

Industria 5.0: Un Paradigma Centrado en el Ser Humano para la Sostenibilidad y Resiliencia Productiva

Industry 5.0: A Human-Centered Paradigm for Sustainable and Resilient Production

Miguel Angel Romero Zaleta*

Jesús Osorio Calderón*

Fecha de recepción: 25 de febrero del 2025

Fecha de aceptación: 08 de mayo del 2025

Fecha de Publicación en línea: 31 de julio del 2025

Abstract: The advent of Industry 5.0 signifies a paradigm shift that supersedes the technocentric approach of its predecessor, Industry 4.0, by integrating advanced technologies with fundamental principles focused on people, sustainability, and resilience. This novel industrial paradigm underscores the integration of collaborative robots (cobots), artificial intelligence (AI), and digital twins. The implementation of these technologies is not limited to the optimization of production processes; it also encompasses the enhancement of mass customization, safety measures, and the overall well-being of workers. In contrast to the vision of total automation, Industry 5.0 aims to empower workers by fostering hybrid and symbiotic collaboration between humans and machines in key sectors such as manufacturing, logistics, healthcare, and construction. However, the transition to this paradigm presents significant challenges, including digital skills gaps, investment barriers for small and medium-sized enterprises (SMEs), and ethical dilemmas associated with monitoring well-being. A systematic literature review (SLR) was conducted according to the PRISMA 2020 protocol to analyze the defining characteristics, prevalent research topics, and strategic implications of Industry 5.0. The findings, which emphasize the necessity to establish ethical governance frameworks and collaborative public-private strategies to address existing adoption disparities, serve as the primary contribution of this study. This study also formulates an integrative strategic definition of the concept, accompanied by a roadmap for organizations to achieve a balance between technological innovation and human well-being. The strategic implications of Industry 5.0, as highlighted in this study, ensure an inclusive, resilient, and sustainable industrial future.

* Facultad de Contaduría Pública y Administración-Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

<https://orcid.org/0009-0003-2154-5413>, miguel.romeroz@uanl.edu.mx

* Facultad de Contaduría Pública y Administración-Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

<https://orcid.org/0000-0003-4337-163X>, jesus.osoriocd@uanl.edu.mx



Industria 5.0: Un Paradigma Centrado en el Ser Humano para la Sostenibilidad y Resiliencia Productiva

Resumen: La emergencia de la Industria 5.0 marca un cambio de paradigma que trasciende el enfoque tecnocéntrico de su predecesora, la Industria 4.0, al integrar tecnologías avanzadas con principios fundamentales centrados en el ser humano, la sostenibilidad y la resiliencia. Este nuevo modelo industrial enfatiza el uso de robots colaborativos (cobots), inteligencia artificial (IA) y gemelos digitales no solo para optimizar la producción, sino para potenciar la personalización masiva, la seguridad y el bienestar integral del trabajador. A diferencia de la visión de automatización total, la Industria 5.0 busca empoderar a los trabajadores, fomentando una colaboración híbrida y simbiótica entre humanos y máquinas en sectores clave como la manufactura, la logística, la salud y la construcción. No obstante, la transición hacia este paradigma presenta desafíos significativos, incluyendo brechas de competencias digitales, barreras de inversión para las pequeñas y medianas empresas (PYMES) y dilemas éticos asociados a la monitorización del bienestar. Mediante una revisión sistemática de la literatura (RSL) conducida bajo el protocolo PRISMA 2020, este artículo analiza las características definitorias, los temas de investigación prevalentes y las implicaciones estratégicas de la Industria 5.0. Los hallazgos subrayan la necesidad de desarrollar marcos de gobernanza ética y estrategias colaborativas público-privadas para cerrar las brechas de adopción. Como contribución principal, se propone una definición estratégica integradora del concepto y se ofrece una hoja de ruta para que las organizaciones equilibren la innovación tecnológica con el bienestar humano, asegurando un futuro industrial inclusivo, resiliente y sostenible.

Palabras clave: Industria 5.0, colaboración humano-robot, cobots, sostenibilidad, economía circular, bienestar laboral, resiliencia, inteligencia artificial (IA), gemelos digitales, ética tecnológica, transformación digital.

Códigos JEL: O33, L86, J24

Introducción

La progresión de los marcos industriales ha seguido siendo un fenómeno persistente dentro de la cronología del progreso económico. La denominada Industria 4.0 supuso un avance disruptivo al integrar tecnologías como la inteligencia artificial (IA), el Internet de las Cosas (IoT), la automatización avanzada y el análisis masivo de datos para optimizar procesos productivos (Kagermann et al., 2013; Xu et al., 2021). Sin embargo, su enfoque predominantemente tecnocéntrico generó preocupaciones legítimas sobre la deshumanización del trabajo, la brecha de habilidades y el desempleo estructural (Morales-Sánchez et al., 2023). En respuesta a estas tensiones emergentes, surge el paradigma de la Industria 5.0, el cual no pretende sustituir a su predecesora, sino complementarla mediante un enfoque más humanista, sostenible y resiliente (Koreis et al., 2023; Othman & Yang, 2023).

La Industria 5.0 se configura como una transformación estratégica y cultural que reintegra al ser humano en el centro del proceso productivo, no solo como operario, sino como cocreador en colaboración con la tecnología. Conceptos como los robots colaborativos (cobots), la inteligencia distribuida y los gemelos digitales son reconfigurados para amplificar las capacidades cognitivas y creativas de los trabajadores, permitiéndoles enfocarse en tareas de alto valor agregado mientras las máquinas asumen labores repetitivas, riesgosas o físicamente exigentes (Chivilò & Meneghetti, 2023; Suciu et al., 2023). Esta sinergia no solo aumenta la eficiencia operativa, sino que promueve entornos laborales más seguros, inclusivos y significativos, rompiendo con la lógica mecanicista de las revoluciones industriales previas (Yitmen et al., 2023).

No obstante, la transición hacia este nuevo modelo plantea desafíos significativos en términos de competencias laborales, infraestructura tecnológica, gobernanza ética y cambio organizacional. Además, aún no existe consenso claro en la literatura académica sobre su definición, alcance ni sobre los mecanismos concretos de adopción sectorial, especialmente en contextos emergentes (Redchuk et al., 2023; Turner & Oyekan, 2023). En este sentido, América Latina y particularmente México enfrentan una paradoja estructural: mientras ciertos sectores avanzados comienzan a explorar las promesas de la Industria 5.0, gran parte del tejido productivo —dominado por micro, pequeñas y medianas empresas— aún enfrenta rezagos significativos en digitalización básica y formación de talento (CEPAL, 2023; Romero Zaleta & Ochoa-Romerroll, 2025).

Esta situación exige una reflexión rigurosa sobre el papel que puede jugar la Industria 5.0 como motor de desarrollo económico y resiliencia productiva en países de renta media, donde la adopción tecnológica debe alinearse con estrategias de inclusión social, sostenibilidad ambiental y competitividad global. Bajo este contexto, se formula la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son las características definitorias, los temas de investigación prevalentes y las implicaciones estratégicas del paradigma de la Industria 5.0 según la literatura académica reciente? Para responder a esta cuestión, este artículo adopta un enfoque de revisión sistemática de la literatura con los siguientes objetivos:

Industria 5.0: Un Paradigma Centrado en el Ser Humano para la Sostenibilidad y Resiliencia Productiva

Sintetizar la evidencia científica más reciente (2023–2024) para delinear las características fundamentales de la Industria 5.0;

Proponer una definición integradora que capture su esencia estratégica y sirva como base conceptual para futuras investigaciones;

Identificar, mediante análisis temático, los tópicos clave que dominan el discurso académico actual;

Discutir las implicaciones prácticas y éticas del modelo, particularmente en contextos emergentes como México, incluyendo barreras de adopción y políticas públicas necesarias para su implementación efectiva.

A través de este análisis, el artículo busca ofrecer una perspectiva crítica pero propositiva sobre el futuro del trabajo y la producción en la era de la Industria 5.0. Se propone que este nuevo paradigma no representa simplemente una innovación tecnológica, sino una oportunidad para repensar el propósito del trabajo, la organización del talento humano y el papel de la tecnología en la construcción de sociedades más equitativas, resilientes y sostenibles.

Marco Teórico

De la Producción en Masa a la Colaboración Humano-Máquina

Este marco teórico proporciona el contexto histórico y conceptual necesario para comprender el surgimiento de la Industria 5.0. Primero, se traza una línea evolutiva de los sistemas productivos que han moldeado el trabajo industrial. Segundo, se analiza la transformación digital como un proceso sociotécnico estratégico que ha habilitado los cambios tecnológicos recientes y ha reconfigurado las dinámicas organizacionales en todos los sectores. Tercero, se examinan diversas conceptualizaciones actuales de la Industria 5.0. Finalmente, se presenta una propuesta de definición estratégica que busca integrar y sintetizar los elementos clave del paradigma.

Evolución de los Paradigmas Productivos: Un Recorrido Histórico

La historia de la producción industrial es una crónica de la búsqueda incesante de eficiencia, control y adaptabilidad. Cada paradigma ha introducido innovaciones que transformaron no solo las fábricas, sino también la sociedad y las relaciones laborales. La Tabla 1 resume esta evolución, destacando las

características y limitaciones de cada etapa, lo que permite contextualizar a la Industria 5.0 como la fase más reciente de este desarrollo continuo.

Tabla 1. *Evolución histórica de los paradigmas productivos*

Periodo	Paradigma	Características Principales	Limitaciones
1890-1910	Taylorismo	Gestión científica del trabajo, división de tareas.	Alienación y baja autonomía del trabajador (Mirsafian, 2023).
1910-1945	Fordismo	Producción en masa mediante líneas de ensamblaje.	Monotonía laboral y falta de flexibilidad (Benassi, 2023).
1945-1970	Toyotismo	Justo a Tiempo (JIT), mejora continua (Kaizen).	Vulnerabilidad ante interrupciones en la cadena de suministro (Abolhassani et al., 2023).
1970-1990	Posfordismo	Flexibilidad, personalización, subcontratación.	Precariedad laboral, dependencia de cadenas globales (Torosyan et al., 2023).
1990-2010	Industria 3.0	Automatización, integración de TIC.	Desplazamiento laboral y brecha digital (Yue & Yin, 2023).
2011-presente	Industria 4.0	IA, IoT, big data, fábricas inteligentes.	Temor al desempleo estructural, vigilancia digital (Piasna, 2023).
Futuro Próximo	Industria 5.0	Sinergia humano-máquina, sostenibilidad, personalización masiva.	Retos en la adopción de competencias digitales avanzadas (Chivilò & Meneghetti, 2023).

Nota: Elaboración propia con base en la literatura citada

Desde la rígida optimización del Taylorismo hasta la producción en masa del Fordismo, los primeros modelos priorizaron la eficiencia a costa de la autonomía y el bienestar del trabajador. El Toyotismo introdujo la flexibilidad y la calidad como ejes, pero su dependencia de cadenas de suministro

Industria 5.0: Un Paradigma Centrado en el Ser Humano para la Sostenibilidad y Resiliencia Productiva

perfectamente sincronizadas reveló su fragilidad. La Industria 3.0 y la Industria 4.0 aceleraron la digitalización y la automatización, logrando niveles de productividad sin precedentes, pero también plantearon serios dilemas sobre el futuro del empleo y el control digital en el lugar de trabajo. Es en este contexto que la Industria 5.0 emerge, no como una ruptura, sino como una evolución que busca reconciliar el avance tecnológico con los valores humanos y la responsabilidad planetaria.

La Transformación Digital como Proceso Sociotécnico Estratégico

La transformación digital (TD) se ha posicionado como un concepto clave en los discursos empresariales, tecnológicos y académicos. No obstante, su uso ha sido muchas veces impreciso o limitado a aspectos técnicos, dificultando la construcción de un marco conceptual robusto. Para avanzar hacia una comprensión más integral y estratégica —especialmente en el contexto emergente de la Industria 5.0— es necesario diferenciar la TD de sus precursores y situarla como un proceso organizacional complejo y contextual.

De la digitalización técnica a la transformación organizacional

La literatura distingue tres niveles de madurez en el proceso digital (Vial, 2019). El primero, la digitización, corresponde a la conversión técnica de información analógica en datos digitales, como la digitalización de archivos o documentos. El segundo nivel, la digitalización, implica la automatización de procesos existentes mediante tecnologías digitales, como sistemas ERP o CRM, buscando eficiencia operativa dentro del modelo de negocio actual.

En cambio, la transformación digital representa un fenómeno de orden superior: es un proceso estratégico y sociotécnico que reconfigura profundamente las estructuras organizativas, los modelos de negocio y las formas de creación de valor (Schuman et al., 2021; Vial, 2019). Esta transformación no se limita a la adopción tecnológica, sino que implica cambios culturales, estructurales y de mentalidad, así como una integración sinérgica de tecnologías emergentes (IA, IoT, Big Data, blockchain, entre otras) con la estrategia organizacional.

Desde esta perspectiva, la TD debe entenderse como un proceso continuo, adaptativo y multidimensional, cuyo éxito depende tanto de las capacidades tecnológicas como del liderazgo transformador, la cultura organizacional y la inversión sostenida en competencias humanas (Teng et al.,

2022). No se trata únicamente de incorporar herramientas digitales, sino de rediseñar la organización en su conjunto para operar en un entorno cambiante, digitalmente interconectado y socialmente exigente.

La TD como fenómeno contextual y estructurante en América Latina

En contextos como América Latina y el Caribe, la TD no puede analizarse de forma neutra ni universal. Como sostienen Romero Zaleta y Ochoa-Romerroll (2025), se trata de un proceso multifactorial condicionado por capacidades tecnológicas locales, estructuras de gobernanza, desigualdad socioeconómica y resiliencia financiera. Su implementación genera tensiones entre oportunidades de innovación y crecimiento, y riesgos asociados a la exclusión digital, la precariedad institucional y la dependencia tecnológica externa.

Esta visión regional permite integrar la TD como un constructo complejo cuya efectividad depende de la articulación entre recursos, visión estratégica, infraestructura, regulación e inclusión. De ahí que este estudio asuma una definición ampliada de la TD: no solo como un cambio organizacional interno, sino como un habilitador estructurante que puede fortalecer —o debilitar— el ecosistema económico, institucional y social en el que opera.

De Industria 4.0 a 5.0: maduración del paradigma digital

Este marco teórico permite comprender la transición de la Industria 4.0 a la Industria 5.0 como dos fases evolutivas del mismo macroproceso: la transformación digital industrial. La Industria 4.0, conceptualizada a partir de 2011, se enfocó en la automatización avanzada mediante sistemas ciberfísicos, inteligencia artificial, IoT y análisis de datos masivos. Su objetivo primordial fue tecnocrático: maximizar la eficiencia, productividad y reducción de costos a través de la digitalización total de la cadena de valor (Khan, 2020).

Sin embargo, este enfoque evidenció múltiples limitaciones. A nivel humano, emergieron preocupaciones sobre el desempleo estructural, la deshumanización del trabajo y el estrés asociado a la vigilancia digital. A nivel sistémico, se observaron vulnerabilidades críticas frente a disrupciones globales —como las provocadas por la pandemia de COVID-19— y una atención insuficiente a la sostenibilidad ambiental y social (European Commission, 2021).

En respuesta, la Industria 5.0 surge como una evolución necesaria que no sustituye la base tecnológica previa, sino que la reorienta estratégicamente hacia un nuevo paradigma: centrado en el ser humano, resiliente y sostenible.

Industria 5.0: Un Paradigma Centrado en el Ser Humano para la Sostenibilidad y Resiliencia Productiva

Esta visión, promovida por la Comisión Europea desde 2021, redefine la intencionalidad de la transformación digital: de maximizar la automatización, a potenciar la colaboración simbiótica entre personas y tecnología, generando valor económico, social y medioambiental (Romero Zaleta & Ochoa-Romerroll, 2025).

La TD como habilitador clave de la Industria 5.0

En este nuevo paradigma, la TD no es un fin en sí misma, sino el medio habilitador de tres pilares fundamentales:

Centralidad humana: La TD permite rediseñar entornos laborales donde el trabajador no es un engranaje más, sino un agente estratégico. Tecnologías como los cobots, la realidad aumentada y los dispositivos inteligentes potencian la seguridad, la personalización y el desarrollo de competencias humanas de alto valor (Edmondson, 2023).

Sostenibilidad: Tecnologías digitales como blockchain, sensores IoT y gemelos digitales hacen posible la trazabilidad, la optimización del uso de recursos y la implementación de modelos de economía circular, permitiendo un uso responsable y transparente de los activos productivos (Porter & Heppelmann, 2015).

Resiliencia: La digitalización avanzada permite construir cadenas de suministro inteligentes, descentralizar la producción y tomar decisiones basadas en datos en tiempo real, dotando a las organizaciones de agilidad y capacidad de adaptación ante crisis o cambios estructurales (Araujo et al., 2021).

De este modo, la TD actúa como el catalizador evolutivo que permite pasar de un modelo de producción centrado exclusivamente en la eficiencia, a uno orientado al bienestar humano, la equidad y la sostenibilidad sistémica. Este cambio no es solo tecnológico, sino estratégico, cultural y ético. La verdadera innovación de la Industria 5.0 reside en cómo se diseñan las interacciones humano-tecnología y cómo se gestiona el impacto organizacional de dichas transformaciones.

Conceptualización de la Industria 5.0: Un Análisis Comparativo de Definiciones

Dada su naturaleza emergente, no existe una única definición universalmente aceptada de la Industria 5.0. Sin embargo, el análisis de la literatura reciente

permite identificar un consenso en torno a sus componentes clave. Diversos autores han aportado matices importantes:

Chivilò y Meneghetti (2023) enfatizan la combinación de sostenibilidad y tecnología colaborativa para crear entornos de trabajo seguros y eficientes.

Ben Youssef y Mejri (2023) resaltan la integración de tecnologías de vanguardia como la inteligencia artificial (IA) y las redes 6G con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Turner y Oyekan (2023) proponen la integración de gemelos digitales y principios de economía circular para maximizar la sostenibilidad de los sistemas productivos.

Grosse et al. (2023) subrayan el enfoque inclusivo del paradigma, que sitúa al ser humano en el centro de los sistemas de producción.

Según lo planteado por Suciú et al. (2023), el desarrollo de competencias digitales, junto con la implementación de políticas inclusivas, constituye una condición esencial para aprovechar de forma efectiva las oportunidades que emergen con el avance de la Industria 5.0.

Estas definiciones, aunque diversas, convergen en tres pilares fundamentales: la centralidad del ser humano, la sostenibilidad ambiental y la resiliencia del sistema.

Propuesta de una Definición Estratégica Integradora de la Industria 5.0

Sintetizando y expandiendo las conceptualizaciones anteriores, este estudio propone la siguiente definición estratégica con el fin de ofrecer un marco más robusto y diferenciado que pueda guiar la investigación y la práctica gerencial:

La Industria 5.0 es un paradigma productivo emergente que integra la tecnología avanzada y el talento humano en una relación simbiótica y armoniosa, con el propósito de crear valor a través de la sostenibilidad, la resiliencia sistémica y la personalización masiva. Alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, esta industria transforma los sistemas de producción en ecosistemas éticos y adaptativos, donde la inteligencia distribuida y la colaboración humano-máquina facilitan la toma de decisiones complejas en tiempo real. Este modelo busca un equilibrio dinámico entre la eficiencia operativa y la equidad social, minimizando los impactos negativos de la automatización y generando un desarrollo inclusivo que beneficie a las empresas, los trabajadores y la sociedad en su conjunto.

Industria 5.0: Un Paradigma Centrado en el Ser Humano para la Sostenibilidad y Resiliencia Productiva

La originalidad y el valor de esta definición no radican en la acuñación de nuevos términos, sino en la síntesis y justificación deliberada de sus componentes. Su deconstrucción revela varios elementos clave:

Paradigma productivo emergente: Se utiliza el término “paradigma” para señalar que la Industria 5.0 implica un cambio fundamental en los supuestos, valores y prácticas de la producción. Es “emergente” porque sus contornos aún se están definiendo tanto en la práctica como en la academia.

Relación simbiótica y armoniosa: Se propone superar la narrativa de sustitución entre humanos y máquinas, típica de la Industria 4.0, postulando una interdependencia en la que la tecnología amplifica las capacidades humanas, mientras estas guían y supervisan los sistemas inteligentes.

Sostenibilidad, resiliencia y personalización masiva: Se presentan como pilares interdependientes del nuevo paradigma. La sostenibilidad no es un añadido, sino un objetivo de diseño; la resiliencia se refiere tanto a la robustez de las cadenas como a la adaptabilidad de la fuerza laboral; y la personalización masiva es posible por la integración sinérgica de personas y tecnología.

Ecosistemas éticos y adaptativos: Este aporte conceptual enfatiza la fábrica como un ecosistema interconectado de actores y procesos. La ética implica marcos de gobernanza para proteger la privacidad, la autonomía y el bienestar, mientras que la adaptabilidad se refiere a la capacidad de evolución continua en contextos de incertidumbre.

Al deconstruir y justificar estos componentes, la definición propuesta se convierte en un marco analítico que no solo describe el fenómeno de la Industria 5.0, sino que prescribe condiciones necesarias para su implementación exitosa, contribuyendo así al rigor conceptual del campo y proponiendo un modelo orientado al desarrollo sostenible y la equidad.

Metodología

Para responder de manera rigurosa, transparente y replicable a la pregunta de investigación, se desarrolló una Revisión Sistemática de la Literatura (RSL), siguiendo las directrices metodológicas de PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Este enfoque metodológico permite consolidar el conocimiento científico emergente sobre la Industria 5.0,

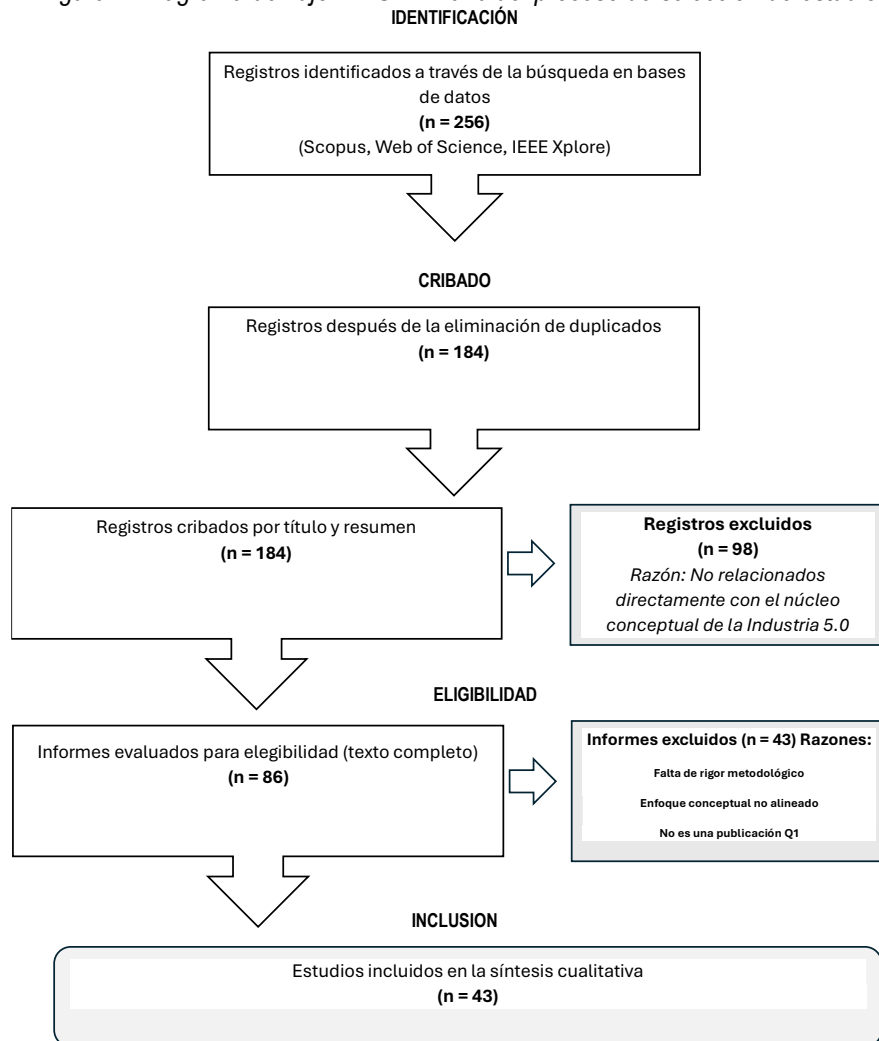
facilitando una comprensión crítica de sus principales aportaciones, desafíos y oportunidades desde una perspectiva multidimensional.

3.1 Diseño de la investigación y protocolo PRISMA 2020

El presente estudio se clasifica como una RSL de tipo descriptivo-analítico con un enfoque exploratorio, dada la naturaleza reciente y en evolución del paradigma de la Industria 5.0. El objetivo central es mapear, sintetizar y analizar críticamente la producción académica relevante publicada entre enero de 2023 y abril de 2024. La Figura 1 presenta el diagrama de flujo PRISMA 2020, que detalla las fases del proceso de selección: identificación, cribado, evaluación de elegibilidad e inclusión final.

Industria 5.0: Un Paradigma Centrado en el Ser Humano para la Sostenibilidad y Resiliencia Productiva

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA 2020 del proceso de selección de estudios



Identificación: Se recuperaron 256 registros únicos a partir de búsquedas sistemáticas en las bases de datos Scopus, Web of Science (WoS) e IEEE Xplore.

Cribado: Se eliminaron 72 registros duplicados. Los 184 restantes fueron evaluados por título y resumen, excluyendo 98 por falta de alineación con el enfoque de la Industria 5.0.

Elegibilidad: Se evaluaron 86 artículos en texto completo, de los cuales se excluyeron 43 por razones metodológicas o por tratarse de literatura no indexada en revistas Q1.

Inclusión: Finalmente, 43 estudios cumplieron con todos los criterios de calidad y pertinencia, constituyendo la base empírica para el análisis temático cualitativo.

3.2 Estrategia de búsqueda y criterios de selección

Para asegurar una cobertura exhaustiva y rigurosa de la literatura, se definió un protocolo de búsqueda y selección basado en los siguientes elementos:

Fuentes de información: Se eligieron Scopus, Web of Science (WoS) e IEEE Xplore por su reconocimiento académico y alta cobertura en los campos de la ingeniería, la gestión, la tecnología y las ciencias sociales.

Periodo de búsqueda: Se acotó entre enero de 2023 y diciembre de 2024, con el fin de capturar la literatura más actual sobre Industria 5.0, en un contexto de creciente atención académica y consolidación del paradigma.

Cadena de búsqueda (ejemplo en Scopus): Se diseñó una cadena de búsqueda reproducible, utilizando operadores booleanos para combinar las palabras clave. (TITLE-ABS-KEY("Industry 5.0") OR TITLE-ABS-KEY("human-centric manufacturing") OR TITLE-ABS-KEY("cobots") OR TITLE-ABS-KEY("collaborative robots")) AND (TITLE-ABS-KEY("sustainability") OR TITLE-ABS-KEY("resilience") OR TITLE-ABS-KEY("worker well-being")) AND (PUBYEAR > 2022 AND PUBYEAR < 2025).

Palabras clave empleadas: "Industry 5.0", "human-centric manufacturing", "cobots", "sustainable production", "resilient systems", "worker well-being".

Criterios de inclusión:

Publicación en revistas académicas Q1, con revisión por pares.

Estudios empíricos, teóricos o de revisión que aborden explícitamente conceptos, tecnologías o implicaciones de la Industria 5.0.

Idioma: inglés.

Criterios de exclusión:

Industria 5.0: Un Paradigma Centrado en el Ser Humano para la Sostenibilidad y Resiliencia Productiva

Publicaciones centradas únicamente en la Industria 4.0 sin relación explícita con el nuevo paradigma.

Literatura gris, capítulos de libro, editoriales o actas de congresos no indexadas en revistas Q1.

Artículos cuyo texto completo no estuviera disponible para análisis detallado.

Tipo de muestreo: El muestreo se considera intencional y cualificado, orientado a seleccionar estudios de alto impacto académico y relevancia temática, en lugar de una representación estadística general.

3.3 Extracción y análisis de datos

El análisis de los 43 estudios seleccionados se desarrolló en dos fases complementarias: extracción sistemática de datos y síntesis cualitativa por análisis temático.

Instrumento de extracción: Se empleó una matriz estructurada en Microsoft Excel, diseñada para registrar de forma homogénea la información clave de cada artículo. Las variables extraídas incluyeron: autor y año, revista (y cuartil), país de origen, tipo de estudio, definición de Industria 5.0 utilizada, tecnologías abordadas, hallazgos principales, desafíos identificados y notas del revisor.

Análisis temático: Se aplicó el enfoque propuesto por Braun y Clarke (2006), siguiendo seis fases metodológicas:

Familiarización con los datos.

Codificación inicial de fragmentos clave (p. ej., “automatización colaborativa”, “impacto en el bienestar”, “resistencia organizacional”).

Agrupación de códigos en temas emergentes.

Revisión crítica de temas, fusionando o refinando categorías.

Definición y nombramiento de temas finales.

Producción del informe, integrando los temas como estructura de análisis en la sección de resultados (ATLAS.ti, 2023).

Este enfoque dual, que combina rigor metodológico con profundidad analítica, permite una comprensión estructurada de las contribuciones más

relevantes sobre la Industria 5.0, destacando los desafíos tecnológicos, humanos y organizacionales para su implementación efectiva.

Resultados

Panorama Actual de la Investigación en Industria 5.0

El análisis de los 43 estudios seleccionados revela un panorama emergente, diverso y en evolución sobre la Industria 5.0. Esta sección presenta los hallazgos clave en tres niveles: 1) caracterización de la muestra de estudios analizados, 2) identificación de los temas predominantes en la literatura, y 3) síntesis estructurada de la evidencia empírica y conceptual sobre la adopción, el impacto y los desafíos de este nuevo paradigma.

4.1 Caracterización de la Muestra de Estudios Seleccionada

Los 43 artículos examinados, publicados entre 2023 y 2024, provienen de revistas indexadas de alto impacto en áreas como ingeniería industrial, gestión de la tecnología, sostenibilidad y sistemas inteligentes. Geográficamente, la autoría se concentra principalmente en instituciones académicas y centros de investigación de Europa y Asia, lo que indica una fuerte orientación inicial del debate desde estas regiones.

Respecto al enfoque metodológico, el 40 % de los estudios corresponde a revisiones sistemáticas o trabajos conceptuales; un 35 % son estudios de caso o investigaciones cualitativas empíricas; y el 25 % restante corresponde a investigaciones cuantitativas, simulaciones o experimentos de implementación tecnológica. Esta distribución metodológica es consistente con una fase temprana de consolidación teórica, donde predominan los enfoques exploratorios y las propuestas marco, aún en proceso de validación empírica a gran escala.

4.2 Temas Prevalentes en la Literatura sobre Industria 5.0

El análisis temático permitió identificar cuatro núcleos conceptuales que estructuran la producción científica actual sobre Industria 5.0. La Tabla 2 sintetiza estos temas, su frecuencia de aparición, sus descripciones clave y autores representativos.

Industria 5.0: Un Paradigma Centrado en el Ser Humano para la Sostenibilidad y Resiliencia Productiva

Tabla 2. *Temas Prevalentes en la Literatura sobre Industria 5.0 (2023–2024)*

Tema prevalente	Frecuencia	Descripción	Autores representativos
1. Sinergia humano-máquina y productividad colaborativa	Alta	Estudia la interacción entre trabajadores y tecnologías como cobots, con énfasis en productividad, seguridad y redefinición de roles humanos..	Chivilò & Meneghetti (2023); Koreis et al. (2023); Salvadorinho & Teixeira (2023)
2. Sostenibilidad, resiliencia y economía circular	Alta	Examina cómo las tecnologías industriales integran principios de sostenibilidad, minimización de residuos y eficiencia energética.	De Giovanni (2023); Masood & Sonntag (2023); Turner & Oyekan (2023)
3. Desafíos de adopción, competencias y PYMES	Media	Aborda las brechas de habilidades, barreras económicas y resistencia al cambio, particularmente en PYMES y sectores industriales tradicionales.	Suciu et al. (2023); Yitmen et al. (2023); Shadravan & Parsaei (2023)
4. Gobernanza, ética y bienestar del trabajador	Media	Plantea cuestiones sobre privacidad, uso de IA, monitoreo del trabajo y la necesidad de marcos normativos que protejan la autonomía laboral.	Othman & Yang (2023); Turner & Oyekan (2023); Zakeri et al. (2023)

Nota: La frecuencia de aparición se basa en el número de artículos que abordan de forma sustantiva cada tema.

4.3 Evidencia sobre la Adopción, Impacto y Desafíos del Nuevo Paradigma

La reagrupación de los hallazgos bajo estos cuatro temas proporciona una visión integral del estado de avance y los retos en la implementación de la Industria 5.0:

Tema 1. Sinergia humano-máquina y productividad colaborativa:

Los cobots emergen como uno de los ejemplos más tangibles del nuevo paradigma.

En logística, su implementación ha incrementado la eficiencia en un 33.57 % en tareas como el picking de almacén (Koreis et al., 2023).

En manufactura, permiten redistribuir las tareas repetitivas, reduciendo riesgos ergonómicos y potenciando la creatividad humana (Chivilò & Meneghetti, 2023).

Tema 2. Sostenibilidad, resiliencia y economía circular:

La literatura muestra que la economía circular es un pilar central de la Industria 5.0.

Las tecnologías digitales permiten rastrear insumos, optimizar recursos y diseñar productos para su reutilización, facilitando modelos de producción más sostenibles y adaptativos (De Giovanni, 2023).

Tema 3. Desafíos de adopción, competencias y PYMES:

Se identifica una brecha significativa entre las competencias digitales requeridas y las habilidades actuales de la fuerza laboral, especialmente en las PYMES (Muhammad, 2023).

Las limitaciones financieras y la falta de infraestructura digital son obstáculos persistentes.

La evidencia sugiere que las alianzas público-privadas —a través de capacitación, financiamiento y asistencia técnica— pueden ser claves para acelerar la transición (Suciu et al., 2023; Yitmen et al., 2023).

Tema 4. Gobernanza, ética y bienestar del trabajador:

Los sistemas inteligentes de monitoreo, basados en IoT, permiten identificar signos de fatiga o estrés y ajustar dinámicamente las cargas laborales (Othman & Yang, 2023).

Industria 5.0: Un Paradigma Centrado en el Ser Humano para la Sostenibilidad y Resiliencia Productiva

Sin embargo, estos avances abren un debate ético relevante sobre la privacidad, la autonomía y la vigilancia en el entorno de trabajo, lo cual demanda nuevos marcos normativos y gobernanza responsable.

4.4 Conclusión de los Resultados

Los hallazgos revelan que la Industria 5.0 está configurándose como un paradigma complejo e integral, que no solo busca eficiencia operativa, sino también bienestar humano y sostenibilidad (Zhang & Kang, 2024). No obstante, su implementación efectiva está condicionada por factores técnicos, organizacionales, éticos y educativos. Para América Latina —y particularmente México—, estos resultados ofrecen una hoja de ruta útil para orientar políticas públicas, alianzas institucionales e inversiones estratégicas en transformación digital con enfoque humanocéntrico.

Discusión

Implicaciones Estratégicas y Desafíos de la Industria 5.0

La transición hacia la Industria 5.0 representa una evolución no lineal que implica profundos cambios tecnológicos, organizacionales y socioculturales. Esta sección interpreta los principales hallazgos del estudio a la luz de sus implicaciones estratégicas para la gestión empresarial, la transformación de la fuerza laboral y la formulación de políticas públicas, aportando una visión crítica del paradigma emergente.

5.1 Sinergia Humano-Máquina: Redefinición de la Productividad y el Bienestar Laboral

El modelo de colaboración humano-robot (cobots) constituye uno de los pilares conceptuales de la Industria 5.0, desplazando el énfasis desde la automatización total —propia de la Industria 4.0— hacia una alianza entre la inteligencia artificial y las capacidades humanas (Jafari et al., 2022). La evidencia empírica respalda esta tendencia: estudios recientes reportan mejoras del 33.57 % en la eficiencia logística al integrar cobots en tareas repetitivas o físicamente demandantes (Koreis et al., 2023). Esta redistribución de funciones permite a los trabajadores enfocarse en actividades cognitivas y estratégicas, lo que favorece la seguridad, la salud mental y la generación de empleos más significativos (Chivilò & Meneghetti, 2023).

Sin embargo, esta transformación conlleva nuevos retos. La interacción constante con sistemas autónomos puede incrementar la carga mental de los trabajadores, al exigirles supervisión continua y adaptación a comportamientos no siempre predecibles de las máquinas (Zakeri & Borhani, 2023). Por ende, la sinergia humano-máquina no puede depender únicamente del diseño tecnológico, sino que requiere un rediseño ergonómico y organizacional del entorno laboral que reduzca el estrés cognitivo y maximice la complementariedad entre humanos y tecnología.

5.2 Sostenibilidad y Resiliencia como Ejes del Nuevo Modelo Industrial

La Industria 5.0 integra la sostenibilidad como un valor estructural, no como un objetivo accesorio. Esta visión se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, proponiendo un modelo en el que eficiencia operativa y responsabilidad ambiental se refuerzan mutuamente. Tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) y los gemelos digitales permiten una gestión precisa del consumo energético y la generación de residuos, facilitando modelos de economía circular y trazabilidad (De Giovanni, 2023; Masood & Sonntag, 2023).

Asimismo, la resiliencia trasciende la robustez técnica y se redefine como la capacidad del sistema productivo para adaptarse, personalizar y responder ante disrupciones. Esto implica no solo procesos flexibles, sino una fuerza laboral polivalente y empoderada, capaz de operar en entornos dinámicos y colaborar eficazmente con las nuevas tecnologías. En este sentido, la resiliencia humana y organizacional es tan estratégica como la resiliencia tecnológica.

5.3 Barreras Estructurales a la Adopción en PYMES

Uno de los principales desafíos de la Industria 5.0 es su adopción desigual entre grandes corporaciones y PYMES. Si no se abordan sus barreras estructurales, existe el riesgo de consolidar una economía industrial a dos velocidades. Entre los obstáculos más relevantes para las PYMES se identifican (Growth Shuttle, 2024):

Altos costos de inversión: La adquisición de cobots, sensores, software de IA y la actualización de la infraestructura tecnológica supone un desembolso significativo, a menudo fuera del alcance de las PYMES.

Industria 5.0: Un Paradigma Centrado en el Ser Humano para la Sostenibilidad y Resiliencia Productiva

Brecha de habilidades: La escasez de profesionales capacitados en IA, análisis de datos o robótica limita la capacidad de implementación tecnológica en empresas pequeñas y medianas.

Resistencia organizacional al cambio: En empresas tradicionales o familiares, pueden existir actitudes defensivas ante la transformación digital, motivadas por el temor a la obsolescencia laboral o la complejidad del cambio.

Infraestructura tecnológica obsoleta: Muchas PYMES operan con sistemas heredados incompatibles con las nuevas plataformas, lo que eleva la complejidad técnica y los riesgos de disrupción.

Vulnerabilidad ante ciberataques: La digitalización creciente incrementa los riesgos de seguridad informática, sin que muchas PYMES cuenten con la capacidad de proteger sus sistemas de forma efectiva.

Superar estas barreras requiere un ecosistema de apoyo público-privado robusto, que incluya incentivos financieros, hubs de innovación accesibles, políticas de fomento a la capacitación y estrategias de digitalización inclusiva, particularmente en América Latina.

5.4 El Dilema Ético de la Monitorización del Bienestar

Uno de los aportes más valorados de la Industria 5.0 es su énfasis en el bienestar del trabajador. El uso de wearables e IoT para monitorear salud, fatiga y estrés promete entornos laborales más seguros y adaptativos (Othman & Yang, 2023). Sin embargo, esta monitorización también plantea dilemas éticos significativos (Dey & Bose, 2024). La recopilación continua de datos personales puede percibirse como invasiva, generando desconfianza y ansiedad entre los empleados.

Además, si no se gestionan adecuadamente, los datos recogidos podrían ser utilizados para ejercer presión indebida, imponer ritmos de trabajo deshumanizantes o incluso discriminar a ciertos perfiles laborales. Esta tensión revela una contradicción central: la tecnología concebida para proteger el bienestar puede convertirse en un instrumento de control si no se enmarca dentro de una gobernanza ética robusta (Turner & Oyekan, 2023).

Por ello, es imperativo que la implementación tecnológica esté guiada por principios de transparencia, consentimiento informado, proporcionalidad y respeto a la autonomía individual (Kickidler, 2025). Los trabajadores y sus representantes deben participar activamente en el diseño y supervisión de los

sistemas de monitorización, asegurando que la tecnología sirva como herramienta de cuidado y no como mecanismo de vigilancia (Syteca, 2025; Workstatus, 2024).

La Industria 5.0 abre una ventana de oportunidad única para rediseñar los sistemas productivos desde una perspectiva más humana, sostenible y resiliente. Sin embargo, su implementación enfrenta barreras complejas que requieren estrategias integradas, donde la tecnología no sea el fin, sino el medio para empoderar personas y fortalecer capacidades organizacionales.

En contextos latinoamericanos como el mexicano, esta transición debe considerar las particularidades estructurales del tejido empresarial, priorizando la inclusión de las PYMES y el cierre de la brecha digital. El éxito de la Industria 5.0 dependerá de la capacidad colectiva de gobiernos, empresas y academia para articular políticas de transformación digital con propósito, ética y equidad.

Conclusión

Hacia un Futuro Industrial Humanista y Sostenible

La transición de la Industria 4.0 a la Industria 5.0 no representa únicamente una evolución tecnológica, sino un profundo cambio de paradigma que busca armonizar la eficiencia productiva con la sostenibilidad ambiental y el bienestar humano. Este estudio, sustentado en una revisión sistemática de la literatura más reciente (2023–2024), permite trazar un panorama crítico y actualizado del emergente modelo industrial, que se distingue por su enfoque ético, colaborativo y centrado en el ser humano. A diferencia del paradigma tecnocéntrico que caracterizó a su predecesora, la Industria 5.0 propone un entorno donde la tecnología no reemplaza al individuo, sino que potencia sus capacidades en un ecosistema resiliente y adaptativo (Mourtzis et al., 2022).

Los hallazgos se agrupan en cuatro temas clave: la sinergia humano-máquina, la integración de principios de economía circular, los desafíos estructurales de adopción tecnológica y las implicaciones éticas de la transformación digital. En sectores como la manufactura y la logística, ya se observan beneficios medibles en productividad, ergonomía y seguridad gracias a la incorporación de cobots, sensores inteligentes y sistemas ciberfísicos (Alojaiman, 2023; Fraga-Lamas et al., 2022). No obstante, se identifican barreras persistentes para sectores rezagados y pequeñas empresas, derivadas de limitaciones financieras, brechas de infraestructura y falta de

Industria 5.0: Un Paradigma Centrado en el Ser Humano para la Sostenibilidad y Resiliencia Productiva

competencias digitales (Yitmen et al., 2023). Además, surgen nuevos dilemas éticos en torno a la vigilancia del bienestar, el uso de datos sensibles y el respeto a la autonomía del trabajador en entornos hiperconectados (Turner & Oyekan, 2023).

Desde una perspectiva teórica, este estudio aporta dos contribuciones relevantes. Primero, se propone una definición estratégica de la Industria 5.0 como un ecosistema ético, adaptativo y centrado en la persona, que articula objetivos económicos, sociales y ambientales mediante un enfoque de gobernanza tecnológica responsable. Segundo, se profundiza en el dilema de la monitorización del bienestar, advirtiendo que la intención de mejorar la calidad de vida laboral puede derivar, si no se regula adecuadamente, en mecanismos de control que atenten contra la dignidad y la privacidad individual (Boschetti et al., 2022).

En el plano práctico, las implicaciones son claras. Para los líderes empresariales, la Industria 5.0 demanda más que inversión en tecnología: exige una transformación cultural basada en la confianza, la inclusión y la responsabilidad ética. Para los formuladores de políticas públicas, el desafío será doble: garantizar un entorno normativo que incentive la adopción tecnológica con equidad, y diseñar políticas activas de formación digital que permitan a las PYMES y a los trabajadores adaptarse a esta nueva era industrial (Alves et al., 2023).

Este trabajo reconoce limitaciones que deben considerarse en futuras investigaciones. El enfoque en literatura académica reciente en idioma inglés, junto con la naturaleza predominantemente conceptual de los estudios analizados, sugiere la necesidad de extender el alcance hacia publicaciones en otros idiomas, incluir literatura gris, y fomentar investigaciones empíricas longitudinales que midan el impacto real de las tecnologías 5.0 en el bienestar, la cultura organizacional y la sostenibilidad operativa.

En conclusión, la Industria 5.0 constituye una oportunidad histórica para redefinir el sentido del trabajo, la producción y el desarrollo. Su éxito no se medirá únicamente por métricas tradicionales como la eficiencia o la rentabilidad, sino por su capacidad para construir un modelo industrial más justo, resiliente y centrado en la dignidad humana. Las organizaciones que logren integrar armónicamente tecnología y humanidad no solo sobrevivirán al

cambio, sino que estarán en condiciones de liderarlo, abriendo paso a un futuro más inclusivo, ético y sostenible.

Referencias

- Abolhassani, A., Kojour, M. A., & O'Connor, R. (2023). A review of Just-in-Time production systems: From a historical perspective to Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Systems*, 68, 236–253. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2023.04.001>
- Alojaiman, B. (2023). Technological modernizations in the Industry 5.0 era: A descriptive analysis and future research directions. *Processes*, 11(5), 1318. <https://doi.org/10.3390/pr11051318>
- Alves, M. R., Figueira, A. R., & Brito, J. (2023). Industry 5.0: A human-centered approach – A systematic review. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 16(3), 548–567. <https://doi.org/10.3926/jiem.4397>
- Araujo, C. A. C., Leiras, A., & de Souza, F. C. (2021). An exploratory framework for supply chain resilience assessment. *Pesquisa Operacional*, 41. <https://doi.org/10.1590/0101-7438.2021.041.00234771>
- ATLAS.ti. (2023). Un análisis temático consiste en identificar temas clave en los datos cualitativos. <https://atlasti.com/es/guias/guia-investigacion-cualitativa-parte-2/analisis-tematico>
- Ben Youssef, A., & Mejri, A. (2023). From Industry 4.0 to 5.0: Integrating 6G, AI, and sustainable development goals. *IEEE Access*, 11, 56789–56801. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3283456>
- Benassi, C. (2023). The legacy of Fordism: A critical reappraisal in the age of platform capitalism. *Work, Employment and Society*, 37(4), 899–917. <https://doi.org/10.1177/09500170221134567>
- Boschetti, G., Zhang, Z., & Li, Y. (2022). Human-centered design for productivity and safety in collaborative workspaces. *International Journal of Production Research*, 60(24), 7432–7448. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2094519>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp0630a>
- Chivilò, A., & Meneghetti, N. (2023). Human-cobot collaboration in manufacturing: A review on safety, ergonomics, and productivity. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 82, 102534. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2023.102534>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2023). *Panorama Social de América Latina y el Caribe, 2022: La transformación de la educación como base para el desarrollo sostenible*.
- De Giovanni, P. (2023). Sustainability of the metaverse: A transition to Industry 5.0. *Sustainability*, 15(7), 6079. <https://doi.org/10.3390/su15076079>

Industria 5.0: Un Paradigma Centrado en el Ser Humano para la Sostenibilidad y Resiliencia Productiva

- Dey, R., & Bose, M. (2023). *The ethical implications of employee surveillance technologies in the modern workplace*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/371340294_The_Ethical_Implications_of_Employee_Surveillance_Technologies_in_the_Modern_Workplace_0606
- Edmondson, A. C. (2023). *Right kind of wrong: The science of failing well*. Atria Books.
- European Commission. (2021). *Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. Publications Office of the European Union.
- Fraga-Lamas, P., Fernández-Caramés, T. M., & Blanco-Novoa, Ó. (2022). A review on industrial iot and industry 5.0 in the context of the corporate digital responsibility. *Sensors*, 22(19), 7248. <https://doi.org/10.3390/s22197248>
- Grosse, E. H., Glock, C. H., & Neumann, W. P. (2023). Putting the human back in the center: A review of human-centric production systems in the context of Industry 5.0. *International Journal of Production Economics*, 260, 108852. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108852>
- Growth Shuttle. (2024). Top 5 barriers to technology adoption in SMEs. <https://growthshuttle.com/top-5-barriers-to-technology-adoption-in-smes/>
- Jafari, N., Azarian, M., & Yu, H. (2022). Moving from Industry 4.0 to Industry 5.0: What are the implications for smart logistics? *Logistics*, 6(2), 26. <https://doi.org/10.3390/logistics6020026>
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group*. Acatech.
- Kickidler. (2025). Tips on creating an ethical employee monitoring policy in 2025. <https://www.kickidler.com/info/how-to-create-an-ethical-employee-monitoring-policy.html>
- Koreis, M., Doppelbauer, M., J-Oelker, S., & Galka, S. (2023). The impact of collaborative robots on operational efficiency in warehouse logistics: An empirical study. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 34(5), 718–735. <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2023-0125>
- Masood, T., & Sonntag, R. (2023). Industry 5.0 and the circular economy: Opportunities for sustainable innovation. *Journal of Cleaner Production*, 405, 138928. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138928>
- Mirsafian, H. (2023). Scientific management revisited: Taylor's principles in the gig economy. *Journal of Management History*, 29(2), 155–172. <https://doi.org/10.1108/JMH-08-2022-0045>
- Morales-Sánchez, R., García-Vidal, G., & Morillas-García, C. (2023). Dehumanization of work and its impact on the psychological well-being of workers in Industry 4.0. *Frontiers in Psychology*, 14, 1145618. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1145618>

- Mourtzis, D., Angelopoulos, J., & Panopoulos, N. (2022). A literature review of the challenges and opportunities of the transition from Industry 4.0 to Society 5.0. *Energies*, 15(17), 6276. <https://doi.org/10.3390/en15176276>
- Muhammad, A. A. (2023). *Understanding competitiveness of SMEs during Industry 5.0* [Tesis de maestría, Aalto University]. Aaltodoc. <https://aaltodoc.aalto.fi/bitstreams/427279b3-24b8-420f-aa3e-d6b560dfb8ec/download>
- Othman, M., & Yang, B. (2023). Wearable IoT for workforce health monitoring in Industry 5.0. *Sensors*, 23(4), 1789. <https://doi.org/10.3390/s23041789>
- Piasna, A. (2023). Digital surveillance in the workplace: A new frontier of control in Industry 4.0. *New Technology, Work and Employment*, 38(1), 1–19. <https://doi.org/10.1111/ntwe.12258>
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2015, October). How smart, connected products are transforming companies. *Harvard Business Review*, 93(10), 96–114.
- Redchuk, A., Stankov, S., Semenov, A., Ieremeiev, O., & Zmiiievskiy, V. (2023). Smart automation in the food industry: Enhancing energy efficiency and product quality in the Industry 5.0 era. *Food Control*, 148, 109654. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109654>
- Romero Zaleta, M. A., & Ochoa-Romerroll, L. C. (2025). *The impact of digital transformation in Latin America and the Caribbean: Opportunities and risks in a context of economic and financial resilience* [Preprint]. Preprints.org. <https://doi.org/10.20944/preprints202502.2110.v1>
- Salvadorinho, J., & Teixeira, L. (2023). Industry 5.0: How collaborative robots are transforming safety and productivity. *Industrial Robot: An International Journal*, 50(3), 345–356. <https://doi.org/10.1108/IR-12-2022-0256>
- Schiuma, G., Schettini, E., & Santarsiero, F. (2021). The what, why, and how of digital transformation: A systematic literature review and research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 171, 120952. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120952>
- Shadravan, S., & Parsaei, H. R. (2023). Paradigm shift from Industry 4.0 to Industry 5.0: Implementation and challenges. *Production Planning & Control*, 34(15), 1401–1418. <https://doi.org/10.1080/09537287.2023.2175628>
- Suciu, G., Pașca, S., Nădrag, C., Suciu, L. C., Mărculescu, C. Z., & Pătrașcu, M. (2023). Workforce and workplace ecosystems in the digital economy: The role of Industry 5.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 191, 122546. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122546>
- Syteca. (2025). Employee monitoring ethics: 8 best practices for organizations. <https://www.syteca.com/en/blog/employee-monitoring-ethics-best-practices>

Industria 5.0: Un Paradigma Centrado en el Ser Humano para la Sostenibilidad y Resiliencia Productiva

- Teng, J. T., Jeng, D. J. F., & Ho, C. F. (2022). A framework for digital transformation: leadership, dynamic capabilities, and organizational outcomes. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 37(8), 1665–1680. <https://doi.org/10.1108/JBIM-07-2021-0329>
- Torosyan, A., Avetisyan, H., & Gevorgyan, V. (2023). Post-Fordism and the global value chain: A study on labor precarity in the textile industry. *Global Networks*, 23(3), 564–580. <https://doi.org/10.1111/glob.12411>
- Turner, P., & Oyekan, J. (2023). Ethical frameworks for Industry 5.0: Ensuring human dignity in human-robot collaborations. *Journal of Manufacturing Systems*, 68, 54–65. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2023.04.012>
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118–144. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- Workstatus. (2024). Navigating ethical employee monitoring in 2025. <https://www.workstatus.io/blog/workforce-management/2024s-ethical-employee-monitoring-software/>
- Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser, B., & Wang, L. (2021). Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception. *Journal of Manufacturing Systems*, 61, 530–535. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.10.006>
- Yitmen, I., Al-Shami, A., Al-Sharafi, M. A., & Saleh, S. H. (2023). Digital transformation barriers in the construction industry: A pathway to Construction 5.0. *Journal of Civil Engineering and Management*, 29(4), 315–330. <https://doi.org/10.3846/jcem.2023.18765>
- Yue, X., & Yin, Z. (2023). The digital divide and labor market outcomes: Evidence from the Industry 3.0 transition. *Information Economics and Policy*, 63, 101021. <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2023.101021>
- Zakeri, A., & Borhani, M. (2023). Cognitive ergonomics in collaborative environments: Addressing stress factors in Industry 5.0. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 33(5), 456–470. <https://doi.org/10.1002/hfm.20891>
- Zhang, X., & Kang, H. (2024). Workplace well-being in Industry 5.0: A worker-centered systematic review. *Sensors*, 24(17), 5473. <https://doi.org/10.3390/s24175473>