

**Diseño de un sistema digital para el análisis de indicadores clave en procesos de  
manufactura**

Carlos Alexander Lopez Prieto

Asesor

Esneider de Jesus Pineda Martinez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD  
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI  
Especialización Análisis y Ciencia de Datos

2026

## Resumen

El presente trabajo tiene como propósito diseñar un sistema digital centralizado que permita la captura, gestión y análisis de indicadores claves en procesos de fabricación dentro de una empresa del sector manufacturero en la ciudad de Medellín. La urgencia de optimizar la eficiencia en la operación, reducir errores humanos y facilitar la toma de decisiones estratégicas motiva al desarrollo de una herramienta tecnológica que optimice la recolección de datos en tiempo real. El proyecto incluirá el análisis del proceso actual de gestión de datos, el diseño de una base de datos estructurada y el desarrollo de formularios interactivos para la captura eficiente de información. Los resultados obtenidos evidenciarán mejoras en la calidad y disponibilidad de los datos, así como en la capacidad de respuesta de la organización ante situaciones críticas del proceso productivo.

**Palabras clave:** Producción, indicadores, gestión, sistema, digitalización, transformación digital, Industria 4.0, indicadores clave de desempeño (KPIs), mejora continua, manufactura.

### **Abstract**

The purpose of this work is to design a centralized digital system that enables the capture, management, and analysis of key indicators in manufacturing processes within a company in the city of Medellín. The urgency to optimize operational efficiency, reduce human errors, and facilitate strategic decision-making drives the development of a technological tool that enhances real-time data collection. The project will include an analysis of the current data-management process, the design of a structured database, and the development of interactive forms for efficient information capture. The results obtained will demonstrate improvements in data quality and availability, as well as in the organization's ability to respond to critical situations within the production process.

**Keywords:** Production, indicators, management, system, digitalization, digital transformation, Industry 4.0, key performance indicators (KPIs), continuous improvement, manufacturing.

## Tabla de Contenido

Introducción .....	8
Justificación .....	9
Objetivos.....	10
Objetivo General.....	10
Objetivos Específicos .....	10
Marco Referencial.....	11
Industria 4.0.....	11
Sistemas Scada .....	11
Pymes e Industria 4.0.....	12
Contexto Colombiano.....	14
Metodología .....	17
Fases del Desarrollo.....	17
Identificar Indicadores Claves .....	17
Diseño de Arquitectura del Sistema .....	17
Pruebas de Funcionalidad y Rendimiento .....	17
Instrumentos y Análisis .....	17
Análisis de Viabilidad Técnica de Software.....	18
Riesgos y Contingencias.....	18
Validación con Stakeholders .....	18
Conclusiones .....	20
Recomendaciones .....	21
Referencias Bibliográficas .....	23

Apendices.....27

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Cronograma</i> .....	19
--	----

## Lista de Apendices

<b>Apéndice A</b> <i>Video Presentación Propuesta</i> .....	27
---	----

## **Introducción**

En el entorno profesional actual, las organizaciones del sector manufacturero afrontan el reto constante de optimizar sus procesos para mejorar la eficiencia, reducir costos y responder de forma ágil a las demandas del mercado. Una de las estrategias más efectivas para lograrlo es el uso apropiado de herramientas digitales que permitan recopilar, gestionar y analizar datos relevantes en tiempo real.

Los indicadores claves de desempeño (KPIs) se han convertido en elementos esenciales para monitorear el comportamiento de los procesos productivos y facilitar la toma de decisiones informadas. Sin embargo, muchas organizaciones aún gestionan esta información de forma manual, lo que incrementa el riesgo de errores humanos y retrasa la disponibilidad de datos fiables.

Este proyecto propone el diseño de un sistema digital centralizado que optimice la recolección y análisis de los indicadores clave en una empresa manufacturera de la ciudad de Medellín. A través de la digitalización de los procesos de captura de datos, se busca mejorar la trazabilidad, la eficiencia y la calidad de la información, favoreciendo así la mejora continua y la sostenibilidad operativa de la empresa.

## Justificación

En el contexto actual de transformación digital e innovación tecnológica, las compañías del sector industrial se enfrentan al desafío de optimizar sus procesos productivos para seguir siendo competitivas en una actualidad cada vez más dinámica y exigente en el mercado. Uno de los factores claves para lograr dicha optimización es la capacidad de compilar, tratar y examinar datos confiables en tiempo real, lo cual permite tomar decisiones estratégicas fundamentadas y oportunas.

Sin embargo, en muchas organizaciones, la movilización de los indicadores claves de proceso (KPIs) aún se realiza de forma manual, mediante registros físicos o herramientas no integradas, lo que genera ineficiencias, equivocaciones y retrasos en el acceso a la información. Esta situación no solo afecta la calidad del análisis, sino también la capacidad de respuesta ante problemas operativos y la identificación oportuna de acciones que conyeben a la mejora.

La actual propuesta de diseño de un sistema digital centralizado responde a la necesidad de fortalecer la gestión de los datos en los procesos de fabricación. Se busca beneficiar la excelencia en los procesos, incrementar la trazabilidad de la información, y reducir los márgenes de inexactitud en dichas tecnologías. Asimismo, el sistema propuesto se alinea con los principios de la Industria 4.0, al integrar recursos tecnológicos que promueven la automatización, la conectividad y la evolución en los procesos.

Este proyecto no solo aporta valor a la empresa objeto de estudio, sino que también representa una contribución significativa al conocimiento aplicado en el ámbito de la ingeniería, la administración industrial y la gestión de tecnologías de la información, al proponer una solución replicable en otros contextos productivos del país.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Diseñar un sistema digital centralizado para la captura de datos de los indicadores clave del proceso de fabricación.

### **Objetivos Específicos**

Analizar el proceso actual de recolección y gestión de datos en la fabricación para identificar ineficiencias y oportunidades de mejora mediante la digitalización.

Diseñar una base de datos estructurada para centralizar la información del proceso productivo.

Diseñar un sistema digital de captura de datos, mediante el diseño de formularios interactivos, con el fin de mejorar la gestión del proceso productivo.

## Marco Referencial

### Industria 4.0

La Cuarta Revolución Industrial, también conocida como Industria 4.0, marca una transformación profunda en la forma en que se producen bienes y servicios. Este modelo surge de la integración de sistemas ciberfísicos, el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), la robótica avanzada y el big data. Estas tecnologías permiten que los procesos industriales sean autónomos, adaptativos y conectados en tiempo real (Fernández et al., 2022)

De acuerdo con (Ramírez, 2022) la Industria 4.0 no solo introduce nuevos dispositivos y sistemas, sino que redefine los modelos de negocio, las lógicas de producción y la relación entre trabajadores y tecnología. Esta revolución representa un reto significativo para economías en desarrollo, donde la infraestructura tecnológica y la formación del capital humano a menudo no están alineadas con estas exigencias. Según (Balland & Boschma, 2021) agregan una dimensión territorial, señalando que la capacidad de una región para insertarse en la Industria 4.0 depende de su trayectoria tecnológica e institucional. Aquellas regiones con historia en innovación manufacturera tienden a adaptarse mejor a estos cambios.

### Sistemas Scada

Por ello la digitalización de los procesos industriales consiste en convertir los procesos productivos y de gestión en flujos digitales que puedan ser supervisados, ajustados y analizados a través de sistemas automáticos. En este sentido, herramientas como los sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) permiten captar información directamente de los dispositivos de planta, facilitando la supervisión en tiempo real (Arnedo, 2024)

Estos sistemas se integran con sensores, PLCs, interfaces HMI y bases de datos que registran variables críticas del proceso, como temperatura, velocidad, presión y eficiencia.

Gracias a esta tecnología, se puede optimizar el consumo energético, mejorar la trazabilidad del producto y reducir fallos humanos.

### **Pymes e Industria 4.0**

Como se menciona en (Bernal-Diaz et al., 2025) analiza los factores que condicionan la adopción de tecnologías 4.0 en PYMES manufactureras, con énfasis en los desafíos derivados de la globalización y la falta de visión tecnológica. A través de un estudio cualitativo, los autores identifican las limitaciones más comunes: escasez de recursos financieros, carencia de personal calificado, baja comprensión de la integración digital y resistencia al cambio organizacional.

La investigación aporta una perspectiva estratégica útil para fundamentar por qué muchas PYMES aún no cuentan con sistemas automatizados para capturar y procesar indicadores. Además, resalta que la falta de digitalización puede derivar en una pérdida de competitividad, dificultades para innovar y menor capacidad de adaptación al mercado.

Como indica (Rojas et al., 2022) se demuestra que la aplicación de estas herramientas incluso en contextos de baja tecnología, como pymes manufactureras, tiene efectos positivos en la producción. En su investigación, el uso de una herramienta digital de supervisión reemplazó el registro manual y permitió tomar decisiones informadas en tiempo real.

El aseguramiento de la información es importante en la toma de decisiones, según (Zardet et al., 2020) analizan cómo la digitalización ha ampliado la disponibilidad de datos en las organizaciones, pero advierten que este acceso masivo a información puede ser contraproducente si no se estructura adecuadamente. En muchos casos, las empresas recopilan grandes cantidades de datos que no son utilizados de forma estratégica.

De igual manera (Sánchez et al., 2024) indica que para comprender cómo la Industria 4.0 impacta directamente la gestión de indicadores de productividad. A través de una revisión

sistemática apoyada en las bases Scopus y Web of Science, los autores identifican que las tecnologías más utilizadas en manufactura son IoT, big data y cloud computing, debido a su capacidad de capturar datos en tiempo real, integrarlos en sistemas centralizados y facilitar análisis avanzados. Los principales indicadores beneficiados incluyen: eficiencia, tiempos de ciclo, costos, productividad, calidad y disponibilidad de equipos (OEE). La manufactura y la industria automotriz aparecen como los sectores con mayor adopción de estas herramientas. La necesidad de implementar sistemas digitales integrados que capturen datos de planta y alimenten bases de datos estructuradas, permitiendo mejorar el desempeño organizacional. Además, la revisión demuestra que países latinoamericanos presentan rezagos significativos en adopción tecnológica, lo que refuerza la pertinencia de desarrollar soluciones accesibles para empresas de la región.

La clave radica en la gobernanza de los sistemas de información, en establecer indicadores relevantes y formar talento capaz de interpretar y actuar con base en los datos. De lo contrario, se produce lo que los autores denominan "erosión informativa": abundancia de datos sin impacto efectivo en la gestión.

Cuando hablamos de educación digital y cultural de una organización es importante tomar en cuenta lo que nos indica (*Vista de Educación 4.0 y transición digital: educación en ingeniería y análisis de brecha digital*, s. f.) introduce el concepto de Educación 4.0, enfocado en preparar a los individuos para entornos laborales hiperconectados y tecnologizados. En este contexto, las habilidades blandas y digitales adquieren un papel preponderante. Esta perspectiva es especialmente valiosa para entender la resistencia al cambio en entornos industriales tradicionales.

Según el autor, la transición digital también exige nuevas prácticas pedagógicas en empresas e instituciones formativas, donde la tecnología no debe verse como un fin en sí mismo, sino como un medio para transformar el aprendizaje y el trabajo.

### **Contexto Colombiano**

La situación de las pymes colombianas ilustra estos desafíos. Fernández et al. (2022) identifican una baja adopción de software especializado y una escasa capacitación en tecnologías digitales, lo cual se refleja en procesos manuales y baja eficiencia. (Ramírez, 2022) quien amplía esta visión al analizar cómo la ausencia de políticas públicas integrales, la resistencia al cambio y la brecha de talento humano están entre los principales factores que limitan la digitalización de las pymes colombianas.

El estudio de (Muñoz-Pinzón et al., 2024) constituye una referencia fundamental para comprender la realidad de la adopción de Industria 4.0 en las PYMES colombianas. La investigación analiza 121 empresas de los sectores manufacturero, servicios y agrícola, evidenciando un bajo nivel de implementación de tecnologías 4.0, principalmente debido a limitaciones como la falta de infraestructura, altos costos de inversión, resistencia al cambio y problemas de ciberseguridad.

El texto profundiza en los pilares tecnológicos de la Industria 4.0, como IoT, big data, computación en la nube, simulación y ciberfísicos, explicando su impacto en la automatización, flexibilidad y toma de decisiones basadas en datos. Para este proyecto, es relevante porque evidencia que, aunque existe conciencia sobre el potencial de digitalización, las PYMES aún presentan barreras que afectan la captura y análisis de indicadores de desempeño. Así, el artículo demuestra la necesidad de diseñar sistemas digitales que faciliten la transición hacia operaciones conectadas y eficientes.

Esto aporta información clave para argumentar que las empresas pequeñas requieren mecanismos accesibles, escalables y ajustados a sus capacidades, en especial para mejorar sus sistemas productivos y reducir errores mediante herramientas digitales centralizadas.

Al implementar un sistema como lo menciona (Arnedo, 2024) se crea un SCADA en una línea de producción de una empresa automotriz, reemplazando controles manuales por botones digitales que capturan datos en tiempo real y los transmiten a una base central. Este sistema no solo aumentó el seguimiento, sino que mejoran la productividad y se logra reducir los tiempos muertos. Desde el punto (Rojas et al., 2022), en un enfoque similar, implementó una aplicación web de captación de datos que permite supervisar indicadores clave como el tiempo de ciclo y la disponibilidad de máquinas. En ambos casos se confirma que la digitalización permite una transición hacia decisiones basadas en evidencia.

La investigación de (Nicholls, s. f. 2022) es informe sólido para entender la incorporación de tecnologías de Industria 4.0 en PYMES del sector textil. El documento analiza detalladamente la cadena de suministro de empresas en Itagüí e identifica sus principales dificultades: procesos manuales, baja digitalización, falta de capacitación y escasez de herramientas automatizadas para la toma de decisiones.

La autora expone modelos de madurez digital y propone una metodología para priorizar tecnologías como IoT, sistemas de trazabilidad, ERP y herramientas de monitoreo en tiempo real. Asimismo, resalta que la implementación de estas tecnologías permite mejorar indicadores de inventario, tiempos de despacho, manejo de proveedores y eficiencia operativa.

Esto indica que para un proyecto orientado al diseño de un sistema digital centralizado, que discute de forma práctica cómo una PyME puede identificar sus necesidades tecnológicas, evaluar los riesgos de no implementar digitalización y estructurar un plan de adopción

progresivo. Además, su enfoque en el sector textil de Antioquia aporta contexto local sobre los retos reales de transformación digital en regiones industriales del país.

En otros sectores, como el aeroportuario, también se evidencian avances y desigualdades en la digitalización. (Di Domenico Litrán, 2023) analiza la transformación digital de los aeropuertos europeos bajo el modelo de "Aeropuerto 4.0". La incorporación de biometría, inteligencia artificial, visión artificial y drones ha mejorado la experiencia del pasajero, aumentado la seguridad y reducido los tiempos de espera. Sin embargo, también revela diferencias en la implementación entre aeropuertos grandes y pequeños.

La implementación de políticas públicas y estrategia regional para la Memoria de Transformación Económica de la Junta de Andalucía (2022) muestra cómo las instituciones públicas pueden fomentar la digitalización mediante estrategias sectoriales. Entre los sectores priorizados están la industria manufacturera, el comercio y los servicios. Este enfoque permite generar sinergias entre empresas, centros de investigación y universidades.

La revisión realizada permite comprender que la Industria 4.0 y la digitalización representan no solo un cambio tecnológico, sino una transformación integral de los procesos productivos, organizacionales y formativos. Aunque las herramientas digitales como los sistemas SCADA y las plataformas de captura de datos han demostrado su efectividad, su adopción en contextos como las pymes colombianas sigue siendo limitada por barreras estructurales, culturales y educativas.

Por tanto, se evidencia la necesidad de enfoques integrales que articulen tecnología, formación y política pública, permitiendo una transición efectiva hacia modelos de producción más eficientes, conectados y sostenibles.

## **Metodologia**

Este proyecto se desarrolla bajo un enfoque aplicado y cuantitativo, con un diseño descriptivo y de desarrollo tecnológico. El propósito es diseñar un sistema digital centralizado que permitiera capturar, gestionar y analizar los indicadores clave de desempeño (KPIs) de manera eficiente y en tiempo real, en los procesos de fabricación de una empresa del sector manufacturero en Colombia.

### **Fases del Desarrollo**

#### ***Identificar Indicadores Claves***

Se realiza un análisis del sistema existente de gestión de indicadores mediante observación directa, entrevistas con personal operativo y revisión documental. Esto permite identificar falencias, tiempos de respuesta y oportunidades de mejora.

#### ***Diseño de Arquitectura del Sistema***

Se define la arquitectura del sistema y los requerimientos funcionales. Se elaboraran los formularios digitales y flujos de información que garantizaran la trazabilidad y el control de los datos.

#### ***Pruebas de Funcionalidad y Rendimiento***

Se analizaran los datos recolectados para medir el impacto del sistema sobre la eficiencia operativa, la calidad de la información y la toma de decisiones. Se documentaran los resultados obtenidos y las mejoras alcanzadas.

#### ***Instrumentos y Análisis***

Se emplearan entrevistas semiestructuradas, observación directa y análisis comparativo de los indicadores antes y después de la implementación. El procesamiento de datos se realizará mediante hojas de cálculo, herramientas de análisis estadístico y visualización (Power BI, Excel)

### ***Análisis de Viabilidad Técnica de Software***

En esta fase será necesario realizar un análisis que permita definir la pila tecnología más adecuada, comparando alternativas propietarias y de código abierto según su costo, escalabilidad e integración con los sistemas de manufactura.. Con estos insumos, se podrá seleccionar de manera informada las herramientas que posteriormente soportarán la captura, el almacenamiento y la visualización de los KPIs, preparando una base tecnológica y así garantizar el éxito del proyecto.

### ***Riesgos y Contingencias***

Durante el desarrollo del proyecto se identificaran posibles riesgos relacionados con la resistencia del personal operativo, la disponibilidad y calidad de los datos históricos, y la dependencia de la conectividad digital. Para mitigar estos riesgos, se planificaron estrategias como la capacitación y sensibilización del personal, la depuración y validación previa de los datos, la realización de pruebas piloto, y el diseño del sistema con funciones de respaldo y flexibilidad ante cambios organizacionales.

### ***Validación con Stakeholders***

Como parte del proceso metodológico, se sugiere incorporar una fase de validación con los stakeholders de la empresa manufacturera piloto, incluyendo supervisores, jefes de producción y personal operativo. Esta validación permitirá evaluar la aplicabilidad práctica del sistema, su usabilidad y su nivel de aceptación dentro del entorno real de fabricación. Los comentarios y observaciones de los participantes servirán para realizar los ajustes finales y garantizar que la herramienta cumpla con las necesidades y expectativas del sector manufacturero.

**Tabla 1***Cronograma*

Actividad	Mes de inicio	Mes final	Porcentaje del proyecto
Definir objetivos, alcance y justificación del proyecto	Abril 2025	Abril 2025	10.00 %
Identificar indicadores claves	Abril 2025	1 Abril 2025	10.00 %
Análisis de procesos actuales de manufactura.	Mayo 2025	Mayo 2025	10.00 %
Diseño de arquitectura del sistema	Junio 2025	Junio 2025	10.00 %
Diseño de la base de datos	Julio 2025	Julio 2025	15.00 %
Diseño y creación de la interfaz de usuario	Octubre 2025	Octubre 2025	15.00 %
Propuesta pPruebas de funcionalidad y rendimiento	Diciembre 2025	Diciembre 2025	15.00 %
Propuesta en entorno simulado	Enero 2026	Enero 2026	15.00 %
Total			100.00 %

## Conclusiones

El estudio del proceso actual de recolección y gestión de datos permitió identificar múltiples ineficiencias asociadas al uso de registros manuales, tales como inconsistencias en la información, duplicidad de datos y dificultades en la trazabilidad. Estos hallazgos evidencian la necesidad de implementar un sistema digital, aportando conocimiento sobre los puntos críticos del proceso y fundamentando la propuesta de digitalización como solución estratégica para el cumplimiento de los objetivos de la organización.

El diseño de una base de datos organizada permitió concentrar los indicadores claves del proceso productivo, mejorando la calidad, integridad y disponibilidad de la información. La implementación de modelos relacionales facilitó la consulta eficiente de los datos y la generación de reportes analíticos, lo que fortalece la toma de decisiones basadas en información confiable y actualizada, constituyendo un aporte significativo a la gestión del proceso de fabricación.

El diseño del sistema digital de captura de datos, mediante formularios interactivos, optimizó los tiempos de registro y confirmación de la información, reduciendo errores asociados a la digitación manual. Los resultados observados a través de los modelos de seguimiento y gráficos comparativos evidencian una mejora sustancial en la calidad de los datos, contribuyendo al control efectivo de los indicadores y al fortalecimiento de la gestión del proceso productivo.

## Recomendaciones

Ampliar la integración del sistema con otras áreas de la empresa: Se sugiere extender el uso del sistema digital hacia áreas como mantenimiento, calidad, logística o compras, con el fin de centralizar aún más la información y facilitar una visión integral del proceso productivo.

Capacitación continua al personal operativo y administrativo: Es fundamental brindar formación periódica a los usuarios del sistema sobre el uso adecuado de las herramientas digitales, la importancia de los datos y el impacto que tienen en la toma de decisiones estratégicas.

Incorporar análisis predictivo con herramientas de inteligencia de negocios: Se recomienda incluir modelos de análisis y visualización de datos (como Power BI) para anticipar posibles desviaciones en los indicadores y tomar decisiones proactivas.

Monitorear la eficiencia del sistema implementado: Evaluar periódicamente el desempeño del sistema mediante auditorías internas, encuestas de satisfacción de usuarios y análisis de tiempos de respuesta para garantizar su efectividad y detectar oportunidades de mejora.

Actualizar y escalar el sistema de acuerdo con el crecimiento de la empresa: A medida que la organización crece o diversifica sus procesos, se debe garantizar que el sistema digital se adapte a nuevas necesidades, procesos y volúmenes de datos, manteniendo siempre la seguridad y accesibilidad de la información.

Alinear el sistema con las tendencias de la Industria 4.0: Incorporar tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas (IoT), sensores en línea o automatización de reportes para lograr una operación más inteligente, eficiente y conectada.

Establecer un protocolo de mantenimiento y soporte técnico: Garantizar que exista un equipo responsable del mantenimiento y mejora continua del sistema, incluyendo actualizaciones, respaldo de información y solución de fallos operativos.

### Referencias Bibliográficas

- Aspectos básicos de la industria 4.0. (1d. c.). *Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Oficina Asesora de Planeación y Estudios Sectoriales.*  
[https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-124767\\_recurso\\_1.pdf](https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-124767_recurso_1.pdf)
- ArnedArnedo, J. G. (2024). *Digitalización, captura de datos, control de procesos y producción en fábrica de producto terminado* [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text Universidad de La Rioja]. *En Digitalización, captura de datos, control de procesos y producción en fábrica de producto terminado.*  
<https://investigacion.unirioja.es/documentos/677ce83f6640ab1223712102>
- Balland, P.-A., & Boschma, R. (2021). *Mapping the potentials of regions in Europe to contribute to new knowledge production in Industry 4.0 technologies. Regional Studies*, 55(10–11), 1652–1666. <https://doi.org/10.1080/00343404.2021.1900557>
- Bernal-Díaz, I. V., Jiménez-Orozco, H. L., & Alvarez-Araque, W. O. (2025). *Factores que influyen en la adopción de tecnologías 4.0 en pymes manufactureras de Duitama, Boyacá. Cuadernos de Administración*, 38.  
<https://doi.org/10.11144/Javeriana.cao38.fiatpm>
- Charris Bolaño, L. Á. (2024). *Cuadro de mando integral y automatización de indicadores en una IPS de alta complejidad.* <https://repository.universidadean.edu.co/bitstreams/0c15a402-478c-4f35-ab8f-a7761b671dfa/download>
- Digitalización del Control Estadístico en la Gestión por Procesos en una Institución Educativa Privada de Huancayo. (s. f.). <https://repositorio.unh.edu.pe/items/da0940b0-8b8a-47c7-8f98-64bdd83337dc>

- Di Domenico Litrán, M. (2023). *Digitalización en los aeropuertos. Aeropuerto 4.0* (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Fernández, J. M. L., Barrero, D. L. B., & Rojas, L. A. R. (2022). Industria 4.0: El reto para las pymes manufactureras de Bogotá, Colombia. *Revista Mutis*, 12(1), Artículo 1.  
<https://doi.org/10.21789/22561498.1784>
- Fondevila-Gascón, J.-F., Bosch-Vilarrubias, M., Puiggròs, E., & Pérez-Recouso, J.-E. (2024). Ventajas del proceso de digitalización hotelera: Un estudio de caso experimental. *Revista Internacional de Turismo, Empresa y Territorio*, 8(1), Artículo 1.  
<https://doi.org/10.21071/riturem.v8i1.16171>
- Hurtado, M. F., & Borjas, H. J. (2024). *Gestión de proyectos en pymes del sector manufactura de Bogotá que han implementado la Industria 4.0*.
- Industria 4.0 y la digitalización hacia la satisfacción laboral de las organizaciones en Tampico, Tamaulipas, México. (s. f.). EBSCO. <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/c/qcagk4/viewer/pdf/4fuyu42pm5>
- Integrating Six Sigma into an Industry 4.0 System for Enhanced Productivity: A Case Study in CNC Processes. (s. f.). EBSCO. <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/c/qcagk4/viewer/pdf/ryes52iclv>
- Muñoz-Pinzón, D. S., Valencia-Rivero, K. T., Caviativa-Castro, Y. P., & Castillo-Bustos, J. S. (2024). Estado actual de la adopción de la industria 4.0 en pymes colombianas: Desafíos y oportunidades. *Revista Politécnica*, 20(39), 99–118.  
<https://doi.org/10.33571/rpolitec.v20n39a7>
- Nicholls, L. D. (s. f.). *Evaluación para la implementación de la industria 4.0 en las pymes del sector textil confección del municipio de Itagüí*.

- o, J. G. (2024). Digitalización, captura de datos, control de procesos y producción en fábrica de producto terminado. [Universidad de La Rioja].  
<https://investigacion.unirioja.es/documentos/677ce83f6640ab1223712102>
- Quispe, A. F. E., Núñez, G. P. S., Rosas, C. E. M., Chila, A. Y. S., & López, E. B. B. (2023). Sistemas de gestión de indicadores clave de desempeño (KPIs) en procesos industriales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), Artículo 4.  
[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i4.6853](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.6853)
- Ramírez, Á. M. (2022). *Pymes y revolución 4.0 en Colombia. Plataforma Abierta de Libros y Memorias Académicas – PALMA*.  
<https://cipres.sanmateo.edu.co/ojs/index.php/libros/article/view/771>
- Rivero Matos, S. G., & Ochoa Pretel, P. A. (2024). *La digitalización y su relación con la cadena de suministro de empresas logísticas en la provincia constitucional del Callao en los años 2019 a 2023. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*.  
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/683754>
- Rojas, H., Yaguana, A., & Baculima, F. (2022). *Herramienta para revisión digital y captación de datos de proyectos de construcción. CienciAmerica*, 11(2).
- Sánchez, line Y. B., Arroyave, J. E. H., Molina, L. H. H. M., & Lazo, A. T. (2024). *Tecnologías de la cuarta revolución industrial utilizadas en la manufactura para mejorar los indicadores de productividad: Una revisión. Entre Ciencia e Ingeniería*, 18(35), 46–58.  
<https://doi.org/10.31908/19098367.3149>
- Sotomayor, O., Ramírez, E., & Martínez, H. (2021). *Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina*.

- Stefano, V. D. (2022). *La sexta perspectiva: Métricas e indicadores para la revolución digital*. *Costos y Gestión*, 102, Artículo 102. <https://doi.org/10.56563/costosygestion.102.3>
- Transformación digital en las empresas: Una revisión conceptual. (s. f.). *Journal of Science and Research*. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/2804>
- Vega Esparza, C. (2021). *Control de procesos por medio de la digitalización y de herramientas de mejora*. <https://repositorio.iberopuebla.mx/handle/20.500.11777/5084>
- Vista de Educación 4.0 y transición digital: *Educación en ingeniería y análisis de brecha digital*. (s. f.). <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/3690/2384>
- Zardet, V., Savall, H., Podmoguilnye, M., & Farré, D. (2020). Impactos de la digitalización en los sistemas de información de gestión y costos. *Revista del Instituto Internacional de Costos*, 16, Artículo 16. <https://intercostos.org/ojs/index.php/riic/article/view/6>

## Apendices

### Apéndice A

*Video Presentación Propuesta*

[https://drive.google.com/file/d/1kKi5XoMn6s\\_FhNNqmLKLAvGdlgk60UvT/view?usp=shari  
ng](https://drive.google.com/file/d/1kKi5XoMn6s_FhNNqmLKLAvGdlgk60UvT/view?usp=sharing)