muy alta
P33	Adopción de IA y Big Data	Ordinal	1 = Nulo; 2 = En desarrollo; 3 = En implementación; 4 = En acción
P34	Interés en implementar IA y Big Data	Ordinal	1 = Bajo; 2 = Medio; 3 = Alto; 4 = Muy alto

Nota. Elaboración propia.

Anexo 3. Base de datos

Tabla A 2

Base codificada. Caracterización empresarial

Empresa	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Empresa 01	2	3	1	2	2	1
Empresa 02	1	1	2	1	1	2

Empresa 03	2	2	3	2	2	1
Empresa 04	3	3	1	3	3	3
Empresa 05	2	3	2	2	2	1
Empresa 06	1	2	4	1	1	2
Empresa 07	2	3	1	2	3	1
Empresa 08	3	2	3	3	2	3
Empresa 09	2	1	2	2	1	1
Empresa 10	1	3	4	2	1	2
Empresa 11	2	2	2	3	3	4
Empresa 12	3	3	1	2	2	1

Nota. Elaboración propia.

Tabla A 3

Base codificada. Modelo de negocio, clientes y proveedores

Empresa	**P8**	**P9**	**P10**	**P11**	**P12**	**P13**	**P14**	**P15**	**P16**
Empresa 01	2	3	3	2	3	3	3	2	3
Empresa 02	1	2	2	1	2	1	2	1	1
Empresa 03	3	3	3	3	3	3	3	2	3

Empresa 04	4	4	4	4	4	4	4	3	4
Empresa 05	2	3	3	2	3	3	3	2	3
Empresa 06	1	2	1	1	2	1	2	1	2
Empresa 07	3	3	4	3	3	3	4	3	3
Empresa 08	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Empresa 09	1	2	2	1	2	2	2	1	2
Empresa 10	2	2	3	2	3	3	3	2	2

Empresa 11	3	4	4	3	4	4	4	3	4
Empresa 12	2	3	3	3	4	4	4	3	4

Nota. Elaboración propia.

Tabla A 4

Base codificada. Procesos, infraestructura y seguridad

Empresa	**P17**	**P18**	**P19**	**P20**	**P21**	**P22**	**P23**	**P24**	**P25**	**P26**	**P27**
Empresa 01	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
Empresa 02	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Empresa 03	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
Empresa 04	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3
Empresa 05	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
Empresa 06	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Empresa 07	2	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2
Empresa 08	2	2	3	2	3	3	3	3	2	2	2
Empresa 09	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1
Empresa 10	1	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1
Empresa 11	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Empresa 12	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1

Nota. Elaboración propia.

Tabla A 5

Base codificada. Estrategia, Industria 4.0, IA y Big Data

Empresa	**P28**	**P29**	**P30**	**P31**	**P32**	**P33**	**P34**
Empresa 01	2	1	2	3	3	2	3
Empresa 02	1	2	1	2	2	1	2
Empresa 03	2	1	2	3	3	3	3
Empresa 04	3	3	3	4	4	4	4
Empresa 05	1	1	2	3	3	2	3
Empresa 06	1	2	1	1	1	1	1
Empresa 07	2	3	2	4	4	3	4
Empresa 08	1	1	2	3	3	2	3
Empresa 09	1	2	1	2	2	1	2
Empresa 10	1	1	2	3	3	2	3
Empresa 11	3	3	3	4	4	3	4
Empresa 12	1	1	2	4	4	2	3

Nota. Elaboración propia.