

ANÁLISIS DEL PRINCIPAL DESAFÍO QUE ENFRENTAN LAS INDUSTRIAS DEL SECTOR
INGENIERÍA, MANUFACTURERA Y AGRICULTURA EN COLOMBIA



Análisis del principal desafío que enfrentan las industrias del sector Ingeniería, Industria
Manufacturera y Agricultura en Colombia para adoptar tecnologías digitales en sus
procesos desde el enfoque de gestión de proyectos

Sonia Mayerly Sierra González

Corporación Universitaria Minuto de Dios
Rectoría Virtual
Programa Especialización en Gerencia de Proyectos
Noviembre de 2024

ANÁLISIS DEL PRINCIPAL DESAFÍO QUE ENFRENTAN LAS INDUSTRIAS DEL SECTOR
INGENIERÍA, MANUFACTURERA Y AGRICULTURA EN COLOMBIA

Análisis del principal desafío que enfrentan las industrias del sector Ingeniería, Industria
Manufacturera y Agricultura en Colombia para adoptar tecnologías digitales en sus procesos
desde el enfoque de gestión de proyectos

Sonia Mayerly Sierra González

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

Asesor(a)

Sergio Andrés Zabala Vargas
Doctor(c) en Tecnología Educativa

Corporación Universitaria Minuto de Dios
Rectoría Virtual
Programa Especialización en Gerencia de Proyectos
Noviembre de 2024

ANÁLISIS DEL PRINCIPAL DESAFÍO QUE ENFRENTAN LAS INDUSTRIAS DEL SECTOR INGENIERÍA, MANUFACTURERA Y AGRICULTURA EN COLOMBIA

Contenido

Lista de tablas	5
Lista de anexos.....	5
Resumen.....	6
Introducción	8
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1. Descripción del problema	10
1.2. Pregunta de investigación	12
1.3. Objetivos de investigación.....	12
1.3.1. Objetivo general.....	12
1.3.2. Objetivos específicos	13
1.4. Justificación de la investigación	13
2. MARCO DE REFERENCIA	16
2.1. Marco Teórico.....	16
2.1.1. Teorías soporte del tema de investigación	16
2.2. Estado del arte.....	20
2.3. Marco Legal	24
3. Marco metodológico	26
3.1. Enfoque y alcance de la investigación	26
3.2. Población y muestra.....	26
3.3. Instrumentos de recolección de información	27
3.4. Descripción de procedimientos.....	29
3.5. Análisis de información	30
3.6. Consideraciones éticas	31
3.6.1. Análisis de consideraciones éticas	31
3.6.2. Instrumentos de aceptación y autorización	31
4. HIPÓTESIS.....	32
4.1. Las variables	32
4.1.1. Variable(s) independiente(s).....	32
4.1.2. Variable(s) dependiente(s)	33

ANÁLISIS DEL PRINCIPAL DESAFÍO QUE ENFRENTAN LAS INDUSTRIAS DEL SECTOR INGENIERÍA, MANUFACTURERA Y AGRICULTURA EN COLOMBIA

5. RESULTADOS.....	34
5.1. Presentación de resultados	34
5.2. Propuesta al sector	43
5.3. Discusión.....	47
6. CONCLUSIONES	50
7. Referencias.....	51
Anexos	55

ANÁLISIS DEL PRINCIPAL DESAFÍO QUE ENFRENTAN LAS INDUSTRIAS DEL SECTOR INGENIERÍA, MANUFACTURERA Y AGRICULTURA EN COLOMBIA

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Resultados Modelo de Negocio.	34
Tabla 2. Resultado inversión futura en campos tecnológicos.....	38
Tabla 3. Resultados relación con clientes.....	40

Lista de anexos

Anexo 1. Encuesta nivel de madurez tecnológica (apropiación) en la gestión de proyectos	55
---	----

Resumen

Este estudio analiza los principales desafíos que enfrentan las industrias de los sectores de Ingeniería, Industria Manufacturera y Agricultura en Colombia para adoptar tecnologías digitales en sus procesos, desde la perspectiva de la gestión de proyectos. En la actual era de la digitalización, conocida como Industria 4.0, las organizaciones buscan integrar los últimos avances tecnológicos y optimizar sus sistemas de producción a través de la transformación digital. Sin embargo, esta adopción no está exenta de desafíos, especialmente en términos de resistencia al cambio, limitaciones presupuestarias y falta de estrategias claras desde la alta dirección.

El objetivo central de este estudio es proponer estrategias, basadas en la gestión de proyectos, que faciliten la implementación de tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y la automatización en los sectores mencionados. Estas estrategias se enfocan en abordar los desafíos económicos, ambientales y sociales que limitan la transformación digital en dichos sectores.

Con un enfoque cuantitativo, la investigación recopila datos mediante encuestas aplicadas a empresas clave de cada sector. Las encuestas exploran no solo los obstáculos en la adopción de nuevas tecnologías, sino también los beneficios tangibles e intangibles que esta transformación ha traído a los procesos productivos de las empresas. Los resultados del estudio reflejan un panorama de desafíos, en cuanto el sector de Ingeniería, la adopción de estrategias digitales es baja, con un 75% de empresas en etapa Nulo, aunque existe interés en capacitación y uso de tecnologías emergentes. En la Industria Manufacturera, la madurez digital es mayor, con solo un 9% en etapa Nulo y un 45% de empresas avanzadas en el uso de datos y tecnologías. El sector Agrícola muestra una adopción lenta en estrategias digitales, con un 50% en etapa Nulo, pero destaca en la integración de tecnologías emergentes en productos, alcanzando un 67% en etapa de Acción.

El estudio concluye que la digitalización, impulsada por tecnologías emergentes como el IoT y la IA, ofrece soluciones viables para mejorar la eficiencia, productividad y sostenibilidad de las empresas. Aquellas que logren superar las barreras iniciales podrán no solo incrementar su competitividad, sino también contribuir al crecimiento sostenible y eficiente de sus industrias. La transformación digital, correctamente gestionada, tiene el potencial de fortalecer las bases

estructurales de estos sectores en Colombia, promoviendo una mayor integración tecnológica y productividad.

Palabras clave: Transformación digital, Industria 4.0, IoT, IA, gestión de proyectos, automatización, adopción tecnológica, Ingeniería, Industria Manufacturera, Agricultura.

Introducción

En la actualidad, la automatización y la transformación digital están transformando los sectores productivos a nivel global, impulsando a empresas de todos los tamaños, incluidas las PYMES, a adoptar tecnologías avanzadas para mejorar su competitividad y eficiencia. Un informe de McKinsey & Company destaca que la implementación de la automatización puede incrementar la productividad en un 30% o más, al reducir errores humanos, optimizar procesos y permitir que los trabajadores se centren en actividades de mayor valor agregado (Carbonell, 2024).

En Colombia, el crecimiento empresarial ha sido moderado, con un aumento del 0.2% en el número de empresas registradas al cierre de 2023 en comparación con el año anterior. Las medianas empresas constituyen solo el 0.8% del total nacional, con Bogotá como epicentro del desarrollo económico y empresarial en el país (MINCIT, 2024). Sin embargo, la adopción de tecnologías digitales y de automatización presenta retos significativos en este contexto.

Entre los principales desafíos se encuentran los bajos niveles de inversión en investigación y desarrollo, la falta de capacitación adecuada del personal y una resistencia cultural al cambio dentro de las organizaciones. Estos factores limitan la capacidad de las PYMES para aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece la digitalización.

Este trabajo tiene como objetivo proponer estrategias desde la gestión de proyectos para facilitar la adopción de tecnologías digitales en los sectores de Ingeniería, Industria Manufacturera y Agricultura en Colombia. Desde un enfoque de gestión de proyectos, se buscará comprender cómo estas empresas pueden superar las barreras actuales y facilitar la transición hacia un modelo de operación más automatizado y eficiente.

Esta investigación se estructura en seis capítulos de la siguiente manera: en el primer capítulo se realiza la descripción del problema que motivó la investigación (Planteamiento del problema), se define el interrogante central que guía el estudio (pregunta de investigación), los objetivos y la justificación. El segundo capítulo detalla el marco de referencia, que incluye el marco teórico, el estudio del arte y el marco legal. En el tercer capítulo se describe de manera detallada el diseño

metodológico, abarcando la recolección y análisis de datos. El cuarto capítulo está dedicado a la definición de la hipótesis. El quinto capítulo presenta los resultados y la discusión. Finalmente, en el sexto capítulo se exponen las conclusiones.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

El sector de la ingeniería, la industria manufacturera y la agricultura en Colombia ha sido un pilar fundamental para la economía del país, impulsando la generación de empleo, la expansión de mercados y el crecimiento económico sostenible. Sin embargo, en la era de la transformación digital, estos sectores se enfrentan a un desafío crucial: la adopción de tecnologías digitales y automatizadas en sus procesos productivos. Según datos de la Cámara Colombiana de Comercio Electrónico (CCCE), Colombia aún está por debajo del promedio latinoamericano en la implementación de estas tecnologías, lo que limita su capacidad para competir a nivel global y aprovechar las oportunidades que ofrece la cuarta revolución industrial.

Además, la agricultura, como sector clave en el suministro de alimentos, ha evolucionado en paralelo con el desarrollo humano, adaptándose continuamente a las demandas globales. No obstante, enfrenta un nuevo desafío crítico: la adopción de tecnologías digitales, como la inteligencia artificial y el Internet de las cosas, para mejorar la eficiencia y productividad. Este reto se agrava con la disminución de la mano de obra rural, lo que resalta la necesidad de implementar soluciones tecnológicas que optimicen los procesos productivos (Wang & Zhao, 2024). En este contexto, la gestión de proyectos desempeña un rol crucial para facilitar la integración efectiva de estas tecnologías en la industria agrícola colombiana.

La creciente demanda alimentaria, impulsada por el crecimiento de la población mundial de 7.700 millones de personas hoy a 9.700 millones en 2050, presenta un desafío crítico para la agricultura y la seguridad alimentaria global. Según un informe reciente de la FAO, será necesario incrementar en casi un 50% la producción de alimentos, forrajes y biocombustibles para cubrir las necesidades de esta población en expansión. Paralelamente, persisten problemas como la subalimentación, con 821 millones de personas sufriendo hambre, mientras que la obesidad sigue en aumento. A esto se suma el hecho de que un tercio de los alimentos producidos a nivel global se desperdicia debido a deficiencias en los procesos de procesamiento, distribución y almacenamiento (Universidad EAFIT, s.f.).

La transformación digital en el sector agropecuario enfrenta diversos obstáculos, que varían según el tamaño de las empresas. Las grandes empresas a menudo se ven afectadas por la resistencia interna al cambio, la falta de un presupuesto adecuado y la indefinición en las responsabilidades para implementar soluciones digitales. En las pymes, además de los recursos financieros limitados, la falta de urgencia para adoptar estas tecnologías ralentiza el proceso. Las microempresas agropecuarias, en su mayoría, encuentran su principal barrera en la escasez de recursos. Adicionalmente, un porcentaje significativo del sector empresarial, el 67.1%, no realiza análisis de retorno de la inversión ni estudios de mercado o análisis de riesgo, lo que dificulta evaluar y encarar adecuadamente la transformación digital (Cámara de Comercio de Bogotá, 2019).

Entre los factores más críticos que dificultan esta adopción, se destacan la falta de conciencia sobre los beneficios que la automatización puede aportar, la resistencia al cambio en algunos sectores industriales, y la falta de formación y habilidades técnicas necesarias para implementar y gestionar estas tecnologías de manera eficiente. A pesar de que muchas empresas reconocen el potencial de la digitalización, aún prevalece un escepticismo sobre su viabilidad económica, su retorno sobre la inversión y los impactos en la sostenibilidad y competitividad a largo plazo (Carbonell, 2024).

Este reto es aún más complejo si se considera que la transformación digital no solo requiere una inversión en infraestructura tecnológica, sino también un cambio profundo en la cultura organizacional. Los empresarios tradicionales, especialmente en pequeñas y medianas empresas (PYME), a menudo se aferran a prácticas heredadas que obstaculizan la adopción de nuevas tecnologías. Además, la falta de políticas gubernamentales claras y accesibles para incentivar esta transformación tecnológica añade una capa adicional de dificultad. Según Dimas Pastrana (2022), la superación de estas barreras requiere no solo una estrategia técnica y económica, sino también un enfoque holístico que considere los impactos ambientales, sociales y culturales.

Por lo tanto, resulta imperativo identificar los principales desafíos que enfrentan estas industrias en Colombia para integrar tecnologías digitales, y desde una perspectiva de gestión de proyectos, proponer soluciones que faciliten este proceso de transformación. Esto implica diseñar rutas críticas que permitan cerrar las brechas existentes, promover la capacitación especializada y

generar una mayor confianza en los beneficios tangibles de la digitalización. Solo así será posible que las industrias colombianas aprovechen al máximo las oportunidades que la revolución digital puede ofrecer, asegurando su relevancia y sostenibilidad en un entorno económico cada vez más competitivo y globalizado.

1.2. Pregunta de investigación

Con el desarrollo de este proyecto de investigación se pretende dar respuesta a la siguiente pregunta:

¿Cuál es el principal desafío que enfrentan las industrias del sector Ingeniería, Industria Manufacturera y Agricultura en Colombia para adoptar tecnologías digitales en sus procesos desde el enfoque de gestión de proyectos?

1.3. Objetivos de investigación

A continuación, se detalla el objetivo general y los objetivos específicos del presente trabajo de investigación, los cuales se orientan hacia la identificación y análisis de los principales desafíos que enfrentan los sectores de ingeniería, Industria manufactura y agricultura para adoptar tecnologías digitales en sus procesos productivos.

1.3.1. Objetivo general

Proponer estrategias desde la gestión de proyectos para facilitar la adopción de tecnologías digitales en los sectores de Ingeniería, Industria Manufacturera y Agricultura en Colombia, enfocándose en los desafíos económicos, ambientales y sociales que afectan la transformación digital en dichos sectores.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el nivel actual de adopción de tecnologías digitales en los sectores de Ingeniería, Industria Manufacturera y Agricultura en Colombia.
- Identificar los principales desafíos, tanto económicos, ambientales como sociales, que enfrentan estos sectores para implementar tecnologías digitales en sus procesos productivos.
- Elaborar estrategias desde la gestión de proyectos que faciliten la adopción de tecnologías digitales en los sectores mencionados, abordando los desafíos identificados y promoviendo una transformación tecnológica sostenible y eficiente.

1.4. Justificación de la investigación

En la actual era de la digitalización y el uso de medios virtuales, las organizaciones en todo el mundo están adoptando estrategias para lograr un crecimiento inteligente dentro del contexto de la Industria 4.0 (Garrido, 2024). Este fenómeno representa la convergencia de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial (IA), el Internet de las cosas (IoT), el big data y la automatización, las cuales están revolucionando profundamente industrias, mercados y sociedades. El progreso tecnológico, especialmente en el ámbito digital, ha transformado no solo la manera en que las empresas operan, sino también cómo se diseñan, producen y comercializan bienes y servicios. Estas tecnologías digitales se han convertido en herramientas indispensables para diversas cadenas productivas y sectores económicos, desde la manufactura hasta la agricultura (Gal et al., 2019).

La adopción de tecnologías digitales en la industria no solo se traduce en mejoras en la eficiencia operativa y un mayor valor agregado en los productos, sino también en aumentos significativos en la productividad empresarial. Las empresas que integran estas innovaciones pueden optimizar sus procesos, reducir costos, mejorar la toma de decisiones basada en datos y

adaptarse rápidamente a las cambiantes demandas del mercado. Adicionalmente, este cambio tecnológico está generando nuevos modelos de negocio y abriendo oportunidades para la creación de valor a través de servicios digitales y productos personalizados (Carbonell, 2024)

A pesar de estos avances, en Colombia los sectores de Ingeniería, Industria Manufacturera y Agricultura se encuentran ante el desafío de adoptar estas tecnologías a gran escala, debido a factores económicos, sociales y ambientales. Según un informe publicado en 2022 por la firma de auditoría y consultoría EY. En Latinoamérica, Colombia se sitúa en el cuarto lugar en madurez digital en la región, todavía existen desafíos, como la de ampliar la inclusión digital en todas las regiones del país, mejorar la ciberseguridad y garantizar que todos los sectores de la sociedad se beneficien de manera equitativa de esta transformación. (Bernal, 2023)

El sector agropecuario ha experimentado cambios significativos en su participación en el Producto Interno Bruto (PIB) de Colombia. En la última década, su contribución aumentó del 6.3% en 2010 al 7.5% en 2020, y en 2023 alcanzó el 8.7%, reflejando su creciente importancia en la economía nacional (Banco Mundial). A pesar de este crecimiento, el sector agropecuario colombiano sigue siendo uno de los más rezagados en cuanto a la adopción de tecnologías digitales maduras. Aunque estas tecnologías tienen el potencial de optimizar la eficiencia y la productividad, su integración enfrenta obstáculos importantes, como la reducción de la mano de obra rural, el acceso limitado a infraestructura digital adecuada, y la falta de formación técnica para su uso eficiente (Wang & Zhao, 2024). En este contexto, es fundamental implementar un enfoque estratégico basado en la gestión de proyectos, que permita superar estos desafíos y promueva una transformación tecnológica sostenible en el sector.

Este estudio es especialmente relevante en Colombia, donde la transformación digital puede ser un catalizador para el crecimiento económico, el aumento de la competitividad internacional y la mejora de la productividad en sectores clave. Mediante la evaluación del nivel actual de adopción tecnológica, la identificación de los principales desafíos y la propuesta de estrategias desde la gestión de proyectos, este proyecto busca promover una transformación digital eficiente y sostenible en las industrias de Ingeniería, Manufactura y Agricultura en el país.

La evaluación del nivel actual de adopción tecnológica es crucial, puesto que permitirá obtener una línea base sobre la que se pueden construir estrategias efectivas. Identificar los principales desafíos, como la resistencia al cambio, las limitaciones presupuestarias y la falta de capacitación, proporcionará un marco claro para la formulación de soluciones específicas. Además, las propuestas de estrategias desde la gestión de proyectos, alineadas con las mejores prácticas del sector, buscarán facilitar la implementación de tecnologías emergentes de manera gradual y sostenible.

Por lo tanto, es fundamental abordar estos obstáculos mediante estrategias que no solo atiendan las necesidades económicas y tecnológicas, sino también los aspectos sociales y ambientales, asegurando que la transformación digital sea inclusiva, accesible y eficaz en el contexto colombiano. De esta manera, se podrá maximizar el potencial de las tecnologías digitales para generar beneficios a largo plazo en términos de productividad, sostenibilidad y competitividad global.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Teorías soporte del tema de investigación

2.1.1.1. La Industria 4.0

La industria 4.0, también conocida como la cuarta revolución industrial, representa un cambio radical en el ámbito empresarial al transformar la forma en que se realizan las transacciones comerciales. Este término se utiliza actualmente como sinónimo de transformación digital, refiriéndose al proceso mediante el cual las empresas reconfiguran sus métodos de trabajo y estrategias para maximizar los beneficios a través de la innovación y la integración de nuevas tecnologías de la información y la comunicación. La industria 4.0 se basa en la progresión de las tecnologías de la información y las comunicaciones, lo que ha permitido aportar el proceso de tecnologías de fabricación avanzadas en sistemas de producción y el uso de tecnologías como internet de las cosas, big data y computación en la nube para la automatización de plantas. La cuarta revolución industrial representa la síntesis de las tres revoluciones industriales anteriores, aprovechando el progreso tecnológico para dar forma a una nueva visión en la que todos los aspectos del negocio están interconectados y relacionados entre sí. Este cambio de paradigma implica una transformación profunda en la forma en que las empresas operan y se relacionan con su entorno. (Telukdarie et al., 2018)

La industria 4.0 ha ganado reconocimiento a nivel local, regional y nacional, posicionándose como un tema importante en la planificación estratégica de las organizaciones. A pesar de esto, persisten obstáculos para su implementación, como la conectividad, el retorno de la inversión, la resistencia al cambio y la falta de talento humano calificado. Aunque hay un optimismo moderadamente alto sobre la adopción de la industria 4.0, se necesita un programa integral a nivel nacional y regional que fomente la incorporación de tecnología para obtener ventajas competitivas, desarrollo e innovación, considerando las especificidades de cada sector y promoviendo la integración. (Fernández 2020).

2.1.1.2. Recursos esenciales para la adopción de la Industria 4.0

Los recursos son esenciales para integrar I4.0 y la producción sostenible. La literatura ha indicado varios recursos como el trabajo en equipo multifuncional, la cultura organizaciones, recursos para la gestión de proyectos, recursos de TI, gestión inteligente, relaciones de la cadena de suministro, conocimiento y presencia gerencial, empoderamiento de los empleados y capacidad de comunicación. La era digital actual incluye el Internet de las cosas y el análisis de big data como recursos importantes para las organizaciones (Bressanelli et al., 2018a). Estas tecnologías actúan de manera combinada para desarrollar la capacidad de ejecutar líneas de producción de remanufactura, reciclaje y reutilización (Saidani et al., 2017).

2.1.1.3. La transformación digital de la industria

La Transformación Digital es un proceso que implica el aprovechamiento de tecnologías digitales para innovar en todos los sectores de la administración. Esta transformación conlleva la creación de nuevos modelos de desarrollo, procesos y la generación de productos y servicios que añaden valor. Un aspecto fundamental de esta transformación es la digitalización, que consiste en convertir datos y procesos analógicos en formatos comprensibles y procesables por máquinas. Este cambio hacia lo digital no solo optimiza la eficiencia de las operaciones, sino que también promueve la agilidad, la adaptabilidad y la mejora continua en la prestación de servicios (Jiao et al., 2021)

La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la industria manufacturera y de servicios ha automatizado los procesos de fabricación, reduciendo la participación humana en dichos procesos. Esta automatización se ha vuelto posible gracias a la aparición de tecnologías como los sistemas de sensores, el Internet de las cosas (IoT), redes de alta velocidad, aprendizaje de máquinas, big data y robots autónomos. Sin embargo, en la industria 4.0, la automatización abarca más que simplemente la fabricación. El desarrollo de robots y vehículos autónomos e inteligentes está permitiendo la implementación de la automatización en toda la cadena de suministro, incluyendo la gestión de inventarios y la entrega de productos. Este avance

representa un cambio significativo en la forma en que se llevan a cabo las operaciones industriales y logísticas, promoviendo la eficiencia y la optimización de los procesos.

2.1.1.4. Automatización de procesos

La automatización de procesos ha sido un tema recurrente en la industria con el fin de mejorar el desarrollo de la producción. Aunque algunas industrias en Colombia han avanzado en este aspecto, aún queda mucho por hacer, ya que no todos los procesos han sido objeto de automatización para obtener mejores rendimientos. El desafío actual va más allá de simplemente automatizar; se trata de crear industrias que, mediante el uso de tecnologías avanzadas, puedan generar procesos de producción autónomos, donde la intervención humana sea necesaria principalmente para verificación y supervisión. Este enfoque busca no solo mejorar la eficiencia y productividad, sino también optimizar la calidad y la seguridad en los procesos industriales. (Parra 2018)

La automatización de procesos es un tema que a menudo genera la idea de que las máquinas reemplazarán a las personas, lo cual es un concepto que ha generado confusiones y es importante comprender que, aunque la tecnología avance, el capital humano seguirá siendo esencial en cualquier organización. Por lo tanto, los equipos de trabajo deben tener una actitud receptiva hacia el aprendizaje y estar dispuestos a adaptarse a los cambios tanto dentro de la empresa como en sus roles individuales. La automatización de los procesos no puede reemplazar por completo el juicio humano, la creatividad y el pensamiento crítico, sólo es una herramienta que nos ayuda a realizar ciertas gestiones con mayor velocidad y con un menor margen de error.

Por lo tanto, la automatización permite a las empresas mejorar la productividad, aumentar la velocidad de producción, reducir errores y accidentes laborales, optimiza los recursos tanto en materia primas como en insumos y mejorar la calidad del producto final.

2.1.1.5. Retos de las medianas empresas para incorporar la Industria 4.0

Las empresas colombianas de gran infraestructura han logrado aprovechar eficazmente las herramientas tecnológicas disponibles. Sin embargo, la investigación evidencia un rezago

significativo en la implementación de estas tecnologías en las pequeñas y medianas empresas (Pymes) del país. Este rezago puede atribuirse a diversos factores, como la falta de educación en el uso de la industria 4.0, las limitaciones en la infraestructura empresarial, así como la insuficiente inversión tanto por parte del Estado como del sector privado (Prieto & Bedoya, 2019).

2.2. Estado del arte

Para llevar a cabo las revisiones de la literatura sobre los retos que enfrentan las empresas al adoptar procesos de automatización digital, se emplearon términos clave como “Transformación digital”, “Adopción tecnológica”, “Automatización de procesos”, “Digitalización” y “Optimización empresarial”. El objetivo principal es analizar las tendencias y los desarrollos recientes en la implementación de tecnologías emergentes como Inteligencia Artificial, Big Data, Internet de las Cosas y Blockchain, evaluando su adopción en sectores el Agrícola, la Ingeniería y la Manufactura Industrial, Este análisis de la literatura ofrece una perspectiva sobre cómo las empresas de estos sectores está reaccionando a la incorporación de dichas innovaciones tecnológicas y los beneficios y desafíos que enfrentan en este proceso.

Lee (2014) menciona que en la industria 4.0, las maquinas están conectadas como una comunidad colaborativa. Donde esta evolución requiere la utilización de herramientas informáticas predictivas inteligentes para gestionar big data, logrando que los datos puedan procesarse sistemáticamente para poder obtener información que explique incertidumbre y, de este modo, tomas decisiones mas informadas. Las innovaciones en la fabricación y los servicios basados en sistemas ciberfísicos son dos tendencias y desafíos inevitables para las industrias manufactureras.

Carvalho (2018) en su estudio relaciona que la industrialización a lo largo de la historia ha sido uno de los principales contribuyentes a la contaminación ambiental, dando como resultado un modelo de producción insostenible. Un cambio en este contexto, la inminente Industria 4.0 implica una completa red de comunicación que existirá entre diversas empresas, fábricas, proveedores, logística, recursos, clientes, etc. Cada área organizativa optimiza su configuración en tiempo real en función de las demandas y el estado de las secciones asociadas en la red. La industria 4.0 será un paso hacia una creación de valor industrial mas sostenible. Adicionalmente los nuevos modelos empresariales en evolución están muy impulsados por el uso de datos inteligentes para ofrecer nuevos servicios.

El artículo Emerging trends in the agri-food sector: Digitalisation and shift to plant-based diets analiza cómo la digitalización y el cambio hacia dietas basadas en plantas están transformando el

sector agroalimentario. La digitalización mejora la eficiencia y sostenibilidad en la cadena de suministro, mientras que el cambio hacia alimentos vegetales responde a preocupaciones éticas y medioambientales. Aunque persisten desafíos, como la aceptación del consumidor, estas tendencias ofrecen oportunidades para lograr sistemas alimentarios más sostenibles y resilientes (Hossoun, 2022).

En la investigación realizada por Zabala (2023), se destacan los beneficios de la toma de decisiones basadas en datos. El uso de tecnologías como la inteligencia artificial (IA), la ciencia de datos y el big data ha demostrado su capacidad para mejorar la eficiencia, la productividad y la calidad en la industria de la arquitectura, la ingeniería y la construcción. Estas herramientas permiten a los directores de proyectos tener una visión más integral y precisa de los proyectos, lo que optimiza la toma de decisiones, incrementa la eficiencia operativa y contribuye a una mayor satisfacción del cliente.

El artículo de Martin con el título de “AIoT para la fabricación sostenible: visión general, desafíos y oportunidades” explora la convergencia de la inteligencia artificial (IA) y el Internet de las Cosas (IoT), conocida como "Inteligencia Artificial de las Cosas" (AIoT), aplicada a la fabricación sostenible. Esta tecnología busca optimizar el uso de recursos, reducir el desperdicio y mejorar la eficiencia operativa, en línea con los objetivos de la Industria 4.0. Se destacan sus aplicaciones en áreas como la programación inteligente, el mantenimiento predictivo y la gestión energética, permitiendo mejoras en la productividad, reducción de costos y disminución de los impactos ambientales.

Sin embargo, el AIoT enfrenta desafíos importantes como la gestión de datos heterogéneos, la seguridad de la información, la conectividad de los recursos y las limitaciones energéticas. El artículo propone investigar el desarrollo de infraestructuras más ligeras para reducir el consumo energético y mejorar la eficiencia operativa, señalando que, aunque el AIoT tiene un gran potencial para revolucionar la manufactura sostenible, aún quedan obstáculos técnicos y organizacionales que deben superarse para su adopción generalizada (2023).

En la investigación de Mwangakala et al. (2024) se explora el potencial de las tecnologías digitales emergentes, como blockchain, Internet de las Cosas (IoT), inteligencia artificial (IA) y análisis de

big data, para promover la equidad en las cadenas de suministro agrícola. Estas tecnologías ofrecen soluciones para mejorar la transparencia, trazabilidad y acceso a la información, lo que beneficia particularmente a los pequeños agricultores al proporcionarles condiciones más justas para participar en el mercado.

El estudio destaca que, aunque algunas de estas tecnologías ya se aplican en áreas como el transporte, su adopción en sectores clave como la producción de cultivos comerciales sigue siendo limitada. La integración efectiva de estas tecnologías requiere un enfoque que tenga en cuenta los contextos locales y las dinámicas sociales, ya que son factores determinantes para su implementación exitosa. Además, Mwangakala et al. sugieren que la combinación de diferentes tecnologías, como la fusión de blockchain con IoT o IA, puede optimizar la cadena de suministro agrícola y contribuir a una mayor equidad.

El trabajo concluye con recomendaciones para fomentar investigaciones futuras y el desarrollo de políticas inclusivas, asegurando que los pequeños agricultores también se beneficien de estas innovaciones tecnológicas en las cadenas de suministro agrícola.

El artículo sobre Society 5.0 enabled agriculture explora cómo la integración del ciberespacio con el mundo físico puede transformar la agricultura mediante la colaboración entre humanos y máquinas. Se introduce un marco arquitectónico de 12 capas que abarca desde la recopilación de datos hasta la ciberseguridad y la personalización masiva de productos agrícolas. Entre las tecnologías clave se destacan la inteligencia artificial (IA), la computación en la nube, los robots colaborativos (cobots), el Internet de las Cosas (IoT) y la tecnología 6G. Además, se identifican oportunidades como la creación de empleo para jóvenes y la personalización de productos agrícolas, así como desafíos importantes como los altos costos iniciales de implementación y la necesidad de marcos regulatorios adecuados (Bissadu, 2024).

El artículo de Culot (2024) sobre inteligencia artificial (IA) en la gestión de la cadena de suministro destaca el gran potencial de la IA para mejorar la eficiencia operativa, la toma de decisiones basada en datos y la integración organizacional. Sin embargo, enfrenta desafíos relacionados con la calidad y disponibilidad de datos, la infraestructura tecnológica y la confianza en el intercambio de información. Se identifican cuatro temas clave: requisitos de datos, despliegue tecnológico, integración organizacional e interorganizacional, e implicaciones para el rendimiento. El estudio

propone una agenda de investigación que se centra en mejorar la calidad de datos, evaluar costos y beneficios, y comprender cómo la IA transforma las relaciones interorganizacionales.

El artículo de Garrido (2024) analiza la transición de la Industria 4.0 a la Industria 5.0, destacando que mientras la Industria 4.0 se centra en la automatización y digitalización, la Industria 5.0 introduce un enfoque más humano, resiliente y sostenible. La Industria 5.0 promueve la cooperación entre humanos y máquinas y busca una producción que respete los límites planetarios y priorice el bienestar humano. Aunque la mayoría de los estudios actuales se enfocan en la Industria 4.0, el artículo identifica una oportunidad para investigar más sobre la sostenibilidad y la resiliencia en la Industria 5.0, y propone una agenda de investigación futura centrada en su impacto económico, social y ambiental.

Siu (2024) examina la relación entre la creciente economía digital, la integración profunda de las economías digital y real, y la digitalización industrial junto con la fabricación orientada a los servicios, identificando estas como tendencias clave de desarrollo futuro. El artículo investiga el impacto de la transformación digital en la servitización, destacando su papel fundamental en la promoción de esta transformación en las empresas manufactureras. En primer lugar, se concluye que la transformación digital impulsa de manera significativa la servitización de las empresas manufactureras, una afirmación que se mantiene sólida a través de diversas pruebas empíricas. En segundo lugar, la transformación digital fomenta este proceso mediante dos vías principales: la mejora de la productividad total de los factores y la optimización del capital humano. En tercer lugar, el efecto impulsor de la transformación digital sobre la servitización varía en función de la estructura de propiedad, el nivel tecnológico y la escala de las empresas. Este estudio proporciona evidencia empírica que apoya el desarrollo de alta calidad en las empresas manufactureras, acelerando su transición hacia la servitización en un contexto digital.

2.3. Marco Legal

En Colombia, algunas leyes y normativas que regulan la inteligencia artificial (IA), transformación digital y la gestión de proyectos en el sector Ingeniería, Industria Manufacturera y Agricultura en Colombia incluyen:

Ley 1341 de 2009 (Ley TIC): Establece los principios y disposiciones para promover el acceso, uso y desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en Colombia. Esta ley fomenta la transformación digital en el país y regula aspectos como la inclusión digital, la promoción de la innovación tecnológica, y el acceso a la infraestructura de telecomunicaciones.

Ley 1978 de 2019 – Ley que promueve el emprendimiento en el país y contempla medidas para apoyar el desarrollo de las industrias creativas y digitales.

CONPES 3975 de 2019 (Política Nacional de Transformación Digital e Inteligencia Artificial): Este documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social establece la hoja de ruta para la transformación digital de Colombia, promoviendo el uso de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, en sectores productivos y en el gobierno.

CONPES 4098 de 2022: establece la importancia de las tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, dentro de la agenda de ciencia y tecnología del país. En este sentido, fomenta la creación de un ecosistema que permita la investigación, el desarrollo y la implementación de IA en sectores productivos clave como la manufactura, la agricultura y la salud.

Ley 2069 de 2020: Aunque su enfoque principal es el emprendimiento, esta ley impulsa la innovación tecnológica y la transformación digital en sectores como la agricultura e industria, facilitando el acceso a nuevas tecnologías para startups y pequeñas empresas, e incentivando la adopción de IA y otras herramientas digitales.

Ley 1266 de 2008 (Ley de Habeas Data): Regula el manejo de la información personal y establece los derechos de las personas sobre sus datos. Es crucial en proyectos de IA que manejan grandes volúmenes de datos personales.

3. Marco metodológico

3.1. Enfoque y alcance de la investigación

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, se implementará una encuesta dirigida a un grupo de empresas del sector Ingeniería, Industria Manufacturera y Agricultura. La selección de los participantes se realizó mediante un muestreo por conveniencia no probabilístico (Hernandez et al., 2016), con el fin de obtener una visión representativa de los principales desafíos que enfrentan estas empresas al adoptar tecnologías de automatización en sus procesos, desde la perspectiva de la gestión de proyectos. Esta metodología se definió de acuerdo con la disponibilidad y acceso a la información.

3.2. Población y muestra

La población objetivo de este estudio corresponde a un grupo de directivos responsables de la toma de decisiones en empresas pertenecientes a los sectores de Ingeniería, Industria Manufacturera y Agricultura en Colombia. Estas empresas representan una parte crucial de la economía nacional debido a su impacto en la producción, desarrollo tecnológico y generación de empleo. Para garantizar una representación adecuada de los distintos subsectores, se priorizará la selección de empresas que reflejen tanto la diversidad geográfica como el nivel.

Con el fin de asegurar una participación significativa y la disponibilidad de datos relevantes, se ha considerado realizar la invitación a 20 empresas de los sectores mencionados, garantizando así la inclusión de una muestra representativa. La de estas empresas se basará no solo en su tamaño, sino también en su selección y facilidad para proporcionar la información requerida. La recolección de datos permitirá obtener un panorama más claro sobre cómo estas empresas abordan la toma de decisiones estratégicas y su adopción de tecnologías emergentes en sus procesos operativos.

3.3. Instrumentos de recolección de información

Para la recolección de datos, se empleará un instrumento debidamente validado por expertos en el ámbito de la madurez tecnológica en la gestión de proyectos. Este instrumento, fue desarrollado en el marco del proyecto Nodo #2, se presenta como una herramienta confiable y eficaz para este tipo de investigación. La encuesta consta de un total de 31 preguntas cuidadosamente diseñadas para abordar aspectos cruciales relacionados con la adopción de tecnologías digitales.

Dentro del cuestionario se exploran no solo los desafíos y obstáculos encontrados durante el proceso de adopción tecnológica, sino también los beneficios tangibles e intangibles que dicha transformación ha aportado a los procesos productivos de las empresas participantes. Se presta especial atención a la evaluación de la eficacia de estas tecnologías en la optimización de la producción, la mejora de la calidad y la creación de nuevas oportunidades de negocio.

El enfoque integral de la encuesta garantiza una comprensión profunda de los impactos de la industria 4.0 en el entorno empresarial, proporcionando así una base sólida para el análisis y las conclusiones de nuestra investigación.

La medición del nivel de madurez tecnológica se evaluó para las empresas del sector Ingeniería, Industria Manufacturera y Agricultura:

Preguntas modelo de negocio

Consta de siete (7) preguntas en escala Likert de cinco niveles (Nulo, Existe la iniciativa, en desarrollo, en implementación y en acción). Las preguntas son:

- P1. Cuenta con estrategia de transformación digital formulada desde la alta dirección.
- P2. Cuenta con indicadores para medir nivel de la transformación digital.
- P3. Tiene interés en la capacitación del talento humano en transformación digital.
- P4. Alguno de sus productos integra tecnologías emergentes (Inteligencia artificial, big data o ciencia de datos).
- P5. Reconoce importancia que tiene el uso y análisis de información.
- P6. Reconoce los conceptos de tecnologías emergentes (Inteligencia artificial, Big-Data y Data Science).

Preguntas inversión futura en campos tecnológicos

Consta de tres (3) preguntas en escala Likert de cinco niveles (Nulo, Existe la iniciativa, en desarrollo, en implementación y en acción). Las preguntas son:

P7. Nivel de inversión próximos 5 años – Investigación y Desarrollo

P8. Nivel de inversión próximos 5 años – Sistemas de Información

P9. Nivel de inversión próximos 5 años – Producción de productos o servicios

Preguntas relación con clientes

Consta de cuatro (4) preguntas en escala Likert de cinco niveles (Nulo, Existe la iniciativa, en desarrollo, en implementación y en acción). Las preguntas son:

P10. Implementa sistemas de información (herramientas software) para la gestión de proveedores.

P11. Implementa sistemas de información (herramientas software) para la gestión de clientes.

P12. Analiza información de sus clientes para generar o mejorar productos o servicios.

P13. Integra múltiples canales de comunicación en las interacciones con sus clientes.

Preguntas uso de tecnologías en la organización

Se presenta una (1) pregunta asociada al uso de tecnologías en la organización con las siguientes nueve (9) opciones:

- Sensores
- Dispositivos móviles
- Identificador de radiofrecuencia - RFID
- Ciencia de datos para evaluación de información en tiempo real.

- Sistemas de localización en tiempo real
- Big Data para almacenamiento de grandes volúmenes de datos
- Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable
- Inteligencia artificial para la toma de decisiones.
- Sistemas de tecnologías de la información integrados

3.4. Descripción de procedimientos

Para medir el nivel de madurez tecnológica en la gestión de proyectos, se utilizó una encuesta diseñada con el objetivo de evaluar la apropiación de tecnologías emergentes (Inteligencia Artificial, Ciencia de Datos e Internet de las Cosas - IoT) en las organizaciones de Colombia. Esta encuesta fue desarrollada por el equipo de investigación de la Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO.

La recolección de datos se realizó de manera grupal a través de una encuesta cerrada, distribuida colaborativamente por los integrantes del proyecto Nodo #2, titulado “Inteligencia Artificial, Big Data y Ciencia de Datos para la Optimización de la Gestión de Proyectos en Colombia”. Este grupo estuvo conformado por estudiantes de la Especialización en Gerencia de Proyectos de UNIMINUTO, quienes compartieron las encuestas con los sectores de interés, buscando obtener una visión amplia del nivel de adopción tecnológica en diversos ámbitos.

El proceso de distribución se realizó principalmente a través de medios electrónicos, lo que facilitó la participación de una mayor cantidad de encuestados y permitió cubrir un amplio espectro geográfico. Posteriormente, los datos fueron consolidados y analizados utilizando herramientas estadísticas, lo que permitió identificar patrones de adopción tecnológica, niveles de madurez en la implementación de IA, Ciencia de Datos e IoT, y las barreras más comunes enfrentadas por las organizaciones en su proceso de transformación digital.

3.5. Análisis de información

El análisis de los datos proporcionados por las 21 empresas distribuidas entre el sector Ingeniería, Industria Manufacturera y Agricultura se realizará usando un análisis descriptivo. Este método permitirá examinar en profundidad la distribución y las características de las respuestas proporcionadas por los participantes, para así identificar el nivel de madurez tecnológica desde el enfoque de gestión de proyectos.

Además del análisis descriptivo, se está aplicando un enfoque comparativo para evaluar el nivel de madurez tecnológica entre las empresas participantes. Esto implicará la identificación de tendencias comunes y diferencias significativas en las respuestas proporcionadas por las empresas, lo que permitirá determinar áreas de fortaleza y oportunidades de mejora en términos de gestión de proyectos y adopción tecnológica.

A partir de los resultados de las encuestas se procedió, primero los datos fueron depurados para eliminar cualquier respuesta incompleta o inconsistente que pudiera distorsionar los resultados. Luego, se filtraron las respuestas relevantes entre las 31 preguntas de la encuesta, seleccionando aquellas que permiten medir directamente el nivel de madurez tecnológica en cada sector. Posteriormente, con el uso de herramientas como Excel, se realiza un análisis descriptivo que examina las características generales de las respuestas, complementado con un análisis comparativo que identifica patrones comunes y diferencias significativas entre sectores. Este enfoque facilita la detección de áreas de fortaleza y oportunidades de mejora en términos de gestión de proyectos y adopción tecnológica en cada industria. Los resultados se presentan mediante tablas generadas en Excel, lo que permite una visualización clara y detallada de los niveles de madurez tecnológica y del avance en la adopción de tecnologías emergentes en cada sector.

3.6. Consideraciones éticas

3.6.1. Análisis de consideraciones éticas

Durante el desarrollo de la investigación, se revisaron periódicamente los resultados de las encuestas. No obstante, es crucial destacar que, al compartir la encuesta con los grupos de interés, se aclaró que el instrumento tenía un propósito estrictamente académico y de investigación. Su objetivo principal era identificar el uso, conocimiento e interés en la apropiación de tecnologías emergentes (Inteligencia Artificial, Big Data y Ciencia de Datos) en la gestión de proyectos dentro de las organizaciones participantes.

Para garantizar la ética en el manejo de la información, se informó a todos los participantes que los datos recogidos serían tratados bajo estrictos estándares de confidencialidad, y que la presentación de los resultados se haría de forma anónima y generalizada, sin comprometer la identidad de las organizaciones o individuos. Asimismo, se aseguró que los administradores de la encuesta actuaran con total imparcialidad y mantuvieran la confidencialidad de la información recopilada, protegiendo tanto los datos individuales como los organizacionales.

3.6.2. Instrumentos de aceptación y autorización

El instrumento de recopilación de datos, en forma de formulario, contaba con una estructura que incluía una declaración inicial detallada. Esta declaración tenía como objetivo informar a los participantes sobre el uso previsto de los resultados y los fines académicos de la investigación. En este contexto, se enfatizaba la naturaleza estrictamente investigativa del estudio, así como el compromiso de mantener la confidencialidad y el tratamiento ético de la información.

Para garantizar el consentimiento informado de los participantes, la primera pregunta del formulario se formuló de manera clara y directa: “¿Está de acuerdo con la declaración inicial y desea continuar con la encuesta?”. Esta pregunta no solo servía para obtener la autorización de los encuestados, sino que también les permitía decidir libremente si querían participar en la investigación. (Anexo1)

4. HIPÓTESIS

La adopción de tecnologías digitales representa un factor fundamental para mejorar la productividad, optimizar los procesos y facilitar el acceso a información crítica en las industrias contemporáneas. Este estudio plantea la hipótesis de que, para las empresas de los sectores de Ingeniería, Industria Manufacturera y Agricultura en Colombia, la integración de tecnologías digitales en sus procesos, desde la perspectiva de la gestión de proyectos, no solo permitirá un aumento significativo de la productividad y la eficiencia, sino que también mejorará su capacidad para gestionar de manera más ágil y precisa el ciclo de vida de los proyectos.

Específicamente, se propone que la adopción de tecnologías como la automatización, el análisis de datos y la inteligencia artificial enfrentan un desafío primordial relacionado con la brecha de competencias técnicas, la resistencia al cambio organizacional y la falta de infraestructura tecnológica adecuada. Estas barreras impiden que las empresas aprovechen plenamente las oportunidades que brindan las tecnologías digitales.

4.1. Las variables

4.1.1. Variable(s) independiente(s)

Adopción de tecnologías digitales: Esta es la variable principal que influye sobre las variables dependientes. La adopción de tecnologías digitales incluye la implementación de herramientas, estrategias y sistemas tecnológicos emergentes en las empresas. Esta variable se puede desglosar en varios subcomponentes, basados en las preguntas del formulario:

1. Estrategia y transformación digital
2. Uso de tecnologías emergentes
3. Inversión en tecnologías
4. Relación con clientes y gestión de información
5. Uso de tecnologías en la organización

4.1.2. Variable(s) dependiente(s)

En este estudio, las variables dependientes están vinculadas con los beneficios y mejoras que se podrían generar en la adopción de tecnologías digitales dentro de la gestión de proyectos en las industrias de los sectores de Ingeniería, Industria Manufacturera y Agricultura en Colombia. Estas variables clave permiten medir el impacto directo que tiene la integración de tecnologías emergentes en diversas áreas de desempeño empresarial. Se abordan los siguientes aspectos:

- Productividad.
- Capacidad de innovación.
- Acceso y gestión de información.
- Competitividad.
- Calidad en la relación con clientes.

5. RESULTADOS

5.1. Presentación de resultados

Los siguientes resultados forman parte del análisis en curso, en el cual los datos están siendo codificados y procesados de manera sistemática utilizando el programa Excel. Para ello, se ha realizado una asignación numérica a las respuestas cualitativas para facilitar su análisis. Posteriormente, se han aplicado herramientas estadísticas como la obtención de promedios, medianas y frecuencias, así como el uso de tablas dinámicas que permiten agrupar y resumir la información de manera eficiente, se han generado gráficos de barras, tortas y líneas para visualizar las tendencias y distribuciones de los datos. Además, se han empleado técnicas de análisis de evaluación para identificar posibles relaciones entre las variables clave, lo que ha permitido obtener una visión más detallada y precisa de los resultados:

Tabla 1.

Resultados Modelo de Negocio.

Resultados Modelo de Negocio	Ingeniería	Industria manufacturera	Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	
P1. Cuenta con estrategia de transformación digital formulada desde la alta dirección.	Nulo	75%	9%	17%
	Existe la iniciativa	0%	36%	17%
	En desarrollo	25%	18%	33%
	En implementación	0%	9%	33%
	En acción	0%	27%	0%
P2. Cuenta con indicadores para medir nivel de la transformación digital.	Nulo	75%	27%	50%
	Existe la iniciativa	25%	27%	17%
	En desarrollo	0%	9%	17%

P3. Tiene interés en la capacitación del talento humano en transformación digital	En implementación	0%	18%	17%
	En acción	0%	18%	0%
	Nulo	25%	0%	17%
	Existe la iniciativa	50%	45%	17%
	En desarrollo	25%	18%	17%
	En implementación	0%	18%	17%
P4. Alguno de sus productos integra tecnologías emergentes (Inteligencia artificial, big data o ciencia de datos).	En acción	0%	18%	33%
	Nulo	0%	18%	33%
	Existe la iniciativa	50%	36%	0%
	En desarrollo	25%	0%	0%
	En implementación	0%	9%	0%
	En acción	25%	36%	67%
P5. Reconoce importancia que tiene el uso y análisis de información.	Nulo	0%	0%	17%
	Existe la iniciativa	75%	27%	17%
	En desarrollo	0%	9%	17%
	En implementación	0%	18%	0%
	En acción	25%	45%	50%
	P6. Reconoce los conceptos de tecnologías emergentes (Inteligencia artificial, Big-Data y Data Science).	Nulo	0%	9%
Existe la iniciativa		75%	18%	17%
En desarrollo		0%	27%	0%
En implementación		25%	0%	17%

En acción	0%	45%	50%
-----------	----	-----	-----

Ingeniería

La ingeniería presenta una adopción notablemente baja de estrategias de transformación digital formuladas desde la alta dirección. Un 75% de las empresas están en la etapa Nulo, lo que indica una falta de formalización y planificación en este ámbito. Solo un 25% ha comenzado a desarrollar estas estrategias, lo que refleja una etapa temprana de adopción.

En contraste, el interés por la capacitación en transformación digital es relativamente alto, con un 50% de las empresas en la etapa de Iniciativa y un 25% en desarrollo. Esto sugiere que, aunque no hay una estrategia formalizada, existe un reconocimiento de la importancia de capacitar al personal para adaptarse a la transformación digital.

En cuanto a la integración de tecnologías emergentes en productos, el sector muestra un 50% en la etapa de Iniciativa y un 25% en la etapa de Acción. Esto indica un enfoque gradual en la implementación de tecnologías como la inteligencia artificial y el big data, pero con un avance limitado hacia la acción completa.

El reconocimiento de la importancia del uso y análisis de información es también notable en este sector, con un 75% en la etapa de Iniciativa. Sin embargo, la transición a etapas más avanzadas es modesta, con solo un 25% en Acción.

Industria Manufacturera

En la industria manufacturera, hay una mayor madurez en la adopción de estrategias de transformación digital. Solo un 9% de las empresas están en la etapa Nulo, lo que indica una formalización inicial en la mayoría de las empresas. Un 36% ya tiene la iniciativa en marcha, y un 27% está en la etapa de Acción. Esto demuestra que el sector está avanzando activamente desde la formulación hasta la implementación de estrategias digitales.

La capacitación en transformación digital está también bien establecida, con un 45% de las empresas en la etapa de Iniciativa y una proporción considerable en la etapa de Acción (18%). Este

enfoque equilibrado sugiere un compromiso significativo con el desarrollo del talento humano en digitalización.

En términos de integración de tecnologías emergentes, la industria manufacturera está en una etapa avanzada, con un 36% en Acción. Esto indica que las empresas están no solo iniciando sino también implementando y utilizando tecnologías emergentes en sus productos.

El uso y análisis de información son valorados con un 45% en la etapa de Acción, lo que refleja una alta importancia dada a estos aspectos en el sector manufacturero. La transición desde la iniciativa hacia la acción es clara y efectiva.

El reconocimiento de conceptos de tecnologías emergentes también es sólido, con un 45% en la etapa de Acción. Esto sugiere un buen nivel de entendimiento y aplicación de tecnologías emergentes en comparación con otros sectores.

Agricultura, Ganadería, Caza, Silvicultura y Pesca

El sector agrícola muestra una adopción tardía de estrategias de transformación digital. Un 50% de las empresas están en la etapa Nulo, mientras que solo un 17% está en la etapa de Acción. Esto refleja una resistencia o lentitud en la formalización de estrategias digitales en comparación con los otros sectores.

La capacitación del talento humano en transformación digital es algo que está empezando a ganar terreno, con un 33% en la etapa de Acción y una distribución equilibrada en otras etapas. Esto sugiere que aunque la capacitación es reconocida, la implementación aún está en desarrollo.

La integración de tecnologías emergentes en productos es el área en la que el sector agrícola ha logrado el mayor avance, con un 67% en la etapa de Acción. Este alto porcentaje indica una efectiva adopción y aplicación de tecnologías como inteligencia artificial y big data en productos agrícolas.

El reconocimiento del uso y análisis de información también es alto, con un 50% en la etapa de Acción. Esto sugiere que, a pesar de la lentitud en la adopción de estrategias formales, hay una creciente importancia y aplicación de la analítica de datos en el sector agrícola.

Finalmente, el reconocimiento de conceptos de tecnologías emergentes muestra un avance notable, con un 50% en la etapa de Acción. Esto refleja un buen entendimiento y aplicación de tecnologías emergentes en comparación con otros sectores.

Tabla 2.

Resultado inversión futura en campos tecnológicos.

Resultados inversión futura en campos tecnológicos	Ingeniería	Industria manufacturera	Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	
P7. Nivel de inversión próximos 5 años – Investigación y Desarrollo	Gran Inversión	0%	27%	0%
	Mediana inversión	25%	27%	50%
	Pequeña inversión	75%	18%	17%
	Nula inversión	0%	27%	33%
P8. Nivel de inversión próximos 5 años – Sistemas de Información	Gran Inversión	0%	9%	17%
	Mediana inversión	25%	45%	50%
	Pequeña inversión	75%	45%	17%
	Nula inversión	0%	0%	17%
P9. Nivel de inversión próximos 5 años – Producción de productos o servicios	Gran Inversión	0%	36%	67%
	Mediana inversión	75%	45%	17%
	Pequeña inversión	25%	18%	0%
	Nula inversión	0%	0%	0%

Ingeniería

En ingeniería, la inversión en los próximos cinco años está principalmente orientada hacia Pequeña inversión. En investigación y desarrollo (P7), 75% de las empresas planean inversiones menores, mientras que solo el 25% está dispuesto a realizar una Mediana inversión. En sistemas de información (P8), también predominan las Pequeñas inversiones (75%), con solo el 25% considerando Mediana inversión. Para la producción de productos o servicios (P9), el enfoque está en Mediana inversión (75%), con un 25% en Pequeña inversión. En general, el sector de ingeniería adopta una postura conservadora en sus inversiones futuras, con un énfasis en mejoras incrementales en lugar de grandes cambios.

Industria Manufacturera

La industria manufacturera muestra una mayor disposición a realizar inversiones significativas. En investigación y desarrollo (P7), 27% de las empresas están dispuestas a hacer Gran inversión y otro 27% planea Mediana inversión. En sistemas de información (P8), hay una combinación de Mediana inversión (45%) y Pequeña inversión (45%), con un pequeño porcentaje en Gran inversión (9%). Para la producción (P9), 36% planea Gran inversión y 45% Mediana inversión, indicando un fuerte compromiso hacia el desarrollo productivo. En general, el sector manufacturero está dispuesto a invertir de manera significativa en sus operaciones y sistemas tecnológicos.

Agricultura, Ganadería, Caza, Silvicultura y Pesca

El sector agrícola tiende a concentrar sus inversiones en la expansión de la producción. En investigación y desarrollo (P7), 50% de las empresas consideran Mediana inversión, con un 17% en Pequeña inversión y un 33% sin inversión. En sistemas de información (P8), el 50% opta por Mediana inversión, y el 17% por Gran inversión. Para la producción de productos o servicios (P9), un notable 67% de las empresas planean Gran inversión, reflejando un fuerte enfoque en expandir y mejorar su capacidad productiva. Este sector muestra un compromiso significativo en mejorar

sus capacidades productivas mientras mantiene una inversión moderada en otros campos tecnológicos.

Tabla 3.

Resultados relación con clientes.

Resultados relación con clientes		Ingeniería	Industria manufacturera	Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca
P10. Implementa sistemas de información (herramientas software) para la gestión de proveedores.	En algunos casos	100%	9%	50%
	En la mayoría de los casos	0%	45%	17%
	Se realiza permanentemente	0%	36%	17%
	No se realiza	0%	9%	17%
P11. Implementa sistemas de información (herramientas software) para la gestión de clientes.	En algunos casos	100%	9%	50%
	En la mayoría de los casos	0%	73%	17%
	Se realiza permanentemente	0%	9%	17%
	No se realiza	0%	9%	17%
P12. Analiza información de sus clientes para generar o mejorar productos o servicios	En algunos casos	75%	36%	17%
	En la mayoría de los casos	25%	27%	33%

	Se realiza permanentemente	0%	36%	17%
	No se realiza	0%	0%	33%
	En algunos casos	25%	27%	33%
P13. Integra múltiples canales de comunicación en las interacciones con sus clientes	En la mayoría de los casos	75%	36%	33%
	Se realiza permanentemente	0%	36%	17%
	No se realiza	0%	0%	17%

La tabla 3 muestra cómo los sectores de ingeniería, industria manufacturera, y agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca implementan sistemas de información y analizan datos en la gestión de clientes y proveedores.

Ingeniería

En el sector de ingeniería, el 100% de las empresas implementa sistemas de información para la gestión de proveedores "en algunos casos", y un 73% lo hace para la gestión de clientes "en la mayoría de los casos". Este sector también destaca por su uso de análisis de información de clientes, donde el 75% lo realiza "en algunos casos", y por la integración de múltiples canales de comunicación, que se realiza "en la mayoría de los casos" en el 75% de las empresas.

Industria Manufacturera

En la industria manufacturera, el 45% de las empresas implementa sistemas de información para la gestión de proveedores "en la mayoría de los casos", mientras que el 73% lo hace para la gestión de clientes. Aunque este sector muestra un enfoque menos uniforme, se destaca que un

36% realiza de manera permanente tanto el análisis de información de clientes como la integración de canales de comunicación.

Agricultura, Ganadería, Caza, Silvicultura y Pesca

Por último, el sector de agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca tiene una adopción más limitada de estos sistemas. El 50% implementa sistemas de información para la gestión de proveedores "en algunos casos", pero sólo un 17% lo hace para la gestión de clientes. Además, el análisis de información de clientes y la integración de canales de comunicación se realizan principalmente "en algunos casos", con porcentajes del 33% y 33%, respectivamente.

Resultados uso de tecnologías en la organización

Por otra parte, en las preguntas de uso de tecnologías en la organización en las que se presenta preguntas asociadas diferentes medios digitales, las empresas de los tres sectores respondieron lo siguiente:

Entre las tecnologías que tiene mayor mención, destacan los sensores, los cuales son ampliamente utilizados, probablemente para la captura de datos en tiempo real y el monitoreo de procesos. Los dispositivos móviles también aparecen con frecuencia, lo que indica la importancia de la movilidad en las operaciones empresariales, permitiendo mayor conectividad y flexibilidad.

Otra tecnología mencionada de manera recurrente es la ciencia de datos para la evaluación de información en tiempo real, lo que sugiere que muchas empresas están utilizando análisis de datos en tiempo real para mejorar la toma de decisiones o monitorear procesos críticos. Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable también son comunes, lo que indica que las organizaciones están adoptando cada vez más la nube para escalar sus operaciones, mejorar la flexibilidad en el manejo de la información y optimizar costos

El Big Data es utilizado por varias organizaciones para almacenar y analizar grandes volúmenes de datos, lo que es indicativo de que estas empresas manejan una cantidad significativa

de información que requiere tecnologías especializadas para su procesamiento. Además, algunos sectores están utilizando sistemas de localización en tiempo real, lo que es esencial para la logística, el transporte y el seguimiento de activos.

También se menciona el uso de sistemas de tecnologías de la información integrados, lo que indica que ciertas organizaciones están buscando mayor eficiencia y conectividad en sus sistemas de gestión de información. La inteligencia artificial para la toma de decisiones es otra tecnología emergente mencionada, lo que sugiere que algunas empresas ya están utilizando IA para automatizar o mejorar sus procesos decisionales.

Otras tecnologías como la realidad aumentada y los identificadores de radiofrecuencia (RFID) aparecen en menor medida. La realidad aumentada, aunque menos utilizada, podría estar implementada en sectores relacionados con la manufactura o el mantenimiento para mejorar experiencias o procesos. Por su parte, el RFID es útil para el seguimiento de objetos o productos, especialmente en logística y gestión de inventarios.

5.2. Propuesta al sector

Ingeniería y Manufactura

En el análisis de los sectores de ingeniería y manufactura, se identifica que ambos carecen de una estrategia de transformación digital formulada desde la alta dirección, lo que obstaculiza la implementación eficiente de tecnologías emergentes (Wang & Zhao, 2024). La transformación digital requiere una visión estratégica y un liderazgo proactivo que oriente los esfuerzos hacia la adopción de soluciones tecnológicas innovadoras que mejoren la competitividad y eficiencia operativa. La falta de alineación entre los objetivos estratégicos de la alta dirección y las iniciativas tecnológicas genera una brecha significativa que debe ser abordada.

Sector de Ingeniería

Uno de los principales desafíos en el sector de ingeniería es la rápida evolución de tecnologías clave, como la inteligencia artificial (IA), el análisis de datos avanzado y la automatización, que constantemente redefinen las reglas del mercado. Para superar esta barrera, se propone implementar metodologías ágiles como **Scrum** y **Kanban**, que permiten a las empresas gestionar proyectos de transformación digital con flexibilidad, ajustándose a los cambios tecnológicos y a las demandas del cliente de manera ágil. Estas metodologías promueven un enfoque iterativo que facilita la adaptación continua, mejorando la capacidad de respuesta ante cambios repentinos.

Además, se sugiere la creación de equipos multidisciplinarios dedicados exclusivamente a la innovación digital, con un enfoque en la automatización y el desarrollo de soluciones basadas en IA. Estos equipos deben estar alineados con la estrategia de negocio de la empresa y reportar directamente a la alta dirección para asegurar una visión común. A largo plazo, la integración de plataformas colaborativas como **Microsoft Teams**, **Jira** o **Trello** ayudará a mejorar la comunicación, el seguimiento y la gestión de proyectos complejos, optimizando la asignación de recursos y el cumplimiento de plazos. (Carbonell, 2024)

Sector de Manufactura

En el sector manufacturero, la resistencia al cambio y las limitaciones presupuestarias han sido identificadas como las barreras más comunes para la adopción de tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas (IoT), la automatización y la inteligencia artificial (Jiao et al., 2021). A menudo, la alta dirección se muestra reacia a invertir en transformación digital debido a la percepción de que los costos iniciales son elevados y los beneficios no son inmediatos. Sin embargo, la migración hacia la Industria 4.0 puede lograrse de manera gradual y estratégica.

La migración gradual hacia la automatización debe enfocarse en procesos clave de alto retorno de inversión, como la optimización de líneas de producción, la implementación de sistemas de mantenimiento predictivo y el uso de análisis de datos para mejorar la eficiencia operativa. Se recomienda la implementación de proyectos piloto en áreas críticas que permitan evaluar el

impacto de la automatización y medir su retorno en términos de productividad, costos y calidad. Estos proyectos piloto pueden servir como base para una transformación más amplia y generar confianza en los beneficios de la digitalización.

Para superar la resistencia al cambio, es fundamental involucrar a los empleados desde el inicio en el proceso de transformación digital. Esto puede lograrse a través de programas de capacitación y sensibilización, donde se demuestre el impacto positivo que las nuevas tecnologías tendrán en su trabajo diario. El uso de simulaciones y experiencias prácticas también puede ayudar a reducir el miedo a la automatización, mostrando cómo la tecnología puede complementar las capacidades humanas en lugar de reemplazarlas.

Finalmente, la adopción de tecnologías como el IoT permitirá a las empresas de manufactura recopilar grandes volúmenes de datos en tiempo real, lo que posibilitará un mejor análisis de sus operaciones y una mayor toma de decisiones basada en datos. La integración de estas tecnologías en el día a día debe estar acompañada de una gestión de proyectos eficaz, que garantice que cada etapa de la transformación digital se lleve a cabo de manera eficiente, ajustándose a las limitaciones presupuestarias y maximizando el retorno de la inversión.

Agricultura, Ganadería, Caza, Silvicultura y Pesca

Aunque el sector agropecuario colombiano se encuentra entre las industrias más rezagadas en términos de adopción de tecnologías digitales, las principales barreras para su transformación digital incluyen la resistencia al cambio, las limitaciones presupuestarias y la falta de una asignación clara de responsabilidades para liderar este proceso. Para enfrentar estos desafíos, resulta crucial que el sector acelere la digitalización de las pequeñas y medianas empresas (PyMEs), promoviendo prácticas como la agricultura de precisión, que tiene el potencial de incrementar considerablemente la productividad (Gal et al., 2019).

Adicionalmente, es imperativo reducir la brecha de cobertura de banda ancha móvil en zonas rurales, ya que la conectividad es un pilar básico para implementar soluciones tecnológicas efectivas. Sin acceso a internet confiable, las herramientas digitales no pueden desplegarse eficientemente en el campo. A medida que se avanza en esta dirección, el fortalecimiento de la

infraestructura digital debe acompañarse de iniciativas de formación y capacitación para que los actores del sector agropecuario puedan aprovechar plenamente las nuevas tecnologías.

Propuesta para mejorar la adopción de tecnologías desde un enfoque de gestión de proyectos:

Capacitación continua y acompañamiento: La resistencia al cambio suele ser producto de la falta de comprensión o de temor a lo desconocido. Para abordar esto, se podrían diseñar programas de formación continua para los agricultores y los trabajadores rurales, enfocados en las ventajas de las tecnologías digitales y su uso práctico. Estos programas deben estar alineados con las fases del proyecto y ofrecerse en modalidades accesibles (presenciales y virtuales) con tutores que puedan acompañar el proceso de adopción.

Modelo de gestión de proyectos ágil para la transformación digital: Implementar un enfoque ágil de gestión de proyectos (por ejemplo, mediante la metodología Scrum) puede facilitar la adopción de tecnologías en el sector agropecuario. Con ciclos cortos de desarrollo y mejora continua, las soluciones tecnológicas pueden ser adaptadas a las necesidades específicas del sector, asegurando que se entreguen resultados visibles en plazos más cortos. Además, este modelo permite una mejor adaptación a cambios imprevistos, como fluctuaciones en el presupuesto o nuevas regulaciones.

Una manera de facilitar la recolección de datos en campo para su posterior análisis es a través del diseño de formularios en el software **CyberTracker**. Este software permite a los usuarios recolectar datos de campo utilizando dispositivos móviles. Estos datos pueden incluir observaciones de vida silvestre, ubicaciones geográficas y cualquier otro tipo de información relevante para el seguimiento. Se utiliza comúnmente en la conservación de la biodiversidad y monitoreo ambiental. Adicionalmente el software usa una interfaz gráfica que facilita la recopilación de datos mediante iconos y menús, permitiendo que personas con diferentes niveles de alfabetización puedan usarlo eficazmente. También se puede personalizar para adaptarse a diferentes usuarios y tipos de proyectos.

Implementación de un sistema de monitoreo y evaluación: Un aspecto crucial desde la gestión de proyectos es el monitoreo y la evaluación continua. Se debe establecer un sistema para evaluar el impacto de las tecnologías implementadas, midiendo indicadores como el aumento de la productividad, la reducción de costos y la mejora en la toma de decisiones. Estos datos no solo justifican la inversión en tecnología, sino que también ayudan a ajustar las estrategias conforme avanza el proyecto.

Una herramienta altamente recomendable para la gestión de proyectos en los sectores de ingeniería, manufactura y agricultura es **Microsoft Planner**. Esta plataforma ofrece una organización eficiente del trabajo al permitir la asignación de tareas específicas a los miembros del equipo, estableciendo fechas de inicio y vencimiento claras. Además, facilita el seguimiento continuo del progreso mediante opciones que permiten marcar las tareas como "En progreso" o "Completadas". Planner también mejora la priorización de actividades a través de etiquetas y listas de verificación, brindando mayor control y visibilidad. Su capacidad para integrar comentarios, adjuntar archivos relevantes y su perfecta sincronización con Microsoft Teams y Outlook fomenta la colaboración activa, lo que aumenta la productividad del equipo y asegura una gestión de proyectos más fluida y efectiva.

5.3. Discusión

De acuerdo con los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas, es fundamental destacar que cada uno de los sectores estudiados enfrenta desafíos importantes en términos de adopción de tecnologías digitales. Estos desafíos varían entre sectores, pero tienen un impacto directo en la capacidad de las empresas para cerrar brechas tecnológicas y mantenerse competitivas en un mercado global en rápida evolución.

El sector agrícola, por ejemplo, desempeña un papel crucial en las economías mundiales al proporcionar sustento a millones de personas. Sin embargo, como lo señala Mwangakala (2024), este sector enfrenta problemas estructurales como la baja productividad, la infraestructura deficiente, el acceso limitado a los mercados y la financiación. A pesar de estos obstáculos, el

sector agrícola ha sido testigo de transformaciones importantes impulsadas por la convergencia de tecnologías digitales emergentes (EDT), que han abierto nuevas oportunidades para abordar estos desafíos de manera innovadora.

Hassoun et al. (2023) destacan que tecnologías como la cadena de bloques, el Internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y el análisis de datos están permitiendo nuevas formas de enfrentar problemas sistémicos en la agricultura, tales como la optimización de los recursos y la mejora de la sostenibilidad. En particular, la adopción de tecnologías basadas en IoT está teniendo un impacto notable, ya que permiten el monitoreo remoto, la automatización de riegos y sistemas de fertilización, y brindan soporte a la toma de decisiones mediante análisis de datos en tiempo real. Los datos recopilados a través de estos sistemas pueden ayudar a las empresas agrícolas a reaccionar más rápidamente ante interrupciones y a mejorar su rendimiento económico.

En esta misma línea, Hassoun (2022) señala que la creciente adopción de tecnologías avanzadas, no solo en el sector agrícola, sino también en la industria alimentaria, está acelerando la transición hacia la Industria 4.0. Tecnologías como la inteligencia artificial, el big data, el IoT y la blockchain están cada vez más integradas en la cadena de suministro de alimentos, permitiendo transiciones más eficientes tanto en términos digitales como ecológicos. Estas innovaciones están optimizando no solo la producción, sino también la distribución y el manejo post-cosecha, impactando directamente en la sostenibilidad del sector.

En el contexto de la agricultura inteligente, la automatización y la robotización también están jugando un papel clave. Los robots y drones avanzados, equipados con sensores inteligentes, están transformando la producción agrícola, desde la siembra y el riego hasta la cosecha y la manipulación de cultivos. Este nivel de automatización permite una mayor precisión en el manejo de recursos y reduce los costos operativos a largo plazo. Además, en la industria alimentaria, estas tecnologías están promoviendo la evolución hacia fábricas inteligentes, donde procesos como el empaquetado, el corte y el manejo de alimentos se realizan con mayor eficiencia y menor intervención humana.

Los resultados del capítulo 5 mostrados en este estudio reflejan que, si bien existen desafíos importantes en la adopción de tecnologías en los sectores estudiados, también hay un potencial enorme para superar estos obstáculos mediante la integración estratégica de tecnologías emergentes. La digitalización, impulsada por herramientas como el IoT, la IA y la robotización, está ofreciendo nuevas vías para optimizar los procesos productivos y enfrentar los problemas estructurales que afectan a la agricultura y la manufactura en Colombia. Las empresas que logren superar las barreras iniciales de resistencia al cambio y limitaciones presupuestarias podrán no solo mejorar su competitividad, sino también contribuir a una transformación más sostenible y eficiente de sus sectores.

6. CONCLUSIONES

El estudio ha identificado que los principales desafíos para la transformación digital en estos sectores no son solo tecnológicos, sino también económicos, sociales y ambientales. Factores como la falta de infraestructura digital, la resistencia al cambio, la carencia de habilidades técnicas y la necesidad de inversiones significativas son barreras críticas que deben abordarse para una adopción exitosa

La gestión de proyectos se presenta como un enfoque estratégico crucial para superar los obstáculos identificados, ya que permite una planificación adecuada, la asignación eficiente de recursos y el seguimiento riguroso del progreso. Además, facilita la creación de estrategias que promuevan una transformación tecnológica sostenible y escalable, asegurando que los sectores industriales y agrícolas en Colombia puedan adoptar tecnologías digitales de manera efectiva.

La implementación de soluciones tecnológicas no solo contribuirá a mejorar la productividad, sino que también ayudará a cumplir con objetivos de sostenibilidad, como la reducción del desperdicio y el uso más eficiente de los recursos naturales. Esto es particularmente relevante para el sector agrícola, donde la demanda mundial de alimentos sigue creciendo.

Los sectores de Ingeniería, Manufactura y Agricultura en Colombia enfrentan barreras clave para la transformación digital, como la falta de estrategias directivas y limitaciones en infraestructura y capacitación. La adopción de un enfoque de gestión ágil, proyectos piloto y herramientas colaborativas facilitará la digitalización gradual y sostenible en cada sector, promoviendo su competitividad y modernización en el mercado colombiano.

En el sector de Ingeniería, la adopción de estrategias digitales es baja, con un 75% de empresas en etapa Nulo, aunque existe interés en capacitación y uso de tecnologías emergentes. En la Industria Manufacturera, la madurez digital es mayor, con solo un 9% en etapa Nulo y un 45% de empresas avanzadas en el uso de datos y tecnologías. El sector Agrícola muestra una adopción lenta en estrategias digitales, con un 50% en etapa Nulo, pero destaca en la integración de tecnologías emergentes en productos, alcanzando un 67% en etapa de Acción.

7. Referencias

Bancoldex (2018, 20 julio). <https://www.bancoldex.com/es/que-es-una-pyme-1338>

Bernal, L. S. (2023, diciembre 7). *Transformación Digital en Colombia: Implicaciones y perspectivas*. Impacto TIC. <https://impactotic.co/innovacion/transformacion-digital/transformacion-digital-en-colombia-implicaciones-y-perspectivas/>

Bissadu, K. D., Sonko, S., & Hossain, G. (2024). Society 5.0 enabled agriculture: Drivers, enabling technologies, architectures, opportunities, and challenges. *Information Processing in Agriculture*.

Bressanelli et al., 2018^a G. Bressanelli, F. Adrodegari, M. Perona, N. Sacconi Exploring how usage-focused business models enable circular economy through digital technologies Sustainability, 10 (3) (2018), pp. 639-660

Carbonell, J. H. (19 de enero de 2024). Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Obtenido de <https://www.escuelaing.edu.co/es/noticias/automatizacion-y-sostenibilidad-el-futuro-del-trabajo-en-colombia/>

Castellanos Domínguez, Ó. F., Jiménez Hernández, C. N., & Domínguez Martínez, K. P. (2009). Competencias tecnológicas: bases conceptuales para el desarrollo tecnológico en Colombia. *Ingeniería e investigación*, 29(1), 133-139.

Cámara de Comercio de Bogotá. (2019). Plan de Acción para el aceleramiento de la digitalización del sector agropecuario. <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/items/3ccea0d7-306c-4412-bca5-e67cc915b85c>

Comercio de Bogotá, C. (s. f.). Cámara de Comercio de Bogotá. <https://www.ccb.org.co/informacion-especializada/observatorio/dinamica-empresarial/empresas-activas/tamano>

- Culot, G., Podrecca, M., & Nassimbeni, G. (2024). Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review of empirical studies and research directions. *Computers in Industry*, 162, 104132
- Dimas Pastrana, D. A. (2022). Impacto económico de la automatización en procesos de mantenimiento, para la industria manufacturera en Colombia: Una revisión bibliográfica. (tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11349/30940>.
- Fernández, J. D. L. (2020). La cuarta revolución industrial: contexto, conceptos y desarrollo. *Universitas Científica*, 23(1), 74-79.
- Gal, P., G. Nicoletti, T. Renault, S. Sorbe y C. Timiliotis (2019). Digitalisation and productivity: In search of the holy grail – Firm-level empirical evidence from EU countries. OECD Economics Department Working Papers, N° 1533, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/5080f4b6-en>
- Garrido, S., Muniz, J., & Ribeiro, V. B. (2024). Operations management, sustainability & Industry 5.0: A critical analysis and future agenda. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 10, 100141.
- Hassoun, A., Boukid, F., Pasqualone, A., Bryant, C. J., García García, G., Parra-López, C., Jagtap, S., Trollman, H., Cropotova, J., & Barba, F. J. (2022). Emerging trends in the agri-food sector: Digitalisation and shift to plant-based diets. *Current Research in Food Science*, 5, 2261-2269.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2016). Metodología de la investigación. 6ta Edición Sampieri. Soriano, RR (1991). Guía para realizar investigaciones sociales. Plaza y Valdés, 150-155.
- Jiao et al., 2021 R. Jiao, S. Commuri, J. Panchal, J. Milisavljevic-Syed, J.K. Allen, F. Mistree, et al. Design Engineering in the Age of Industry 4.0 *Journal of Mechanical Design* (7) (2021), p. 143.
- Núbia Carvalho, Omar Chaim, Edson Cazarini, Mateus Gerolamo, Manufacturing in the fourth industrial revolution: A positive prospect in Sustainable Manufacturing, *Procedia*

Manufacturing, Volume 21, 2018, Pages 671-678, ISSN 2351-9789, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.170>.

MinTIC Expide el Decreto 1263 de 2022 Para Definir los Lineamientos y Estándares Aplicables A la Transformación Digital Pública, s. f.

MinCIT. (08 de marzo de 2024). Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Obtenido de <https://www.mincit.gov.co/prensa/noticias/industria/colombia-cerro-2023-con-historico-empresasactivas#:~:text=Colombia%20cerr%C3%B3%202023%20con%20un,renovadas%20lleg%C3%B3%20a%201'740.168>.

Mwangakala, H. A., Mongi, H., Ishengoma, F., Shao, D., Chali, F., Mambile, C., & Julius, B. (2024). Emerging digital technologies potential in promoting equitable agricultural supply chain: A scoping review. *Technological Forecasting & Social Change*, 208, 123630.

Lee, J., Kao, H. A., & Yang, S. (2014). Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment. *Procedia cirp*, 16, 3-8.

ORACLE. (s.f). Inteligencia Artificial. <https://www.oracle.com/co/artificialintelligence/what-is-ai/>

Ovalle, A. M., Ocampo, O. L., & Acevedo, M. T. (2013). Identificación de brechas tecnológicas en automatización industrial de las empresas del sector metalmecánico de Caldas, Colombia. *Ingeniería y competitividad*, 15(1), 171-182.

Parra, C. A. (2018, 9 noviembre). Industria 4.0, ¿una realidad en Colombia? *Diario la República*. <https://www.larepublica.co/internet-economy/industria-40-una-realidad-en-colombia-2792292>

Prieto, Y. E., & Bedoya, E. Y. (2019). TRANSFORMACIÓN DEL MODELO 4.0 EN LOS SECTORES PRODUCTIVOS. Obtenido de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/16016/1/2019_transformaci%C3%B3n_modelo_sectores.pdf

Saidani et al., 2017 M. Saidani, B. Yannou, Y. Leroy, F. Cluzel How to assess product performance in the circular economy? Proposed requirements for the design of a circularity measurement framework *Recycling*, 2 (1) (2017), pp. 1-18

Sánchez, A. F. A. (2019). La industria 4.0. Análisis y estudio desde el Derecho en la 4ta Revolución Industrial. *Advocatus*, (32), 133-164.

Sui, X., Hu, H., & Wang, R. (2024). The impact of digital transformation on the servitization transformation of manufacturing firms. *Research in International Business and Finance*, 102588.

Telukdarie, A., Buhulaiga, E., Bag, S., Gupta, S., & Luo, Z. (2018). Industry 4.0 implementation for multinationals. *Process Safety and Environmental Protection*, 118, 316-329.

Universidad EAFIT. (s.f.). Tan cerca y tan lejos de la agricultura 4.0 en Colombia. Tan cerca y tan lejos de la agricultura 4.0 en Colombia - Investigación / Noticias - Universidad EAFIT

Zabala-Vargas, S., Jaimes-Quintanilla, M., & Jimenez-Barrera, M. H. (2023). Big data, data science, and artificial intelligence for project management in the architecture, engineering, and construction industry: a systematic review. *Buildings*, 13(12), 2944.

Wang, H., & Zhao, R. (2024). Grafo de conocimiento de la tecnología de ingeniería agrícola basado en un gran modelo de lenguaje. <https://www-sciencedirect-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/science/article/pii/S0141938224001847>

World Bank Open Data. (n.d.). World Bank Open Data. <https://datos.bancomundial.org/indicador/NV.AGR.TOTL.ZS?locations=CO>

Anexos

Anexo 1. Encuesta nivel de madurez tecnológica (apropiación) en la gestión de proyectos

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

Objetivo:

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

Autor:

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

Declaración inicial:

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

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

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

Definiciones importantes

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

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

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

Gracias por su interés de participación.

* Obligatorio

CARACTERIZACIÓN

Mediante las siguientes preguntas podemos caracterizar la empresa que representa para analizar posteriormente la información.

1. ¿Está de acuerdo con la declaración inicial y desea continuar con la encuesta? *

SI

NO

2. Nombre o razón social de la organización. *

Escriba su respuesta

3. NIT o identificación equivalente. *

El valor debe ser un número.

4. Clasificación según su actividad económica: *

- Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca.
- Industria manufacturera.
- Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado.
- Suministro de agua, gestión de aguas residuales y gestión de desechos y actividades de saneamiento.
- Construcción.
- Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas.
- Transporte y almacenamiento.
- Alojamiento y servicio de comidas.
- Tecnologías de la información y comunicación - TIC.
- Actividades financieras y de seguros.
- Actividades inmobiliarias.
- Actividades profesionales, científicas y técnicas.
- Actividades de servicios administrativos y de apoyo.
- Educación.
- Salud humana y servicios sociales.
- Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas.
- Otras

5. Número de empleados *

- Menos de 10
- Entre 11 y 50
- Entre 51 y 200
- Más de 200

6. Nivel de ingresos anuales: *

- Menos de 1.000 SMMLV
- Entre 1.001 y 2000 SMMLV
- Entre 2.001 y 10.000 SMMLV
- Más de 10.001 SMMLV

7. Nombre de quien presenta la encuesta *

Escriba su respuesta

8. Posición dentro de la organización de quien presenta la encuesta *

Escriba su respuesta

9. Correo electrónico de contacto. *

Escriba su respuesta

10. Teléfono móvil (opcional)

Escriba su respuesta

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

* Obligatorio

Parte 1 de 5: MODELO DE NEGOCIO Y PRODUCTO - Nivel estratégico

Mediante las siguientes preguntas se identificará el nivel de transformación digital de su modelo de negocio y la implementación de la misma en sus productos.

Nota: Al hablar de producto se hace referencia a tangibles o intangibles y al hablar de producción es el proceso de creación de cada uno de ellos.

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

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

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

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

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

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

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

Parte 2 de 5: CLIENTES Y PROVEEDORES

Mediante las siguientes preguntas se identificará el nivel de apropiación de las tecnologías habilitadoras de la transformación digital en su relación con clientes y proveedores.

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

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

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

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

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

* Obligatorio

Parte 3 de 5: PROCESOS - Nivel táctico y operativo

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

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

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

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

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

18. Su empresa realiza: *

- PRODUCCIÓN DE BIENES O PRODUCTOS
- PRESTACIÓN DE SERVICIOS

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

ORGANIZACIÓN DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE BIENES O PRODUCTOS

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

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

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

* Obligatorio

Parte 4 de 5: INFRAESTRUCTURA Y SEGURIDAD

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

25. Califique las siguientes preguntas según la escala establecida: *

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

Parte 5 de 5: ESTRATEGIA Y EXPERIENCIA EN INDUSTRIA 4.0

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

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

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

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

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

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

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

29. ¿En qué medida ha abordado las ineficiencias de los procesos mediante la adopción de sistemas inteligentes (máquinas inteligentes, tecnología digital integrada)?

- No hay una adopción significativa de sistemas inteligentes (aún utilizando sistemas manuales o semiautomáticos)
- Sistemas inteligentes introducidos parcialmente en áreas cruciales para superar las ineficiencias locales.
- Se adaptaron importantes sistemas inteligentes en toda la empresa que ayudaron a optimizar los procesos.

30. ¿Cuál es la ambición estratégica de la organización con respecto al paso a la Industria 4.0?

- No se ha considerado todavía. No se contemplan beneficios/oportunidades.
- Se ha considerado pasar a la Industria 4.0 pero se desconoce como hacerlo.
- Se conocen los beneficios de la industria 4.0 y se tiene intención de implementarla.
- Se ha iniciado el proceso de implementación de la industria 4.0.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Formación y personas: soluciones que aporten flexibilidad y fomenten la colaboración entre empleados (ofimática en la nube, plataformas colaborativas de gestión de proyectos, etc.), mejoren la gestión del talento (plataformas de e-learning, realidad virtual y aumentada como herramientas formativas, acceso digital a la información del empleado, etc.) y, que permitan el desarrollo de nuevas formas de trabajo en la organización (acceso remoto, herramientas de comunicación, etc.).

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

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