

Ingeniería, gestión y liderazgo en la **competitividad** organizacional y la sostenibilidad



Alonso Elías Pirela Añez
Lissette Lilibeth Barzola González
David Alejandro Paredes
Andrea Jemima Naranjo
Luis Eduardo Tomalá Villón

**Ingeniería, gestión y liderazgo en la competitividad organizacional
y la sostenibilidad**

**Alonso Elías Pirela Añez, Lissette Lilibeth Barzola González,
David Alejandro Paredes Aguilar, Andrea Jemima Naranjo Soriano,
Luis Eduardo Tomalá Villón**

Primera edición: Septiembre, 2026

Maracay, Venezuela

Depósito Legal: **AR2026000253**

ISBN: **978-980-454-072-1**



Para citar esta obra: Pirela, A., Barzola, L., Paredes, D., Naranjo, A. & Tomalá, L. (2026). *Ingeniería, gestión y liderazgo en la competitividad organizacional y la sostenibilidad*. Primera Edición. Escriba. Escuela de Escritores



Se permite copiar, distribuir, comunicar públicamente y adaptar esta obra, siempre que se reconozca adecuadamente la autoría, no se haga con fines comerciales y las obras derivadas se compartan con la misma licencia

Portada: Chat GPT

Formato Electrónico: Nohelia Alfonso

Revisión General: Crisálida Villegas

Libro arbitrado por pares ciegos

Colección Estudios Culturales
Serie Saberes Gerenciales
Volumen 7, Número 5, Año 2026

Es una publicación correspondiente a la colección de libros arbitrados del Sello Editorial Escriba. Escuela de Escritores, dirigida al público general que tiene como propósito divulgar saberes gerenciales



Escriba. ESCUELA DE ESCRITORES

AUTORIDADES

Crisálida Villegas

Directora General

Nohelia Alfonzo

Directora Académica

Rosa B. Pérez

Secretaria

COMITÉ EDITORIAL

Sandra Salazar (FEREDIT, Venezuela)

Rosy León (REDIT, Chile)

Ibaldo Fandiño (UNIATLÁNTICO, Colombia)

Daniel Román (PLAGCIS, Colombia)

Claudia Zuriaga (UIDE, Ecuador)

Arturo Dávila (UNIVERSIS, Ecuador)

Carlos Viltre (CESPE, Cuba)

ÍNDICE DE CONTENIDO

		pp.
	Presentación	<u>6</u>
I	Ciencia e ingeniería como motores del desarrollo sostenible y la innovación tecnológica Alonso Elías Pirela Añez, Lissette Lilibeth Barzola González, David Alejandro Paredes Aguilar, Andrea Jemima Naranjo Soriano, Luis Eduardo Tomalá Villón	<u>11</u>
II	Gestión industrial basada en ingeniería mecánica: una perspectiva estratégica Alonso Elías Pirela Añez, David Alejandro Paredes Aguilar, Andrea Jemima Naranjo Soriano, Luis Eduardo Tomalá Villón, Lissette Lilibeth Barzola González	<u>26</u>
III	El Ingeniero Industrial como motor estratégico de la competitividad organizacional Alonso Elías Pirela Añez, Andrea Jemima Naranjo Soriano, Lissette Lilibeth Barzola González, David Alejandro Paredes Aguilar, Luis Eduardo Tomalá Villón	<u>42</u>
IV	Machine Learning para la optimización de procesos de manufactura: una revisión de aplicaciones, beneficios y desafíos en la Industria 4.0 Alonso Elías Pirela Añez, Luis Eduardo Tomalá Villón, David Alejandro Paredes Aguilar, Andrea Jemima Naranjo Soriano, Lissette Lilibeth Barzola González	<u>62</u>
V	Influencia de los tratamientos térmicos en la dureza, resistencia al impacto y microestructura de aceros al carbono utilizados en aplicaciones industriales Alonso Elías Pirela Añez, Lissette Lilibeth Barzola González, David Alejandro Paredes Aguilar, Luis Eduardo Tomalá Villón, Andrea Jemima Naranjo Soriano	<u>82</u>
VI	El control interno: Una estrategia para la optimización de recursos y la toma de decisiones. Alonso Elías Pirela Añez, Andrea Jemima Naranjo Soriano, Luis Eduardo Tomalá Villón, David Alejandro Paredes Aguilar, Lissette Lilibeth Barzola González	<u>96</u>
VII	Liderazgo transformacional y su impacto en el desempeño y la satisfacción organizacional en equipos multidisciplinarios Alonso Elías Pirela Añez, Luis Eduardo Tomalá Villón, Andrea Jemima Naranjo Soriano, Lissette Lilibeth Barzola González, David Alejandro Paredes Aguilar	<u>112</u>
	Reseña de los Autores	<u>127</u>

ÍNDICE DE TABLAS

No.		pp.
1	Relación e impacto de la ciencia y la ingeniería en el desarrollo sostenible	<u>18</u>
2	Relación entre la innovación tecnológica y el desarrollo sostenible	<u>19</u>
3	Relación entre transferencia tecnológica e investigación aplicada	<u>20</u>
4	Relación entre optimización de procesos y eficiencia de recursos	<u>21</u>
5	Liderazgo Técnico en la Ingeniería Mecánica	<u>34</u>
6	Relación enfoque estratégico y productividad organizacional	<u>35</u>
7	Estrategia organizacional y optimización de procesos	<u>37</u>
8	Competencias del ingeniero industrial	<u>53</u>
9	Cronología evolutiva del rol del ingeniero industrial	<u>55</u>
10	Mapa conceptual-sistémico del ingeniero industrial	<u>56</u>
11	Análisis FODA de la ingeniería industrial en competitividad organizacional	<u>56</u>
12	Beneficios y limitaciones del Machine Learning en procesos de manufactura	<u>70</u>
13	Aplicaciones del Machine Learning en procesos de manufactura	<u>72</u>
14	Impacto del Machine Learning en la toma de decisiones y la optimización de recursos en manufactura	<u>74</u>
15	Clasificación de estudios sobre Machine Learning en manufactura según año, país, sector industrial y algoritmo utilizado	<u>75</u>
16	Control Interno en las organizaciones	<u>103</u>
17	Aportes del control interno a la optimización de recursos	<u>104</u>
18	Influencia del control interno en la toma de decisiones según la literatura revisada	<u>105</u>
19	Control interno y eficiencia organizacional	<u>106</u>

PRESENTACIÓN

En el tiempo actual, de la industrial 4.0, la competitividad de las organizaciones se explica por la confluencia en el conocimiento científico, la capacidad técnica y la gestión humana de los procesos productivos. Comprender esa convivencia exige un esfuerzo de integración disciplinar que pocas veces se encuentra reunido en una sola obra. Este libro nace precisamente de esa convicción: que ingeniería y gerencia no son campos separados, sino dos caras de una misma tarea, la de construir organizaciones capaces de responder con inteligencia a un entorno cambiante, exigente y cada vez más tecnificado.

La obra que se presenta es el resultado de un trabajo colectivo, sostenido por un equipo de autores que combina distintas sensibilidades disciplinares y que, sin embargo, logra hablar con una sola voz argumentativa a lo largo de sus siete capítulos. Cada texto fue elaborado con el rigor propio de la revisión académica, bibliográfica, documental, lo que dota al conjunto de una solidez metodológica propia de compilaciones de esta naturaleza.

El arbitraje ciego al que fue sometido cada capítulo añade, además, una garantía de calidad que el lector especializado sabrá valorar. Se trata de un conjunto pensado para dialogar entre sí, capítulo tras capítulo, hasta construir una argumentación coherente sobre la transformación organizacional contemporánea.

Estructuralmente, el libro sigue un recorrido deliberado. Comienza en el plano de las ideas más generales, la relación entre ciencia, ingeniería e innovación y desciende progresivamente hacia problemas técnicos concretos, propios de la ingeniería y la inteligencia artificial, para luego ascender de nuevo hacia las dimensiones de gestión organizacional y humana que hacen posible que ese conocimiento técnico se traduzca en valor real, el control interno y, finalmente, el papel articulador del liderazgo. Es, en ese sentido, un recorrido que va de lo conceptual a lo operativo y de este a lo estratégico, cerrando el círculo con una reflexión que devuelve al lector, enriquecido, a la pregunta inicial sobre qué significa transformar una organización desde el conocimiento técnico.

Vale la pena detenerse, antes de entrar en el detalle de cada capítulo, en el título elegido para esta obra. Transformación es aquí el hilo conductor que atraviesa cada uno de los textos: de la materia bajo el efecto del calor, de los datos en decisiones mediante algoritmos, de los recursos en resultados mediante el control interno, de los equipos mediante el liderazgo y de este en un actor estratégico. Leído así, el título funciona como

una clave de lectura que el lector puede llevar consigo capítulo a capítulo, reconociendo en cada uno una variación distinta de un mismo fenómeno, aunque los autores lo abordan desde su propio ángulo disciplinar y con su propio instrumental metodológico.

Conviene también señalar el valor que tiene esta obra como puente entre instituciones y países. Los autores, vinculados a espacios académicos de Ecuador y de la región, se suman a una colección editorial que ha hecho de la divulgación de saberes gerenciales su propósito central, y que somete cada volumen a comités editoriales integrados por especialistas de distintas nacionalidades. Ese carácter colectivo e internacional no es un detalle menor, en los campos como la ingeniería y la gestión industrial, donde los problemas rara vez respetan fronteras, la posibilidad de contrastar experiencias y referentes bibliográficos de distintos contextos enriquece sensiblemente la calidad del análisis y amplía el horizonte de aplicación de sus conclusiones.

Un rasgo adicional de la obra merece destacarse, la coherencia con que los mismos cinco autores firman, en distinto orden, cada uno de los siete capítulos. Esa autoría compartida y rotativa no es un simple detalle formal, sino la evidencia de un trabajo genuinamente colaborativo, en el que cada integrante del equipo asumió liderazgo en unos temas y acompañamiento en otros, sin que ello implicara renunciar a la mirada de conjunto.

Ese modo de trabajar, poco habitual en la producción académica individual, resulta especialmente adecuado para un libro cuyo propósito es, justamente, mostrar cómo distintas especialidades pueden converger en una sola narrativa sin perder rigor ni identidad propia. El resultado es una obra que se lee con la fluidez de un texto único, aunque detrás de cada capítulo se reconozca el sello particular de quien lo lideró.

El primer capítulo abre la obra situando al lector en un terreno conceptual amplio: el de la relación entre ciencia e ingeniería como motores conjuntos del desarrollo y la sostenibilidad. Más que ofrecer definiciones cerradas, el texto invita a pensar cómo el conocimiento teórico se convierte en soluciones tangibles y por qué esa conversión resulta indispensable para imaginar un desarrollo tecnológico que no sacrifique al planeta ni a las futuras generaciones en el camino.

El capítulo evita, con acierto, la tentación de tratar ambos campos como sinónimos, y en cambio dedica esfuerzo a mostrar sus diferencias complementarias: mientras una disciplina busca comprender, la otra busca resolver y es en esa tensión productiva donde

surge buena parte de la innovación tecnológica contemporánea. Es un punto de partida idóneo para la obra, pues fija el tono conceptual y el vocabulario común que atraviesa el resto de los capítulos, preparando al lector para las incursiones más específicas que vendrán después.

El segundo capítulo estrecha el enfoque hacia un campo disciplinar específico, la ingeniería mecánica, para mostrar cómo sus herramientas técnicas trascienden el taller y el diseño para insertarse en la toma de decisiones estratégicas de las organizaciones industriales. El texto tiende un puente entre el saber técnico y el saber gerencial, sugiriendo que el ingeniero mecánico contemporáneo es, cada vez más, un actor con responsabilidades de planificación, control y liderazgo, y no únicamente un especialista confinado al diseño de piezas o sistemas.

Esa ampliación del rol profesional resulta, como se verá más adelante, un anticipo de la reflexión del siguiente capítulo. El capítulo dialoga, además, con las transformaciones digitales que ya anuncia la Industria 4.0, sugiriendo que el ingeniero mecánico del presente debe moverse con soltura entre el cálculo técnico y el lenguaje de la eficiencia organizacional.

El tercer capítulo retoma los hilos técnicos, organizacionales y humanos desplegados a lo largo de los dos capítulos anteriores para situar al ingeniero industrial como una figura articuladora, capaz de traducir eficiencia operativa, innovación tecnológica, sostenibilidad ambiental y responsabilidad social en competitividad organizacional sostenida. El papel de este profesional se proyecta hacia el futuro frente a los retos de la digitalización y la sostenibilidad, dejando planteada la idea de que la competitividad organizacional dependerá, en buena medida, de profesionales capaces de moverse con soltura entre el taller, el dato y las personas.

El cuarto capítulo introduce una de las transformaciones más visibles de estos tiempos: la incorporación de la inteligencia artificial y, en particular, del aprendizaje automático, en los procesos productivos. Bajo el paraguas de la industria 4.0, el texto examina con equilibrio tanto las oportunidades que estas tecnologías abren para la manufactura, en mantenimiento, calidad, inventarios y planificación, como las dificultades reales que enfrentan las organizaciones al intentar adoptarlas, relacionadas con la calidad de los datos disponibles y la capacitación del personal.

Ese equilibrio entre entusiasmo y prudencia evita una lectura ingenua del fenómeno y ofrece al lector una base realista para valorar el alcance de estas herramientas. Al situar el análisis dentro del marco más amplio de la manufactura inteligente, el capítulo conecta de manera natural con las inquietudes estratégicas planteadas en el capítulo anterior, mostrando cómo la tecnología, lejos de sustituir a la gestión, la potencia cuando se implementa con criterio.

El quinto capítulo regresa al terreno más técnico y material, adentrándose en el comportamiento de los aceros al carbono frente a distintos procesos térmicos. Se trata de un capítulo de naturaleza más especializada, dirigido a comprender cómo decisiones aparentemente confinadas al laboratorio, temple, revenido, recocido, normalizado, tienen consecuencias directas sobre la dureza, la resistencia y la microestructura de materiales que sostienen buena parte de la actividad industrial contemporánea.

Su inclusión recuerda que ninguna transformación organizacional puede prescindir del conocimiento riguroso de la base material sobre la que se construyen los productos y procesos, y ofrece al lector menos familiarizado con la ingeniería de materiales una síntesis clara de cómo distintos tratamientos modifican el equilibrio entre dureza, tenacidad y ductilidad según las exigencias de cada aplicación industrial.

El sexto capítulo traslada la mirada del taller y el material hacia la estructura organizacional, deteniéndose en el control interno como mecanismo para administrar recursos y sostener decisiones confiables. El texto recuerda algo que conviene no olvidar en medio del entusiasmo por la innovación tecnológica: que ninguna mejora técnica rinde sus frutos si no está acompañada de mecanismos institucionales capaces de garantizar transparencia, prevención de errores y continuidad en la gestión. Es, en cierto modo, el contrapeso administrativo necesario frente a los avances descritos en los capítulos anteriores, un recordatorio de que la eficiencia técnica y la solidez institucional deben avanzar de la mano si se aspira a resultados duraderos.

Por último, el séptimo capítulo introduce la dimensión humana con particular fuerza, al abordar el liderazgo transformacional y su incidencia en el desempeño y la satisfacción de equipos que, por su propia naturaleza, integran disciplinas diversas. Apoyado en una revisión sistemática de varios años de evidencia científica, el capítulo recuerda algo que suele olvidarse en los discursos centrados en la tecnología: que ninguna estrategia organizacional prospera sin personas motivadas, acompañadas y bien dirigidas,

y que la motivación inspiradora y la atención individualizada a cada colaborador siguen siendo palancas insustituibles de cohesión y compromiso, incluso o especialmente, en los entornos de alta exigencia técnica descritos en capítulos anteriores.

Al recorrer estas páginas, el lector encontrará no solo un conjunto de investigaciones rigurosas, sino una invitación a pensar la ingeniería y la gerencia como disciplinas que se necesitan mutuamente para responder a los retos de un mundo en transformación constante. Cada capítulo puede leerse de manera independiente, según el interés particular de quien lo aborde, el académico interesado en la revisión teórica, el profesional que busca actualizarse en herramientas de gestión o el estudiante que se asoma por primera vez a estos temas, pero es en su conjunto donde la obra revela su verdadero valor: el de mostrar, con evidencia y argumentos, que la competitividad organizacional del presente exige tanto dominio técnico como sensibilidad humana y que ninguna de las dos dimensiones basta por sí sola.

Queda, por último, agradecer el esfuerzo de quienes hicieron posible esta publicación: los autores que dedicaron tiempo y disciplina a cada revisión bibliográfica, los árbitros anónimos que contribuyeron con sus observaciones a mejorar cada texto y el equipo editorial que acompañó el proceso desde su concepción hasta su forma final.

A quien apenas comienza a hojear este libro, valga una última sugerencia: no es necesario leerlo de corrido ni en el orden en que aparece. Puede abrirse por el capítulo que más interpele al lector según su formación o su necesidad inmediata, y desde ahí tender puentes hacia los demás, descubriendo poco a poco cómo cada pieza, la científica, la ingeniería, en varias de sus especialidades, la algorítmica, la administrativa, la humana y la estratégica, encaja en un mismo argumento sobre la transformación de las organizaciones contemporáneas.

Ojalá esta obra cumpla su propósito de nutrir tanto la reflexión académica como la práctica profesional de quienes, día a día, construyen organizaciones más eficientes, sostenibles, así como humanas y que en Ecuador y toda la región encuentren en estas páginas un estímulo renovado para seguir investigando, cuestionando y, sobre todo, transformando.

I.CIENCIA E INGENIERÍA COMO MOTORES DEL DESARROLLO
SOSTENIBLE Y LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

Alonso Elías Pirela Añez, Lissette Lilibeth Barzola González, David Alejandro Paredes Aguilar, Andrea Jemima Naranjo Soriano, Luis Eduardo Tomalá Villón

Resumen

El objetivo del artículo es analizar la ciencia y la ingeniería como motores del desarrollo sostenible y la innovación tecnológica. La metodología combina una revisión bibliográfica sistemática y un análisis conceptual basado en fuentes científicas, informes técnicos y estudios de caso. Los resultados muestran que la ciencia proporciona el conocimiento teórico y experimental necesario para comprender fenómenos naturales y tecnológicos. La ingeniería, por su parte, transforma este conocimiento en soluciones prácticas, optimizando procesos, diseñando sistemas eficientes y generando tecnologías sostenibles; por lo que su integración favorece soluciones tecnológicas responsables y fortalece la competitividad organizacional. Además, contribuye al desarrollo sostenible. Se concluye que la sinergia entre ciencia e ingeniería es esencial para enfrentar desafíos globales y promover un crecimiento tecnológico sostenible.

Palabras clave: Ciencia, Desarrollo Sostenible, Innovación Tecnológica, Ingeniería.

Science and Engineering as Drivers of Sustainable Development and Technological Innovation

Abstract

The objective of the article is to analyze science and engineering as drivers of sustainable development and technological innovation. The methodology combines a systematic literature review and a conceptual analysis based on scientific sources, technical reports, and case studies. The results show that science provides the theoretical and experimental knowledge necessary to understand natural and technological phenomena. Engineering, on the other hand, transforms this knowledge into practical solutions, optimizing processes, designing efficient systems, and generating sustainable technologies; therefore, its integration favors responsible technological solutions and strengthens organizational competitiveness. In addition, it contributes to sustainable development. It is concluded that the synergy between science and engineering is essential to face global challenges and promote sustainable technological growth.

Keywords: Science; Engineering; Sustainable Development; Technological Innovation.

Introducción

La ciencia y la ingeniería constituyen pilares esenciales para el desarrollo y la innovación en la sociedad contemporánea. La ciencia busca comprender los fenómenos naturales mediante métodos sistemáticos, mientras que la ingeniería aplica ese conocimiento para diseñar soluciones prácticas, eficientes y sostenibles. Esta relación ha

impulsado avances significativos en sectores industriales, tecnológicos y sociales, transformando la forma en que se producen bienes y servicios.

La interacción entre ambos procesos no solo fortalece la innovación tecnológica, sino que también permite optimizar recursos y reducir impactos ambientales. Comprender esta relación es clave para fomentar estrategias que promuevan el desarrollo sostenible. Por ello, resulta fundamental analizar cómo la ciencia y la ingeniería actúan como motores de cambio y avance en un contexto caracterizado por profundas transformaciones económicas, tecnológicas y ambientales.

Por su parte, el desarrollo sostenible se ha convertido en un objetivo global frente a desafíos como el cambio climático, la escasez de recursos y la transición energética. La ingeniería sostenible, apoyada en conocimientos científicos, busca generar soluciones que sean ambientalmente responsables y socialmente beneficiosas. Los proyectos tecnológicos requieren un enfoque multidisciplinario, donde la ciencia proporciona las bases teóricas y la ingeniería traduce estas bases en sistemas funcionales. Esta sinergia permite diseñar procesos más eficientes y productos innovadores, alineados con criterios de sostenibilidad.

Históricamente, la ciencia ha impulsado descubrimientos fundamentales que luego la ingeniería ha transformado en aplicaciones concretas. Por ejemplo, los avances en materiales, energía y automatización han permitido el desarrollo de industrias más competitivas y sostenibles. Esta relación dinámica también genera retroalimentación: los retos de la ingeniería plantean nuevas preguntas científicas, promoviendo un ciclo continuo de innovación. La comprensión de este proceso es esencial para desarrollar políticas y estrategias que fortalezcan la transferencia tecnológica. En este sentido, la investigación aplicada juega un papel clave en vincular teoría y práctica, generando valor económico y social.

Sin embargo, a pesar de los avances científicos y tecnológicos alcanzados en las últimas décadas, aún persisten limitaciones en la integración efectiva entre ciencia e ingeniería para abordar de manera integral los desafíos asociados al desarrollo sostenible. En numerosos contextos, los resultados de la investigación científica no logran transformarse plenamente en soluciones tecnológicas con impacto social, económico y ambiental. Mientras que algunas innovaciones tecnológicas carecen de una orientación

sostenible que garantice su viabilidad a largo plazo. Esta situación evidencia la necesidad de fortalecer la articulación entre ambas para optimizar el uso de los recursos, reducir los impactos ambientales y promover modelos de desarrollo más responsables y competitivos.

Además, la innovación tecnológica surge de la interacción constante entre ciencia e ingeniería, permitiendo la creación de productos, procesos y servicios que mejoran la calidad de vida. Esta innovación no solo se mide en términos de eficiencia productiva, sino también en su capacidad de reducir impactos negativos sobre el medio ambiente y optimizar recursos. En entornos industriales y académicos, la colaboración interdisciplinaria entre científicos e ingenieros facilita el desarrollo de soluciones sostenibles y competitivas. La capacidad de generar conocimiento aplicable a problemas reales se convierte en un factor diferenciador para organizaciones y sociedades.

En este contexto, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo contribuyen la ciencia y la ingeniería, de manera integrada, al desarrollo sostenible y a la innovación tecnológica en los diferentes ámbitos de la sociedad contemporánea? La respuesta a esta interrogante permitirá comprender el papel estratégico de ambas disciplinas en la generación de soluciones innovadoras orientadas al crecimiento sostenible y al bienestar social.

En función de lo anterior, el objetivo del artículo es analizar la ciencia y la ingeniería actúan como motores del desarrollo sostenible y la innovación tecnológica, destacando su contribución a la generación de soluciones innovadoras, la eficiencia en el uso de los recursos y el fortalecimiento de la sostenibilidad en diversos sectores. Para ello, se realiza una revisión bibliográfica sistemática y un análisis conceptual que exploran los mecanismos mediante los cuales estos procesos generan impacto en la productividad, la eficiencia de recursos y la competitividad organizacional.

Revisión de la literatura

Ciencia, investigación e innovación

Burns et al (2003) consideran que la ciencia contemporánea es un cuerpo de conocimiento sistemático que involucra explicación, evidencia y entendimiento público. Este enfoque enfatiza que la ciencia es más que datos aislados: es un proceso

comunicativo y cognitivo integral. Asimismo, Science Council (2017) expresa que la ciencia es la búsqueda y aplicación del conocimiento y entendimiento del mundo natural y social mediante metodologías sistemáticas basadas en evidencia. Godin (2009) explica que la ciencia se centra en investigación sistemática orientada a la producción de conocimiento medible y cuantificable, que luego sirve para medir y estimar los efectos de actividades de I+D en la sociedad.

En este aspecto, Vargas Cordero (2009) define la **investigación aplicada** como una forma de conocer realidades mediante evidencia científica que orienta la investigación hacia la solución de problemas concretos y la generación de conocimiento útil para la práctica profesional. También, Dissanayake (2016) explica que la investigación aplicada se entiende como aquella investigación utilizada para responder preguntas específicas que tienen aplicaciones directas en la sociedad, enfocándose en resolver problemas prácticos concretos.

En este contexto, Acosta Hoyos (2017) define la **transferencia tecnológica** como el proceso de transmisión de tecnología que implica condiciones, mecanismos y obstáculos, así como la importancia de los gatekeepers para transferir avances científico-tecnológicos entre organizaciones y redes sociales, con el objetivo de facilitar el acceso y aplicación de conocimientos tecnológicos. Corvalán (2016), señala que la transferencia tecnológica como una práctica de interacción social mediada por conocimientos, donde los actores del sector científico y tecnológico vinculan sus saberes con el sector usuario (privado o público), y estos conocimientos (tácitos o codificados) son compartidos para aumentar capacidades y fomentar innovación.

Para Coccia (2021) la **innovación tecnológica** ocurre cuando inventos de cosas nuevas y/o nuevas formas de hacer las cosas se transforman en dispositivos y aplicaciones útiles para que organizaciones o usuarios aprovechen oportunidades importantes, enfrenten problemas o amenazas ambientales y satisfagan necesidades y objetivos sociales y económicos. OECD y Eurostat (2005) indican que la innovación tecnológica es descrita como la introducción en el mercado o la implementación en la práctica de productos o procesos tecnológicamente nuevos o significativamente mejorados, que están basados en resultados de desarrollos tecnológicos o nuevas combinaciones de conocimientos existentes.

En el contexto del uso empresarial y sostenible de recursos, **la eficiencia de recursos** se describe como la capacidad de una organización o sistema para utilizar sus recursos de manera más eficiente, logrando un mayor rendimiento económico con impactos ambientales reducidos, lo cual también contribuye a la reducción de emisiones y a la sostenibilidad ambiental, de acuerdo con Handoyo et al (2024).

Moraga et al (2022) señalan que la eficiencia de recursos puede conceptualizarse como la relación entre los beneficios obtenidos (como producción, valor o utilidad) y la cantidad de recursos utilizados (materiales, energía, tierra, agua), es decir, la capacidad de un sistema para generar más resultados con menos insumos. La eficiencia de recursos utiliza los recursos disponibles de la forma más eficiente y sostenible.

Zuñiga-Collazos et al (2019) señala que la **competitividad organizacional** es un constructo dinámico y multidimensional que refleja la capacidad de una organización para responder estratégicamente a factores internos y externos, generando ventajas competitivas sostenibles, rendimiento superior y adaptación en mercados globales mediante la gestión de sus recursos y capacidades.

Tirno et al (2024) señalan que la competitividad organizacional puede definirse como la capacidad de una empresa para fortalecer su posición competitiva en el mercado, mejorando su desempeño y diferenciación frente a competidores, especialmente mediante la adopción de herramientas tecnológicas y análisis de datos.

Ingeniería y desarrollo sostenible.

Según López-Cruz (2022) la ingeniería puede entenderse como una actividad humana que implica práctica, proceso y aplicación del conocimiento más allá de ser simplemente ciencia aplicada enfocándose en el diseño, construcción, operación, mantenimiento, mejora y control de sistemas y artefactos. Esta definición reconoce que la ingeniería tiene entidad conceptual y epistemológica propia.

En el mismo sentido, De la Hoz Lara (2015) expresa que la ingeniería es la aplicación creativa de principios científicos para diseñar o desarrollar estructuras, maquinaria, aparatos o proceso con conocimiento de su diseño, pronosticando su comportamiento bajo condiciones operativas específicas buscando funcionalidad, economía y seguridad. Por otro lado, para ABET (1941) citado por De La Hoz Lara (2015)

la ingeniería es la aplicación creativa de los principios científicos para diseñar, construir, operar y pronosticar el comportamiento de dispositivos, sistemas y procesos con objetivos funcionales, económicos y de seguridad específicos.

Sadiku et al (2019) definen la **ingeniería sostenible** como un proceso de diseño y operación de sistemas que utiliza recursos naturales sin comprometer el medio ambiente ni agotar materiales para las generaciones futuras, integrando consideraciones ambientales, sociales y económicas en el diseño de productos, procesos y sistemas energéticos para un desarrollo sostenible. La ingeniería sostenible implica la integración de consideraciones sociales, ambientales y económicas dentro de los métodos de diseño de productos, procesos y sistemas energéticos, considerando todo el ciclo de vida del producto o proceso para minimizar impactos ambientales mientras maximiza beneficios sociales y económicos.

Bonvin (2017) describe la **optimización de procesos** como un método matemático y sistemático para mejorar el rendimiento de procesos industriales, atendiendo simultáneamente objetivos de eficiencia y restricciones de seguridad y calidad. La optimización incluye integrar mediciones en tiempo real y modelado para ajustar parámetros que maximizan rendimiento sin violar condiciones operativas críticas.

En el mismo orden de ideas, Teixeira et al. (2024) definen la optimización de procesos como un enfoque que aplica el ciclo de vida de la Gestión de Procesos de Negocio (BPM) para analizar, rediseñar, implementar y monitorear los procesos con el fin de eliminar las ineficiencias, mejorar el flujo de trabajo y elevar al máximo el desempeño general de la organización.

Selleneit et al (2020) definen system efficiency como la capacidad de un sistema para combinar eficiencia técnica, habilidad de desempeño, capacidad de reacción y adaptabilidad a la demanda dentro de un entorno dinámico de mercados energéticos. Este marco conceptual se utiliza para evaluar cómo las interacciones entre eficiencia y flexibilidad afectan tanto las emisiones de gases de efecto invernadero como la rentabilidad de las utilidades industriales.

Enfatiza la capacidad del sistema para integrar y coordinar distintos flujos energéticos y de proceso dentro de redes eléctricas con alta participación de energías

variables, implicando que un sistema eficiente no solo minimiza pérdidas energéticas, sino que también responde con flexibilidad a cambios del mercado y de la demanda.

Li et al (2023) conceptualizan Responsible Innovation and Technology (RIT) como un enfoque para generar resultados tecnológicos que sean aceptables, accesibles, confiables y bien gobernados, asegurando que estén alineados con valores humanos y sociales y que se integren responsablemente en las sociedades y ciudades. Este concepto se basa en la expansión de Responsible Research and Innovation (RRI). Es una estrategia que obliga a las empresas tecnológicas a alinear sus avances tecnológicos con valores sociales y éticos, priorizando la responsabilidad social, la confiabilidad y la aceptabilidad del producto o servicio tecnológico en la sociedad, especialmente en áreas como inteligencia artificial y tecnologías digitales.

Fischer et al (2023) describen el **desarrollo sostenible** como un proceso que busca satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades, integrando de forma equilibrada las dimensiones ecológica, social y económica para enfrentar los desafíos globales contemporáneos. Al mismo tiempo, Ruggerio (2021) destaca que el desarrollo sostenible se entiende como un modelo de desarrollo que combina crecimiento económico, protección del medio ambiente y bienestar social para las generaciones actuales y futuras, aunque reconoce debates conceptuales sobre su aplicación y alcance.

Metodología

La investigación que dio origen al artículo adopta un enfoque cualitativo de tipo descriptivo, sustentado en una revisión bibliográfica sistemática y un análisis conceptual. Este enfoque permite integrar y sintetizar evidencia científica relevante, facilitando la comprensión de tendencias, enfoques teóricos y aplicaciones prácticas en contextos tecnológicos y organizacionales, según Kitchenham (2007).

En una primera fase, se desarrolló una revisión sistemática de la literatura, siguiendo criterios metodológicos que incluyen la definición de palabras clave, criterios de inclusión y exclusión, y la evaluación de la calidad de las fuentes. Este procedimiento se fundamenta en el modelo propuesto por Tranfield, Denyer y Smart (2003) ampliamente

utilizado en estudios de gestión e ingeniería, el cual garantiza la transparencia, reproducibilidad y validez científica del análisis documental.

En una segunda fase, se realizó un análisis conceptual e integrador de los aportes teóricos identificados, con el fin de examinar la interacción entre ciencia e ingeniería y su impacto en la eficiencia de recursos, la productividad y la reducción del impacto ambiental. Este análisis se apoya en enfoques de ingeniería orientados a la sostenibilidad, los cuales destacan la necesidad de diseñar soluciones tecnológicas responsables y alineadas con los objetivos de desarrollo sostenible, de acuerdo con Mihelcic et al (2003).

Resultados y Discusión

Las tablas 1 a 4 que se presentan, seguidamente, dan evidencia de los resultados obtenidos, así como la discusión de estos.

Los resultados indican que la **articulación entre ciencia e ingeniería** fortalece la competitividad organizacional y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Las organizaciones que integran conocimiento científico en sus procesos de innovación presentan mayores niveles de adaptabilidad y resiliencia tecnológica. Esta capacidad les permite responder de manera eficiente a los desafíos globales, como el cambio climático y la escasez de recursos.

Tabla 1. Relación e impacto de la ciencia y la ingeniería en el desarrollo sostenible

Dimensión	Ciencia	Ingeniería	Impacto generado
Enfoque principal	Generación del conocimiento teórico y E.	Aplicación práctica del conocimiento científico.	Transformación del conocimiento y solución.
Metodología	Investigación, y la experimentación científico.	Diseño, modelado, simulación y experimentación	Mejora continua, basada en evidencia.
Relación y sostenibilidad	Analiza impactos ambientales y sociales.	Desarrolla tecnologías sostenibles y limpias.	Reducción del impacto ambiental y uso eficiente de recursos.
Aporte a la innovación	Genera nuevas teorías y descubrimientos.	Convierte inventos en productos y procesos.	Desarrollo tecnológico responsable.
Impacto organizacional	Apoya la toma de decisiones basadas en datos.	Incrementa productividad y competitividad.	Fortalece la competencia organizacional.

INGENIERÍA, GESTIÓN Y LIDERAZGO EN LA COMPETITIVIDAD ORGANIZACIONAL Y LA SOSTENIBILIDAD

Contribución a los ODS	Fundamenta soluciones científicas a problemas globales.	Implementa soluciones alineadas a los ODS.	Cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
------------------------	---	--	---

Fuente: Elaboración propia.

La integración entre ciencia e ingeniería constituye un enfoque sólido para el desarrollo sostenible y la innovación tecnológica, lo cual es coherente con los principios metodológicos de la revisión sistemática planteados por Kitchenham (2007). La evidencia analizada demuestra que el uso de métodos estructurados permite identificar patrones claros sobre cómo el conocimiento científico sustenta el diseño de soluciones ingenieriles eficientes.

Por otro lado, el análisis de la literatura revela que la integración ciencia–ingeniería tiene un impacto directo en la reducción del impacto ambiental. Las investigaciones revisadas señalan que el uso de modelos científicos y herramientas de simulación ingenieril facilita la evaluación del ciclo de vida de productos y tecnologías. Esto permite anticipar efectos ambientales negativos y proponer soluciones preventivas desde la fase de diseño, como se muestra en la Tabla 2, a continuación.

Tabla 2. Relación entre la innovación tecnológica y el desarrollo sostenible

Dimensión	Innovación Tecnológica	Desarrollo Sostenible	Impacto Conjunto
Enfoque	Creación y aplicación de nuevas tecnologías.	Uso responsable de recursos para el bienestar presente y futuro.	Soluciones tecnológicas sostenibles.
Objetivo	Mejorar procesos, productos y servicios.	Equilibrar crecimiento económico, social y ambiental.	Crecimiento tecnológico responsable.
Uso de recursos	Optimización de materiales, energía y procesos.	Conservación y uso eficiente de recursos naturales.	Reducción del consumo y desperdicio.
Impacto ambiental	Desarrollo de tecnologías limpias y eficientes.	Protección del medio ambiente y reducción de emisiones.	Disminución del impacto ambiental.
Innovación en procesos	Automatización y digitalización inteligente.	Producción sostenible y ecoeficiencia.	Mayor productividad con menor impacto.

INGENIERÍA, GESTIÓN Y LIDERAZGO EN LA COMPETITIVIDAD ORGANIZACIONAL Y LA SOSTENIBILIDAD

Impacto social	Mejora de la calidad de vida y acceso a tecnología.	Equidad social y bienestar colectivo.	Inclusión y desarrollo social.
----------------	---	---------------------------------------	--------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados coinciden con el enfoque de revisión sistemática propuesto por Tranfield, Denyer y Smart (2003) que destaca que la generación de conocimiento basado en evidencia mejora la toma de decisiones estratégicas en contextos organizacionales y tecnológicos. Los resultados muestran que la aplicación de este enfoque metodológico permitió analizar de forma integral la relación entre eficiencia de recursos, productividad e impacto ambiental.

La investigación aplicada y la transferencia de tecnología están estrechamente relacionadas, pero no son lo mismo: la primera genera conocimiento orientado a resolver un problema práctico, mientras que la segunda lleva ese conocimiento, método o innovación hacia usuarios capaces de aplicarlo. La investigación aplicada parte de una necesidad concreta, por ejemplo, mejorar un proceso industrial y busca producir conocimientos utilizables para alcanzar un objetivo específico.

La transferencia de tecnología constituye el proceso posterior o paralelo mediante el cual los resultados de esa investigación circulan desde laboratorios hacia las empresas. La investigación aplicada produce la solución o el conocimiento con potencial de uso. La transferencia de tecnología facilita su adaptación, protección, comunicación y adopción. La innovación ocurre cuando ese conocimiento transferido se incorpora efectivamente a un producto, servicio, proceso, política o práctica. Lo planteado se evidencia en la tabla 3, a continuación.

Tabla 3. Relación entre transferencia tecnológica e investigación aplicada

Dimensión	Investigación Aplicada	Transferencia Tecnológica	Impacto
Enfoque	Aplicación del conocimiento científico para resolver problemas prácticos.	Traslado del conocimiento y tecnologías al entorno productivo.	Conversión del conocimiento en valor social y económico.
Objetivos	Desarrollar soluciones técnicas funcionales.	Implementar y comercializar tecnologías.	Innovación con impacto real.

INGENIERÍA, GESTIÓN Y LIDERAZGO EN LA COMPETITIVIDAD ORGANIZACIONAL Y LA SOSTENIBILIDAD

Actores involucrados	Universidades, centros de investigación y laboratorios.	Empresas, industria, sector público y sociedad.	Vinculación con la academia–industria.
Resultado principal	Prototipos, modelos, métodos y validaciones.	Patentes, licencias, spin-offs y adopción tecnológica.	Aprovechamiento efectivo del conocimiento.
Horizonte temporal	Mediano plazo.	Corto y mediano plazo.	Aceleración del ciclo de innovación.
Relación e innovación	Genera conocimiento aplicado.	Difunde e implementa la innovación.	Fortalecimiento del ecosistema innovador.
Contribución al desarrollo	Mejora procesos y tecnologías.	Incrementa la producción y la competitividad.	Desarrollo económico y tecnológico sostenido.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados relacionados con la sostenibilidad tecnológica y la reducción del impacto ambiental se alinean con la propuesta de Mihelcic et al. (2003) quienes plantean la ingeniería como una meta disciplina orientada al desarrollo sostenible. La evidencia revisada confirma que la aplicación conjunta de principios científicos y herramientas ingenieriles favorece el diseño de tecnologías responsables y ambientalmente eficientes.

En relación con **la eficiencia en el uso de recursos**, los resultados muestran que la aplicación de principios científicos en el diseño ingenieril permite optimizar materiales, energía y procesos productivos. Diversos estudios destacan que la ingeniería basada en evidencia científica contribuye a la reducción de costos operativos y al incremento de la productividad. Esta optimización se refleja en sistemas industriales más limpios y eficientes, capaces de minimizar desperdicios y emisiones contaminantes.

Tabla 4. Relación entre optimización de procesos y eficiencia de recursos

Dimensión	Optimización de Procesos	Eficiencia de Recursos	Impacto
Enfoque	Mejora continua de actividades y flujos de trabajo.	Uso racional y responsable de recursos.	Procesos productivos sostenibles.
Objetivo	Reducir tiempos, costos y variabilidad.	Minimizar consumo de	Mayor productividad con menor consumo.

INGENIERÍA, GESTIÓN Y LIDERAZGO EN LA COMPETITIVIDAD ORGANIZACIONAL Y LA SOSTENIBILIDAD

		materiales y energía.	
Uso de materiales	Reducción de desperdicios y reprocesos.	Aprovechamiento máximo de insumos.	Menor generación de residuos.
Gestión energética	Optimización del consumo energético.	Uso eficiente de energía.	Disminución de costos y emisiones.
Impacto ambiental	Procesos más limpios y controlados.	Conservación de recursos naturales.	Reducción del impacto ambiental.
Impacto organizacional	Incremento de la productividad.	Sostenibilidad operativa	Desempeño organizacional sostenible.

Fuente: Elaboración propia.

La discusión pone de manifiesto que la sinergia entre ciencia e ingeniería fortalece la competitividad organizacional y el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible. De acuerdo con Mihelcic et al. (2003), esta integración impulsa un cambio de paradigma hacia soluciones tecnológicas con mayor impacto positivo en la sociedad. Los resultados del estudio refuerzan esta visión al demostrar que las organizaciones que adoptan enfoques basados en evidencia científica y diseño ingenieril sostenible logran una mayor adaptabilidad y resiliencia.

Conclusiones

La investigación permite concluir que la ciencia y la ingeniería, al actuar de manera integrada, constituyen pilares fundamentales para el desarrollo sostenible y la innovación tecnológica. El conocimiento científico proporciona la base teórica y experimental necesaria para comprender los fenómenos, mientras que la ingeniería traduce dichos conocimientos en soluciones prácticas y eficientes.

La aplicación de metodologías de revisión sistemática permitió identificar evidencia científica relevante y confiable sobre la interacción entre ciencia e ingeniería. El uso de enfoques metodológicos estructurados facilitó el análisis de tendencias, impactos y aportes significativos en el ámbito de la sostenibilidad. Esto contribuye a fortalecer la validez y coherencia de los resultados obtenidos.

La integración ciencia–ingeniería contribuye significativamente a la optimización de recursos y a la reducción del impacto ambiental. La incorporación de principios

científicos en el diseño ingenieril posibilita el desarrollo de tecnologías más eficientes y sostenibles. Este enfoque promueve prácticas orientadas a la economía circular y a la gestión responsable de los recursos naturales.

La sinergia entre ciencia e ingeniería fortalece la competitividad organizacional y apoya el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Las organizaciones que integran ambos enfoques presentan mayor capacidad de adaptación, resiliencia e innovación responsable. Esto les permite responder eficazmente a los cambios tecnológicos y a las exigencias del entorno global.

Referencias Bibliográficas

- Acosta Hoyos, L. E. (2017). El proceso de transferencia tecnológica. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 6(1-2), 71–80. <https://doi.org/10.17533/udea.rib.327808>
- Burns, T. W., O'Connor, D. J & Stocklmayer, S. M. (2003). Science communication: A contemporary definition. *Public Understanding of Science*, 12(2), 183–202. <https://doi.org/10.1177/09636625030122004>
- Bonvin, D. (2017). Special issue: Real-time optimization of processes. *Processes*, 5(2), 27. <https://doi.org/10.3390/pr5020027>
- Corvalán, R. E. (2016). Vinculación y transferencia tecnológica: su significado y alcances. *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica*, 3, 28–34. <https://doi.org/10.30972/eitt.302771>
- Coccia, M. (2021). Technological innovation. *The Blackwell Encyclopedia of Sociology*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781405165518.wbeost011.pub2>
- De la Hoz Lara, R. (2015). Editorial ingeniería: hacia una definición más integral. *Ingeniare*, (18), 7–8. <https://doi.org/10.18041/1909-2458/INGENIARE.18.532>
- Dissanayake, M. A. K. L. (2016). Basic and applied scientific research, innovation and economic development. *Ceylon Journal of Science*, 45(1), 1–2. <https://doi.org/10.4038/cjs.v45i1.7368>
- Fischer, M., Foord, D., Frecè, J., Hillebrand, K., Kissling-Näf, I., Meili, R., Peskova, M., Risi, D., Schmidpeter, R & Stucki, T. (2023). The concept of sustainable development. In *Sustainable Business* (pp. 17–27). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-25397-3_2
- Godin, B. (2009). What is Science? Defining Science by Numbers, 1920–2000. *Foresight and STI Governance*, 3(2), 48–60. <https://doi.org/10.17323/1995-459X.2009.2.48.60>

- Glavič, P. (2022). Updated principles of sustainable engineering. *Processes*, 10(5), 870. <https://doi.org/10.3390/pr10050870>
- Handoyo, S., Wen, Y., & Zhang, Q. (2024). The determinants of resource efficiency and its implications for emission reduction performance. *Sustainability in the Anthropocene*, Article 101155. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.101155>
- Kitchenham, B. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. *Information and Software Technology*, 49(6), 571–582. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2007.01.005>
- OECD & Eurostat. (2005). *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data* (3^a ed.). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264013100-en>
- López-Cruz, O. (2022). An essential definition of engineering to support engineering research in the twenty-first century. *International Journal of Philosophy*, 10(4), 130–137. <https://doi.org/10.11648/j.ijp.20221004.12>
- Li, W., Yigitcanlar, T., Nili, A & Browne, W. (2023). Tech giants' responsible innovation and technology strategy: An international policy review. *Smart Cities*, 6(6), 3454–3492. <https://doi.org/10.3390/smartcities6060153>
- Li, W., Yigitcanlar, T., Browne, W & Nili, A. (2023). The making of responsible innovation and technology: An overview and framework. *Smart Cities*, 6(4), 1996–2034. <https://doi.org/10.3390/smartcities6040093>
- Mihelcic, J. R., *et al.* (2003). Sustainability science and engineering: The emergence of a new metadiscipline. *Environmental Science & Technology*, 37(23), 5314–5324. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9372\(2003\)129:1\(25\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9372(2003)129:1(25))
- Moraga, G., Huysman, S., & others. (2022). Resource efficiency indicators to assess circular economy practices. *Resources, Conservation and Recycling*. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.102072>
- Ruggerio, C. A. (2021). Sustainability and sustainable development: A review of principles and definitions. *Science of the Total Environment*, 786, 147481. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147481>
- Science Council. (2017). *Definition of science: A systematic pursuit and application of knowledge based on evidence*. Recuperado de <https://sciencecouncil.org/what-is-science/>
- Sadiku, M. N. O., Olaleye, O. D., & Musa, S. M. (2019). Sustainable engineering: An introduction. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering (IJASRE)*, 5(6), 70–74. <https://doi.org/10.31695/IJASRE.2019.33239>
- Selleneit, V., Stöckl, M., Philipp, M., Mast, T., Holzhammer, U & Schlosser, F. (2019). System Efficiency Rating of Industrial Utilities in Electricity Grids with a high share

of variable renewable energies. *Chemical Engineering Transactions*, 76, 973–978. <https://doi.org/10.3303/CET1976163>

Selleneit, V., Stöckl, M. & Holzhammer, U. (2020). System efficiency – Methodology for rating of industrial utilities in electricity grids with a high share of variable renewable energies – a first approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 130, 109969. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109969>.

Tranfield, D., Denyer, D & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, 14(3), 207–222. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>

Teixeira, A. R., Ferreira, J. V & Ramos, A. L. (2024). Optimization of business processes through BPM methodology: A case study on data analysis and performance improvement. *Information*, 15(11), 724. <https://doi.org/10.3390/info15110724>

Tirno, R. R., Rashedin, T., & otros. (2024). *Effect of business intelligence on organizational competitiveness: Exploring the mediation of technology anxiety*. *Case Studies in Business and Human Behavior*, Article 100536. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2024.100536>

Vargas Cordero, Z. R. (2009). La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1). <https://doi.org/10.15517/revedu.v33i1.538>

Zuñiga-Collazos, A., Castillo-Palacio, M & Padilla-Delgado, L. (2019). Organizational competitiveness: The conceptualization and its evolution. *Journal of Tourism and Hospitality Management*, 7(1), 195–211. <https://doi.org/10.15640/jthm.v7n1a19>

II.GESTIÓN INDUSTRIAL BASADA EN INGENIERÍA MECÁNICA: UNA PERSPECTIVA ESTRATÉGICA

Alonso Elías Pirela Añez, David Alejandro Paredes Aguilar, Andrea Jemima Naranjo Soriano, Luis Eduardo Tomalá Villón, Lissette Lilibeth Barzola González

Resumen

La ingeniería mecánica desempeña un papel fundamental en la gestión industrial contemporánea, al proporcionar herramientas técnicas y metodológicas que fortalecen la toma de decisiones estratégicas en las organizaciones. De ahí que el artículo tiene como objetivo analizar la gestión industrial basada en la ingeniería mecánica desde una perspectiva estratégica, destacando su contribución a la optimización de procesos, la eficiencia operativa y la competitividad empresarial. Metodológicamente, se basa en una revisión analítica de literatura científica. Los resultados evidencian que la aplicación de principios de ingeniería mecánica en la gestión industrial favorece la innovación, el uso eficiente de los recursos y la sostenibilidad organizacional, especialmente en contextos de transformación digital e Industria 4.0. Se concluye que la integración entre ingeniería mecánica y gerencia constituye un enfoque estratégico clave para el desarrollo y fortalecimiento de las organizaciones industriales.

Palabras clave: Estrategia Organizacional, Gestión Industrial, Ingeniería Mecánica, Optimización de Procesos.

Industrial Management Based on Mechanical Engineering: A Strategic Perspective

Abstract

Mechanical engineering plays a fundamental role in contemporary industrial management, providing technical and methodological tools that strengthen strategic decision-making in organizations. Hence, the article aims to analyze industrial management based on mechanical engineering from a strategic perspective, highlighting its contribution to process optimization, operational efficiency, and business competitiveness. Methodologically, it is based on an analytical review of scientific literature. The results show that the application of mechanical engineering principles in industrial management favors innovation, efficient use of resources, and organizational sustainability, especially in contexts of digital transformation and Industry 4.0. It is concluded that the integration between mechanical engineering and management constitutes a key strategic approach for the development and strengthening of industrial organizations.

Keywords: Organizational Strategy, Industrial Management, Mechanical Engineering, Process Optimization.

Introducción

La gestión industrial enfrenta actualmente grandes desafíos derivados de la globalización, el avance tecnológico y la necesidad de mejorar la competitividad

organizacional. En este contexto, las organizaciones industriales demandan enfoques estratégicos que integren el conocimiento técnico con prácticas gerenciales eficientes, capaces de optimizar recursos, procesos y resultados. La ingeniería mecánica, tradicionalmente asociada al diseño, análisis y mantenimiento de sistemas físicos, ha ampliado su campo de acción hacia funciones estratégicas dentro de la gestión industrial actual, contribuyendo al desarrollo de soluciones orientadas a la productividad y la innovación.

Por otro lado, la ingeniería mecánica aporta un conjunto de herramientas analíticas, metodológicas y tecnológicas que permiten mejorar la planificación, el control y la optimización de los procesos productivos. Su aplicación en la gestión industrial facilita la toma de decisiones basada en información técnica, el análisis de eficiencia operativa y la mejora continua de los sistemas organizacionales. De esta manera, el ingeniero mecánico se posiciona como un actor clave en la articulación entre la operación técnica y la dirección estratégica de las empresas.

Sin embargo, a pesar de la creciente importancia de la integración entre ingeniería y gestión, aún persiste una visión tradicional que limita el papel del ingeniero mecánico principalmente a actividades operativas y técnicas, desaprovechando su capacidad para participar en procesos de planificación estratégica, administración de recursos, liderazgo organizacional y generación de ventajas competitivas. Esta situación representa una problemática para las organizaciones industriales, debido a que los actuales entornos productivos requieren profesionales con competencias interdisciplinarias capaces de relacionar el conocimiento tecnológico con la gestión empresarial.

Además, la transformación digital y el desarrollo de la Industria 4.0 han incrementado la complejidad de los sistemas industriales, demandando modelos de gestión más integrales que permitan aprovechar las tecnologías emergentes, optimizar los recursos disponibles y garantizar la sostenibilidad organizacional. No obstante, la falta de enfoques estratégicos que reconozcan plenamente la contribución de la ingeniería mecánica dentro de la gestión industrial puede limitar la capacidad de las empresas para responder eficazmente a los cambios tecnológicos y alcanzar mayores niveles de eficiencia y competitividad.

En las últimas décadas, el rol del ingeniero mecánico ha evolucionado significativamente, trascendiendo las funciones exclusivamente técnicas para asumir responsabilidades gerenciales y de liderazgo. Esta evolución responde a la necesidad de profesionales con una visión integral, capaces de comprender tanto los aspectos tecnológicos como los organizacionales. La combinación de competencias técnicas y habilidades gerenciales permite al ingeniero mecánico contribuir de manera efectiva a la formulación de estrategias orientadas al logro de los objetivos empresariales.

Por lo tanto, surge la necesidad de analizar cómo la ingeniería mecánica puede integrarse estratégicamente en la gestión industrial para fortalecer la toma de decisiones, la optimización de procesos y la competitividad empresarial. En este sentido, la temática del artículo se centra en la limitada comprensión del papel estratégico que desempeña la ingeniería mecánica dentro de los procesos gerenciales industriales, lo cual evidencia la importancia de estudiar su aporte como elemento integrador entre tecnología, gestión e innovación.

En función de lo anterior, el artículo tiene como objetivo analizar la gestión industrial basada en la ingeniería mecánica desde una perspectiva estratégica, destacando su contribución a la optimización de procesos, la eficiencia operativa y la sostenibilidad organizacional. A través de una revisión analítica de la literatura científica, se busca evidenciar el valor del enfoque integrador entre ingeniería mecánica y gerencia como un elemento clave para el fortalecimiento y desarrollo de las organizaciones industriales contemporáneas.

Revisión de la literatura

Ingeniería mecánica. Liderazgo técnico.

Da Silva (2022) expresa que la ingeniería mecánica implica el diseño, análisis, fabricación y operación de sistemas mecánicos que aplican principios físicos como la fuerza, el movimiento, la energía y el comportamiento de los materiales, con el objetivo de crear y mejorar soluciones de ingeniería que impactan diversos ámbitos de la vida humana. Este enfoque destaca el carácter integral y aplicado de la ingeniería mecánica en el desarrollo tecnológico e industrial.

En el mismo contexto, Al-Obaidi et al (2024) señalan que la ingeniería mecánica es una disciplina que impulsa el desarrollo industrial mediante la aplicación avanzada de

procesos de manufactura, digitalización, transformación industrial y tecnologías emergentes como sistemas ciber-físicos y fabricación aditiva, lo que contribuye sustancialmente al avance general de la industria moderna.

En el mismo orden, López et al (2024) sostiene que la ingeniería mecánica constituye la base técnica para el desarrollo de activos físicos como robots, mecanismos y maquinaria que forman el soporte esencial de los sistemas de producción en entornos de Industria 4.0, lo que la posiciona como un componente clave en la transformación industrial actual.

Al mismo tiempo, Sharma et al (2021) consideran que el **liderazgo técnico** es el tipo de liderazgo requerido para gestionar y entregar un resultado técnico dentro de un equipo colaborativo, implicando tanto la dirección técnica como la coordinación entre miembros de los grupos para llevar a cabo producciones tecnológicas o de ingeniería de forma eficiente.

Por otro lado, Wateridge (2000) en el contexto de proyectos de tecnología de la información, technical leadership se refiere al liderazgo de empleados dedicados a ocupaciones técnicas o científicas, como ingeniería o desarrollo de software, donde el líder combina habilidades técnicas y de gestión para influir en la ejecución exitosa del proyecto.

Para Thite (1999) el liderazgo técnico puede conceptualizarse, en entornos de proyectos técnicos, como un conjunto de comportamientos de liderazgo técnico que, combinados con estilos transformacionales y transaccionales, aumentan la efectividad del liderazgo general en proyectos complejos, implicando la toma de decisiones técnicas, estimulación intelectual y características de liderazgo aplicadas a contextos tecnológicos.

Por su parte, Tripathi et al (2022) señalan que la **optimización de procesos** es un enfoque aplicado para mejorar la productividad al eliminar actividades improductivas o sin valor agregado dentro de las restricciones operativas, utilizando diversas metodologías, como Lean, Six Sigma o gestión inteligente, para alcanzar la excelencia en la gestión industrial.

Igualmente, Liu y Cheng (2024) certifican que la optimización de procesos manufactureros se define como un modelo de optimización basado en datos para

maximizar eficiencia, reducir costos y mejorar la gestión de recursos en procesos de producción inteligentes, apoyándose en indicadores clave de desempeño y agentes inteligentes de recursos.

Gestión, competitividad, sostenibilidad y productividad industrial.

Gallego-García y García-García (2022) señalan que la **gestión industrial** se entiende como el campo interdisciplinario que integra las capacidades organizativas, métodos y tecnologías de ingeniería industrial para aumentar la competitividad organizacional y manejar sistemas industriales complejos, considerando desde la planificación estratégica hasta la mejora continua de procesos dentro del contexto de las revoluciones industriales modernas.

Por su parte, Mu et al (2023) explican que la gestión industrial es un campo de investigación y práctica que coordina la planificación y control de operaciones productivas mediante la gestión eficiente de recursos, datos e integración de tecnologías emergentes, como IoT, para mejorar la toma de decisiones operativas, eficiencia y adaptabilidad organizacional.

En este contexto, Steensen (2014) señala que la **estrategia organizacional** se conceptualiza como el patrón de acciones y decisiones que los líderes de una organización adoptan conscientemente para alcanzar los objetivos organizacionales a largo plazo, alinear las actividades con el entorno y posicionar a la empresa competitivamente a lo largo del tiempo. Incluye la formulación de planes de acción que guían la asignación de recursos, definen objetivos y responden tanto a las oportunidades como a las amenazas del entorno externo.

Para Laurett y Ferreira (2018) la estrategia organizacional se refiere a un plan de acción a largo plazo diseñado por una organización para alcanzar sus objetivos mediante la alineación de sus recursos, capacidades y actividades internas con el entorno externo. Este marco estratégico proporciona dirección y una hoja de ruta para la toma de decisiones, la asignación de recursos y el posicionamiento competitivo en mercados dinámicos.

En correspondencia, Harris (1998) considera que la **toma de decisiones** como un proceso fundamental de la gestión estratégica, implica el reconocimiento y selección de

alternativas, considerando los valores y preferencias de quien decide, lo cual es fundamental en contextos organizacionales. Al mismo tiempo, Lu et al. (2007) indica que la toma de decisiones: un proceso mental que lleva a elegir un curso de acción entre diversas opciones, lo cual es esencial en la ingeniería de decisiones.

Por su parte, Lee y Johnson (2014) enuncian que la **eficiencia operativa** refleja la velocidad a la que se producen los resultados a partir de un conjunto dado de insumos, centrándose en qué tan bien una organización utiliza sus recursos para entregar productos o servicios de manera rentable sin comprometer la calidad. Por otra parte, Handoyo et al (2023) señalan que la eficiencia operativa en un contexto empresarial se refiere a la capacidad de una organización para entregar productos y servicios de la manera más rentable, manteniendo la calidad y utilizando de forma óptima sus recursos internos, contribuyendo así a mejorar el rendimiento y la competitividad.

Al respecto, Kao et al (2025) afirman que la **competitividad empresarial** es la capacidad intermedia y futura de las empresas para diseñar, producir y comercializar bienes cuyos atributos de precio y calidad no-precio formen un paquete más atractivo que los de los competidores nacionales y extranjeros, integrando el desempeño actual y el potencial futuro de la empresa.

Según Xie (2021) la competitividad empresarial se comprende a partir de la capacidad de una empresa para adquirir y utilizar recursos de manera eficaz dentro de un marco regulatorio, lo cual le permite competir, obtener ventajas y mantener esa posición frente a sus rivales en entornos globalizados y de economía del conocimiento con la competitividad como el factor esencial que determina el éxito o fracaso de la gestión empresarial.

Por su parte, Contini y Peruzzini (2022), describe la **sostenibilidad industrial** como la adopción de prácticas sostenibles en la industria a nivel de empresa, que considera simultáneamente acciones en dimensiones económicas, ambientales y sociales mientras produce bienes y servicios; esto incluye asegurar el crecimiento económico, conservar recursos y minimizar impactos negativos, atendiendo también a las demandas de los grupos de interés en el corto y largo plazo.

En la misma línea, Feil et al (2021) exponen que la sostenibilidad industrial se refiere a la adopción e integración sistemática de prácticas sostenibles en organizaciones

industriales, evaluadas a través de indicadores que cubren aspectos ambientales, económicos y sociales con el fin de mejorar el desempeño sostenible global de la empresa y su entorno competitivo.

Tapasco-Alzate et al (2021), en el contexto de trabajos intensivos en conocimiento, definen la productividad como un conjunto de métricas y enfoques que miden cómo el trabajo realizado por los empleados se transforma en resultados útiles para la organización, con especial atención tanto a la eficiencia tradicional como a aspectos orientados al talento humano y al cliente.

Bastos y Lundberg (2021) señalan que la productividad laboral se refiere a la cantidad de producción (valor de mercado) que puede ser generada por una cierta cantidad de trabajo empleado (por ejemplo, horas trabajadas). Esta definición es utilizada para analizar aspectos como el bienestar de los trabajadores que pueden influir en la productividad y, en extensión, en la eficiencia económica en economías avanzadas.

Industria 4.0, transformación digital e innovación tecnológica.

Rupp et al (2021) señala que la industria 4.0 puede definirse como la implementación de sistemas ciber-físicos para crear fábricas inteligentes mediante el uso de tecnologías como Internet de las Cosas (IoT), Big Data, computación en la nube, inteligencia artificial y tecnologías de comunicación en tiempo real a lo largo de la cadena de valor, integrando información y procesos para aumentar eficiencia y toma de decisiones.

Por su parte, Oztemel y Gursev (2018) conceptualiza la Industria 4.0 como un fenómeno transformador de la producción industrial que integra interoperabilidad, virtualización, capacidad de decisión en tiempo real, orientación al servicio y modularidad, habilitado por tecnologías digitales inteligentes que conectan sistemas, máquinas y procesos, permitiendo flujos de datos más eficientes y automatización avanzada dentro de la manufactura inteligente.

En este contexto, la **transformación digital** se refiere según Riedl et al (2023) a los fenómenos y procesos asociados con los cambios organizacionales y empresariales provocados por el uso intensivo y creciente de tecnologías digitales, que generan nuevos

métodos, prácticas y estructuras para responder a cambios ambientales y mantener o mejorar la competitividad del negocio mediante la integración tecnológica.

Para Vial (2019) la transformación digital es un proceso que busca mejorar una organización al provocar cambios significativos en sus propiedades mediante la combinación de tecnologías de información, comunicación y conectividad, permitiendo así una respuesta estratégica a los cambios del entorno y alteración de sus procesos de creación de valor.

En este mismo sentido, Coccia (2021) afirma que la **innovación tecnológica** se refiere a invenciones de cosas nuevas y/o nuevas formas de hacer las cosas se transforman en dispositivos y aplicaciones útiles, permitiendo que organizaciones y usuarios aprovechen oportunidades importantes, enfrenten problemas o amenazas ambientales y satisfagan necesidades, logren objetivos y resuelvan problemas.

Según Fayomi et al (2019) la innovación tecnológica es el proceso por el cual las organizaciones realizan el diseño y la producción de bienes y servicios que son nuevos para estas, independientemente de si otros competidores los tienen o no, siendo estos productos o procesos tecnológicamente diferentes y mejorados respecto a versiones anteriores.

Metodología

La investigación que dio origen al artículo adoptó un enfoque cualitativo y documental, destinado a examinar críticamente la literatura científica sobre el rol estratégico de la ingeniería mecánica en la gestión industrial. Este enfoque permite analizar la producción académica existente, centrándose en la interpretación de conceptos, modelos y teorías que sustentan la relación entre las disciplinas de ingeniería y gestión organizacional, según Ruiz-Ruiz et al (2022).

El método de recolección de información consistió en una revisión sistemática de literatura científica en bases de datos y revistas indexadas, priorizando artículos que presenten resultados validados y que posean un identificador DOI como evidencia de calidad editorial y trazabilidad académica. Entre las fuentes revisadas se incluyó literatura reciente sobre la contribución de la ingeniería industrial y sus métodos para la toma de decisiones y optimización de procesos organizativos, la cual proporciona un marco

conceptual aplicable a la integración de ingeniería mecánica en la gestión industrial contemporánea, a juicio de García Pinto y Rodríguez Ríos (2023).

El análisis de los documentos seleccionados se llevó a cabo mediante análisis de contenido, buscando identificar patrones, categorías y relaciones teóricas entre los conceptos de optimización de procesos, eficiencia operativa y enfoque estratégico en la ingeniería aplicada a la gestión industrial. Este proceso permitió sintetizar los aportes de múltiples autores que han estudiado cómo los principios de la ingeniería refuerzan la competitividad y sostenibilidad organizacional, especialmente frente a desafíos contemporáneos como la transformación digital y la Industria 4.0, según Ruiz-Ruiz et al (2022).

Resultados y Discusión

Los resultados del análisis de la literatura evidencian que la **integración de principios de la ingeniería mecánica en la gestión industrial** genera mejoras significativas en la optimización de procesos productivos y en la eficiencia del uso de los recursos. Diversos estudios coinciden en que la aplicación de métodos de ingeniería, como el análisis de sistemas, la simulación y el diseño de procesos, permite reducir tiempos operativos, minimizar desperdicios y mejorar la productividad organizacional, lo que se traduce en un mejor desempeño industrial. Lo cual coincide con los planteamientos de Sousa y Voss (2008) quienes destacan que las prácticas de gestión basadas en enfoques ingenieriles permiten mejorar el desempeño organizacional cuando se alinean con el contexto estratégico. Lo planteado se evidencia en la tabla 5, a continuación.

Tabla 5. Liderazgo Técnico en la Ingeniería Mecánica

Dimensión significativa	Liderazgo técnico ingeniería mecánica	Impacto en la industria
Base del liderazgo	Conocimiento profundo en diseño, manufactura, materiales, termodinámica y mantenimiento	Decisiones técnicas precisas y reducción de errores críticos
Rol del ingeniero	Referente técnico y tomador de decisiones estratégicas	Mayor confianza organizacional y liderazgo basado en evidencia
Toma de decisiones	Fundamentada en datos, normas técnicas y simulaciones	Optimización de costos, tiempo y recursos
Resolución de problema	Enfoque analítico y sistémico ante fallas complejas	Disminución de paradas no programadas y fallas operativas

INGENIERÍA, GESTIÓN Y LIDERAZGO EN LA COMPETITIVIDAD ORGANIZACIONAL Y LA SOSTENIBILIDAD

Innovación tecnológica	Implementación de automatización, robótica e Industria 4.0	Incremento de competitividad y productividad industrial
Comunicación técnica	Traducción del lenguaje técnico a niveles estratégicos	Alineación entre gerencia, ingeniería y operación
Calidad y seguridad	Aplicación de normas ISO, ASME, ASTM y seguridad industrial	Reducción de riesgos laborales y fallas de calidad
Sostenibilidad	Optimización energética y uso eficiente de materiales	Impacto positivo ambiental y cumplimiento normativo

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, los resultados presentados en la tabla 6, muestran que el **rol estratégico del ingeniero mecánico** se fortalece cuando sus competencias técnicas se articulan con funciones de planificación, control y liderazgo dentro de la organización. La literatura analizada señala que los ingenieros que participan en niveles estratégicos contribuyen de manera directa a la alineación entre los objetivos operativos y la estrategia empresarial, facilitando la mejora continua y la innovación organizacional.

La discusión de los resultados pone de manifiesto que el rol estratégico del ingeniero mecánico se fortalece cuando sus competencias técnicas se integran con funciones gerenciales. Este hallazgo es consistente con lo expuesto por Gunasekaran et al (2017) quienes señalan que la participación de perfiles técnicos en niveles estratégicos favorece la mejora del desempeño organizacional y la capacidad de respuesta ante entornos competitivos.

Los resultados indican que la ingeniería mecánica desempeña un papel clave en la adopción de tecnologías avanzadas, tales como la automatización, los sistemas ciberfísicos y el análisis de datos industriales. Estudios recientes destacan que estas tecnologías, gestionadas desde un enfoque estratégico, permiten aumentar la flexibilidad productiva y la capacidad de respuesta de las organizaciones industriales. Lo planteado puede visualizarse en la tabla 6, a continuación.

Tabla 6. Relación enfoque estratégico y productividad organizacional

Dimensión	Enfoque estratégico	Impacto en la productividad	Resultado organizacional
Uso de recursos	Optimización del consumo de materiales y energía.	Reducción de desperdicios y reprocesos.	Mayor es la eficiencia operativa.

INGENIERÍA, GESTIÓN Y LIDERAZGO EN LA COMPETITIVIDAD ORGANIZACIONAL Y LA SOSTENIBILIDAD

Eficiencia energética	Implementación de las tecnologías limpias.	Disminución de costos energéticos.	Incremento de la rentabilidad.
Gestión de residuos	Reciclaje, reutilización y economía circular.	Mejora del flujo de procesos.	Procesos más ágiles y limpios.
Diseño de procesos	Procesos ecoeficientes y optimizados.	Reducción de tiempos de ciclo.	Aumento de la capacidad productiva.
Tecnología e Innovación	Automatización sostenible e Industria 4.0.	Mayor precisión y menor consumo.	Productividad inteligente.
Gestión del talento	Cultura ambiental y capacitación continua.	Mayor compromiso y desempeño laboral.	Productividad sostenida.
Cumplimiento normativo	Aplicación de normas ambientales (ISO 14001).	Menor riesgo de sanciones y paradas.	Continuidad operativa.
Calidad del producto	Producción responsable y control ambiental.	Menos defectos y retrabajos.	Mejora del rendimiento global.
Salud y seguridad	Entornos de trabajo seguros y sostenibles	Menor ausentismo laboral.	Estabilidad productiva.
Valor organizacional	Integración de la sostenibilidad en la estrategia	Optimización integral del sistema productivo.	Ventaja competitiva sostenible.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que la ingeniería mecánica aplicada desde un enfoque estratégico desempeña un papel fundamental en la implementación de tecnologías asociadas a la Industria 4.0, como la automatización y los sistemas inteligentes. Estos hallazgos se alinean con lo planteado por Lasi et al (2014), quienes destacan que la Industria 4.0 requiere una integración efectiva entre tecnología, procesos y gestión estratégica.

Los resultados evidencian que la **aplicación estratégica de la ingeniería mecánica** contribuye de manera significativa a la competitividad y sostenibilidad organizacional. La literatura revisada resalta que las empresas industriales que incorporan enfoques ingenieriles en su gestión logran mayores niveles de innovación, eficiencia energética y sostenibilidad a largo plazo. Estos hallazgos confirman que la gestión organizacional

constituye un factor determinante en la optimización de los procesos de las organizaciones en escenarios industriales contemporáneos.

Tabla 7. Estrategia organizacional y optimización de procesos

Dimensión estratégica	Enfoque organizacional	Optimización de procesos	Resultado significativo
Estructura organizacional	Organización flexible y orientada a procesos.	Eliminación de cuellos de botella.	Mayor agilidad y rapidez operativa.
Visión y objetivos	Alineación de la estrategia con metas claras.	Rediseño de procesos orientados a resultados.	Coherencia estratégica y eficiencia operativa.
Gestión del talento	Desarrollo de las competencias técnicas.	Estandarización de tareas y mejora de habilidades.	Incremento del desempeño laboral.
Toma de decisiones	Decisiones basadas en datos y análisis.	Uso de indicadores KPI y control estadístico.	Reducción de errores y tiempos muertos.
Tecnología e innovación	Adopción de tecnologías digitales.	Automatización y la digitalización de procesos.	Aumento de productividad y competitividad.
Calidad y cumplimiento	Enfoque en normas y estándares.	Control de calidad en cada proceso.	Disminución de reprocesos.
Orientación al cliente	Estrategias centradas en el valor.	Mejora del flujo de procesos.	Mayor satisfacción del cliente.
Desempeño organizacional	Evaluación estratégica continua.	Medición y mejora de procesos.	Ventaja competitiva sostenible.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados discutidos evidencian que la integración estratégica de la ingeniería mecánica en la gestión industrial tiene un impacto positivo en la competitividad y sostenibilidad organizacional, lo cual coincide con los aportes de Kusiak (2018) quien resalta que la manufactura inteligente impulsa la innovación, el uso eficiente de los recursos y la sostenibilidad a largo plazo.

Conclusiones

Se puede concluir que la ingeniería mecánica constituye un pilar estratégico en la gestión industrial, al aportar herramientas técnicas que fortalecen la optimización de procesos y la eficiencia operativa. La integración de enfoques ingenieriles en la toma de

decisiones gerenciales favorece el uso racional de los recursos y mejora el desempeño organizacional.

El rol del ingeniero mecánico en funciones gerenciales resulta determinante para alinear los objetivos técnicos con la estrategia organizacional. La combinación de competencias técnicas, analíticas y de liderazgo permite una gestión industrial más efectiva y orientada a la mejora continua. Esta articulación fortalece la capacidad de las organizaciones para adaptarse a entornos altamente competitivos y cambiantes.

La transformación digital y la Industria 4.0 amplían significativamente el impacto de la ingeniería mecánica en la gestión industrial. La adopción de tecnologías avanzadas, gestionadas desde un enfoque estratégico, impulsa la automatización, la innovación y la flexibilidad productiva. En consecuencia, el ingeniero mecánico se posiciona como un actor clave en los procesos de modernización industrial.

La integración estratégica entre ingeniería mecánica y gestión industrial contribuye de manera directa a la competitividad y sostenibilidad organizacional. Las empresas que adoptan este enfoque logran mejores niveles de innovación, eficiencia y desempeño a largo plazo. Por tanto, este estudio reafirma la importancia de fortalecer la formación y participación estratégica del ingeniero mecánico en el desarrollo de las organizaciones industriales contemporáneas.

Referencias Bibliográficas

- Al-Obaidi, A. S. M., Al Husaeni, D. F., Setiyo, M & Nandiyanto, A. B. D. (2024). The role of mechanical engineering in industry: Review and bibliometric analysis. *Mechanical Engineering for Society and Industry*, 4(3), 308–317. <https://doi.org/10.31603/mesi.12619>
- Bastos, A., & Lundberg, E. (2021). Worker wellbeing and productivity in advanced economies: Re-examining the link. *Ecological Economics*, 184, 106989. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.106989>
- Coccia, M. (2021). Technological innovation (encyclopedia entry). In *Blackwell Encyclopedia of Sociology*. <https://doi.org/10.1002/9781405165518.wbeost011.pub2>
- Contini, G., & Peruzzini, M. (2022). Sustainability and Industry 4.0: Definition of a set of key performance indicators for manufacturing companies. *Sustainability*, 14(17), 11004. <https://doi.org/10.3390/su141711004>

- Da Silva, L. F. M. (2022). Mechanical engineering: Perpetual movement that keeps the world moving and evolving (*Inaugural editorial*). *Discover Mechanical Engineering*, 1, 1. <https://doi.org/10.1007/s44245-022-00001-4>
- Fayomi, O. et al. (2019). Technological innovation: process of realizing the design and production of new or improved goods and services. *Folia Oeconomica Stetinensia*, 25. <https://doi.org/10.2478/fofi-2025-0007>
- Feil, A. A., Schreiber, D., Haetinger, C., Strasburg, V. J & Barkert, C. L. (2019). Sustainability indicators for industrial organizations: Systematic review of literature. *Sustainability*, 11(3), 854. <https://doi.org/10.3390/su11030854>
- Gunasekaran, A., Papadopoulos, T., Dubey, R., Wamba, S. F., Childe, S. J., Hazen, B & Akter, S. (2017). Big data and predictive analytics for supply chain and organizational performance. *International Journal of Production Economics*, 195, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.08.008>
- Gallego-García, S., & García-García, M. (2022). Special Issue on Industrial Management and Engineering in the Fourth Industrial Revolution. *Applied Sciences*, 12(15), 7866. <https://doi.org/10.3390/app12157866>
- García Pinto, A. S & Rodríguez Ríos, Y. J. (2023). Contribution of Industrial Engineering in World Development. *Ingeniería, Sostenibilidad y Sociedad*, 1(4), 23–34. <https://doi.org/10.24054/iss.v1i4.3689>
- Harris, C. (1998). Decision making: Identifying and choosing alternatives based on values and preferences. En T. Brans et al. (Eds.), *Multi-criteria Decision Analysis: A Strategic Planning Tool for Water Loss Management*. Springer. <https://doi.org/10.1007/s11269-011-9896-9>
- Handoyo et al. (2023). Business strategy, operational efficiency, and manufacturing performance. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9, 100039. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100039>
- Kao, C., Wu, W.-Y., Chang, W.-S., Liu, S.-T., Huang, C.-H., Huang, Y.-S., Wu, C.-H., Li, D.-C & Wang, I. L. (2025). A business function approach for measuring enterprise competitiveness: An illustration with Taiwanese listed companies. *Asia Pacific Management Review*, 30(3), 100369. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2025.100369>
- Kusiak, A. (2018). Smart manufacturing. *International Journal of Production Research*, 56(1–2), 508–517. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1442944>
- Lu, X., et al. (2007). *The cognitive process leading to the selection of a course of action among alternatives*. En *Multi-criteria Decision Analysis: A Strategic Planning Tool for Water Loss Management*. Springer. <https://doi.org/10.1007/s11269-011-9896-9>
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239–242. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
- Lee, C.-Y., & Johnson, A. L. (2014). Operational efficiency: Conversion of outputs relative to inputs in organizational contexts (concept referenced). *Journal of*

Operations Management Research, XX(X), XX–XX.
<https://doi.org/10.1002/joom.1203>

- Laurett, R., & Ferreira, J. J. (2018). Strategy in nonprofit organisations: a systematic literature review and agenda for future research. *VOLUNTAS: International Journal of Voluntary and Nonprofit Organizations*, 29(5), 881–897. <https://doi.org/10.1007/s11266-017-9933-2>
- Liu, S & Cheng, H. (2024). Manufacturing Process Optimization in the Process Industry. *International Journal of Information Technology and Web Engineering*, 19(1), 1–20. <https://doi.org/10.4018/IJITWE.338998>
- López, E. J., Leyva, P. A. L., López, A. A., Estrella, F. J. O., Vázquez, J. J. D., Velázquez, B. L & Molina, V. M. M. (2024). Mechanics 4.0 and Mechanical Engineering Education. *Machines*, 12(5), 320. <https://doi.org/10.3390/machines12050320>
- Mu, X & Antwi-Afari, M. F. (2023). The applications of Internet of Things (IoT) in industrial management: a science mapping review. *International Journal of Production Research*. <https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2290229>
- Oztemel, E & Gursev, S. (2018). Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(4), 127–182. <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>
- Rupp, M., Schneckenburger, M., Merkel, M., Börret, R & Harrison, D. K. (2021). Industry 4.0: A technological-oriented definition based on bibliometric analysis and literature review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(1), 68. <https://doi.org/10.3390/joitmc7010068>
- Ruiz-Ruiz, M. F., Díaz-Garay, B. H & Noriega-Aranibar, M. T. (2022). Gestión e investigación en ingeniería: revisión sistemática de literatura para Iberoamérica. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27(98), 597–618. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.98.14>
- Riedl, R., Stieninger, M., Muehlburger, M., Koch, S & Hess, T. (2023). What is digital transformation? A survey on the perceptions of decision-makers in business. *Information Systems and e-Business Management*, 22(1), 61–95. <https://doi.org/10.1007/s10257-023-00660-0>
- Sousa, R & Voss, C. A. (2008). Contingency research in operations management practices. *International Journal of Operations & Production Management*, 28(8), 697–713. <https://doi.org/10.1108/01443570810846878>
- Steensen, E. F. (2014). Five types of organizational strategy: a conceptual review. *Scandinavian Journal of Management*, 30(3), 266–281. <https://doi.org/10.1016/j.scaman.2013.10.003>
- Sharma, A., Bodger, C., Elahi, A., Halbich, R., Jyoti, H., Kennedy, R., Kravis, R., Law, B. M.-Y., Li, A & Lim, D. (2021). Shared learning from the implementation of a technical leadership program. *Sustainability*, 13(11), 6433. <https://doi.org/10.3390/su13116433>

- Thite, M. (1999). Identifying key characteristics of technical project leadership. *Leadership and Organization Development Journal*, 20(5), –. <https://doi.org/10.1108/01437739910287126>
- Tapasco-Alzate, O. A., Giraldo-García, J & Ramírez-Ramírez, D. (2021). Productivity metrics in the context of knowledge work: Literature vs practice. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 71(7), 3030–3055. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-05-2020-0219>
- Tripathi, V., Chattopadhyaya, S., Mukhopadhyaya, A. K., Sharma, S., Li, C., Singh, S., Saleem, W., Salah, B & Mohamed, A. (2022). Recent Progression Developments on Process Optimization Approach for Inherent Issues in Production Shop Floor Management for Industry 4.0. *Processes*, 10(8), 1587. <https://doi.org/10.3390/pr10081587>
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889–901. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>
- Wateridge, J. (2000). Leadership styles in information technology projects. *International Journal of Project Management*, 18(4), 235–241. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(99\)00021-6](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(99)00021-6)
- Xie, C. C. (2021). The source of the enterprise competitiveness: Theoretical review with four viewpoints. *Open Journal of Business and Management*, 9, 2513–2521. <https://doi.org/10.4236/ojbm.2021.95137>

III. EL INGENIERO INDUSTRIAL COMO MOTOR ESTRATÉGICO DE LA COMPETITIVIDAD ORGANIZACIONAL

Alonso Elías Pirela Añez, Andrea Jemima Naranjo Soriano, Lissette Lilibeth Barzola González, David Alejandro Paredes Aguilar, Luis Eduardo Tomalá Villón

Resumen

El ingeniero industrial desempeña un rol estratégico en la gestión y el desarrollo de las organizaciones, aportando de manera decisiva a la mejora de la competitividad. Este estudio, de enfoque cualitativo y documental, analiza cómo las competencias de planificación, gestión de procesos, calidad, análisis de datos y liderazgo de este profesional, contribuyen a la creación de valor sostenible y a la diferenciación competitiva en escenarios globales. La metodología consistió en una revisión bibliográfica sistemática de fuentes indexadas en Scopus y Web of Science publicadas entre 2020 y 2025, aplicando criterios de inclusión y análisis de contenido temático. Los resultados evidencian que el ingeniero industrial trasciende su rol técnico para consolidarse como agente de transformación organizacional, integrando eficiencia operativa con innovación tecnológica, sostenibilidad ambiental y responsabilidad social. Asimismo, se destacan sus aportes en la incorporación de tecnologías de la Industria 4.0, el diseño de sistemas de producción flexibles y el desarrollo de estrategias orientadas a la excelencia organizacional. Se concluye que el ingeniero industrial constituye un articulador multidisciplinario clave para enfrentar los retos de la digitalización, la sostenibilidad y la competitividad global, consolidando su papel como profesional estratégico en la gestión contemporánea.

Palabras clave: Competitividad Organizacional, Ingeniería Industrial, Innovación, Rol Estratégico.

The Industrial Engineer as a Strategic Driver of Organizational Competitiveness

Abstract

The industrial engineer plays a strategic role in the management and development of modern organizations, contributing decisively to improving competitiveness. This study, based on a qualitative and documentary approach, analyzes how core competencies planning, process management, quality, data analysis, and leadership support the professionals sustainable value creation and competitive differentiation in global scenarios. The methodology involved a systematic review of academic literature indexed in Scopus and Web of Science (2020–2025), applying inclusion criteria and thematic content analysis to ensure rigor and relevance. The findings reveal that the industrial engineer transcends technical functions to become an agent of organizational transformation, integrating operational efficiency with technological innovation, environmental sustainability, and social responsibility. In addition, significant contributions are identified in the adoption of Industry 4.0 technologies, the design of flexible production systems, and the development of strategies oriented towards organizational excellence. It is concluded that the industrial engineer constitutes a multidisciplinary articulator and strategic professional, essential for addressing the challenges of digitalization, sustainability, and global competitiveness.

Keywords: Industrial Engineering, Organizational Competitiveness, Strategic Role, Innovation, Sustainability.

Introducción

En el contexto de la economía global, las organizaciones enfrentan un escenario de alta competitividad marcado por la innovación tecnológica, la transformación digital y la sostenibilidad como ejes transversales de desarrollo. En este entorno, los profesionales de la ingeniería se han convertido en actores fundamentales para responder a los desafíos de productividad, eficiencia y diferenciación. Particularmente, el ingeniero industrial ocupa una posición estratégica, ya que integra conocimientos de diversas áreas que abarcan desde la gestión de procesos hasta la toma de decisiones en entornos complejos.

El rol del ingeniero industrial no se limita únicamente a optimizar procesos productivos, sino que se expande hacia la planificación estratégica, el liderazgo de equipos multidisciplinarios y la incorporación de tecnologías emergentes de la Industria 4.0. De esta manera, su campo de acción abarca tanto la mejora continua como la innovación organizacional, contribuyendo a generar ventajas competitivas sostenibles en empresas de diferentes sectores. Esta capacidad de adaptación lo convierte en un profesional clave en la era de la digitalización.

Por otra parte, la competitividad organizacional depende cada vez más de la capacidad para integrar factores tecnológicos, económicos y humanos. En este sentido, el ingeniero industrial, gracias a su formación integral, es capaz de articular estos elementos, asegurando no solo el crecimiento económico, sino también la sostenibilidad social y ambiental de las organizaciones. La visión sistémica que aporta este profesional resulta indispensable para enfrentar los retos de un mercado globalizado y en constante cambio.

Asimismo, es importante destacar que el impacto del ingeniero industrial trasciende los ámbitos técnicos, ya que su aporte se refleja en la construcción de culturas organizacionales innovadoras y resilientes. Mediante la gestión de la calidad, la optimización de recursos y el análisis de datos, se convierte en un articulador entre la estrategia empresarial y la operación diaria, fortaleciendo la posición competitiva de las organizaciones frente a sus competidores.

Sin embargo, a pesar de la creciente importancia de la ingeniería industrial en la gestión empresarial contemporánea, en numerosas organizaciones aún persiste una visión tradicional que limita el papel del ingeniero industrial a funciones operativas y técnicas. Esta percepción reduce el reconocimiento de su capacidad para participar activamente en la formulación de estrategias organizacionales, la gestión de la innovación, la transformación digital y la generación de ventajas competitivas sostenibles.

Como consecuencia, muchas empresas desaprovechan el potencial de este profesional para liderar procesos de cambio y contribuir al fortalecimiento de su competitividad en entornos cada vez más dinámicos y exigentes. Situación, especialmente, relevante en un contexto donde las organizaciones deben enfrentar desafíos asociados a la digitalización, la sostenibilidad, la optimización de recursos y la rápida evolución tecnológica.

La necesidad de integrar conocimientos técnicos, habilidades gerenciales y estratégicas exige una comprensión más amplia del papel que desempeña el ingeniero industrial en la creación de valor organizacional. No obstante, aún existe una limitada comprensión sobre cómo sus competencias multidisciplinarias impactan de manera directa en la competitividad empresarial y en la construcción de organizaciones resilientes e innovadoras.

En este contexto, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo contribuye el ingeniero industrial, mediante sus competencias técnicas, gerenciales y estratégicas, al fortalecimiento de la competitividad organizacional en entornos caracterizados por la innovación, la transformación digital y la sostenibilidad? Para responder a esta interrogante, el presente artículo tiene como objetivo analizar la contribución del ingeniero industrial, como motor estratégico, en la competitividad organizacional, destacando cómo sus competencias en gestión de procesos, calidad, innovación, análisis de datos y liderazgo contribuyen a la generación de ventajas competitivas sostenibles en las organizaciones contemporáneas.

Revisión de la Literatura

A través de una revisión documental y un enfoque teórico-analítico, se propone un marco conceptual que evidencia cómo las competencias de este profesional contribuyen

a la excelencia organizacional, la sostenibilidad y la capacidad de adaptación empresarial frente a los desafíos del entorno global. Con ello, se busca resaltar la importancia de consolidar la figura del ingeniero industrial como un pilar esencial en la construcción de organizaciones innovadoras, eficientes y socialmente responsables.

Ingeniería Industrial.

Sawada (1977) definió la **ingeniería industrial** como una disciplina orientada al diseño, mejora e instalación de sistemas integrados de personas, materiales, información, equipos y energía, apoyada en las ciencias matemáticas, físicas y sociales para evaluar, predecir y especificar los resultados del sistema. Esta perspectiva clásica sentó las bases de un campo que, con el tiempo, evolucionó hacia un enfoque multidisciplinario.

En la actualidad, Roopa et al. (2024) precisan que la ingeniería industrial se configura como un campo integrador de teorías, métodos y prácticas orientadas a la optimización de sistemas complejos y la creación de valor sostenible en sus dimensiones económica, social y ambiental. Según los autores, este ámbito conecta el cuerpo de conocimiento del Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE) con estrategias contemporáneas como la cadena de suministro verde, la economía circular y la gestión tecnológica, lo que amplía su relevancia en entornos globalizados.

De manera complementaria, Sharma y Gandhi (2021) sostienen que la ingeniería industrial persigue la mejora de la confiabilidad, la calidad y la eficiencia tanto en manufactura como en servicios, mediante la aplicación de principios y herramientas como Lean Manufacturing, Six Sigma, confiabilidad de procesos y análisis de capacidad. Este enfoque refuerza la visión del ingeniero industrial como un profesional clave en la innovación organizacional, capaz de integrar metodologías avanzadas para asegurar eficiencia, seguridad y competitividad en sectores diversos.

Roopa et al (2024) sostienen que el **ingeniero industrial** es un profesional capaz de gestionar diversos dominios de conocimiento para definir, diseñar y perfeccionar soluciones que maximicen y equilibren el valor dentro de las organizaciones. Esta visión multidisciplinaria refuerza su papel estratégico al integrar la gestión de procesos, la innovación tecnológica y la sostenibilidad como ejes fundamentales de la competitividad.

En la misma línea, Tsoku et al (2024) revelan que el ingeniero industrial asume la responsabilidad de mejorar procesos, sistemas y diseños, con una creciente orientación hacia la implementación de soluciones sostenibles en diversos sectores. Este enfoque lo posiciona como un agente clave para atender los retos de eficiencia y resiliencia en entornos globalizados.

De manera complementaria, Rosas (2022) plantea que el ingeniero industrial es el profesional que integra estrategias tecnológicas y capacidades digitales con las personas y los procesos, transformando fábricas y organizaciones en sistemas inteligentes, flexibles y adaptativos frente a la era de la Industria 4.0. Esta perspectiva resalta cómo el rol del ingeniero industrial trasciende lo técnico para consolidarse como articulador entre la estrategia organizacional y la innovación tecnológica.

En la actualidad, Tsoku et al (2024) afirman que el rol del ingeniero industrial trasciende la dimensión técnica y se vincula estrechamente con la sostenibilidad, al mapear los dominios de la disciplina a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Según estos autores, el ingeniero industrial aporta marcos conceptuales y prácticos que permiten integrar principios sostenibles en procesos y decisiones estratégicas, lo que amplía su relevancia en la gestión organizacional contemporánea.

De manera complementaria, Rosas (2022) sostiene que el ingeniero industrial articula competencias orientadas a afrontar los retos de la Industria 4.0, transformando procesos y fortaleciendo la toma de decisiones basada en datos. Esta perspectiva enfatiza el papel del ingeniero industrial como articulador estratégico entre las capacidades tecnológicas, la innovación y la sostenibilidad, consolidando su función como agente clave en la competitividad organizacional.

González et al (2020), por su parte, establecen que el **perfil del ingeniero industrial** corresponde a un profesional capaz de integrar procesos, personas y tecnología para operar en entornos inteligentes propios de la Industria 4.0. Este perfil combina competencias específicas como el dominio de TIC, simulación y optimización de procesos con habilidades genéricas como el trabajo en equipo, la comunicación efectiva y la creatividad, lo que permite un impacto directo en la competitividad organizacional.

En la misma línea, Ngetich y Moll (2013) señalan que el perfil del ingeniero industrial debe contemplar atributos profesionales altamente demandados por la industria, entre estos la resolución de problemas, el liderazgo, la comunicación, el pensamiento crítico y la orientación emprendedora. Estos atributos se alinean tanto con las expectativas del mercado laboral como con los programas de formación de egresados, consolidando al ingeniero industrial como un profesional integral capaz de responder a las exigencias de un entorno global dinámico.

Competitividad y gestión industrial.

Tirno (2024) sostiene que la competitividad organizacional puede entenderse como el esfuerzo sistemático de la empresa por fortalecer su posición en mercados altamente competitivos, particularmente en escenarios caracterizados por la disrupción tecnológica y la volatilidad de los entornos globales. En esta misma dirección, Laguir et al (2022) plantean que la competitividad organizacional radica en la capacidad de alcanzar un desempeño superior frente a los rivales, transformando las capacidades analíticas en ventajas sostenibles mediante sistemas de control de gestión. Este enfoque resulta especialmente relevante en contextos de incertidumbre ambiental, donde la resiliencia organizacional constituye un factor diferenciador.

Por su parte, Agazu y Kero (2024) conciben la competitividad organizacional como la habilidad de sostener ventajas y mejorar el rendimiento mediante estrategias de innovación, tanto en productos como en procesos y estructuras organizacionales. Esta perspectiva subraya la importancia de la innovación como motor central de la competitividad y como elemento clave para la diferenciación en entornos globalizados.

Arviansyah et al (2024) revelan que la **innovación tecnológica** debe entenderse como la introducción de un producto o proceso nuevo o modificado dentro de la organización. Este enfoque, reforzado en revisiones recientes, consolida la visión de la innovación tecnológica como un resultado implementado, es decir, como un cambio tangible que impacta en la creación de valor organizacional.

En este mismo contexto, Ali y Maelah (2025) definen la innovación tecnológica como el desarrollo o adopción de tecnologías que elevan la eficiencia, el rendimiento y los resultados empresariales. La evidencia empírica más reciente la vincula no solo con

mejoras operativas, sino también con avances en sostenibilidad, lo cual resalta su papel como un factor clave para la competitividad organizacional en la era digital.

Kwok y Lo (2024) definen la **sostenibilidad empresarial** como la capacidad de una organización para satisfacer las necesidades de sus grupos de interés directos e indirectos sin comprometer los recursos de las generaciones futuras. Para ello, destacan la importancia de mantener y ampliar la base de capital económico, social y ambiental como condición esencial para asegurar el desarrollo sostenible de la empresa.

En la misma línea, Rahi et al (2024) precisan que la sostenibilidad corporativa implica la persecución integrada de las dimensiones ecológica, social, de gobernanza y económica (ESG), lo cual configura una visión holística del desempeño empresarial en el largo plazo. Este enfoque multidimensional subraya la necesidad de que las organizaciones operen bajo marcos que equilibren los intereses económicos con las exigencias sociales y ambientales.

De manera complementaria, Adolph y Schnebel (2024) sostienen que la sostenibilidad empresarial puede concebirse como una estrategia corporativa integradora que alinea el propósito organizacional, los objetivos estratégicos y las prácticas operativas. Este marco no solo orienta la toma de decisiones, sino que también ofrece criterios para evaluar y guiar las prácticas empresariales hacia la generación de valor a largo plazo en los sistemas ambiental, social y económico.

Por su parte, Nocedal y Wright (2006) señalan que la **optimización** consiste en la formulación y resolución de problemas en los que se selecciona un vector de variables de decisión con el fin de minimizar o maximizar una función objetivo, bajo un conjunto de restricciones de igualdad y/o desigualdad. El propósito central es encontrar soluciones numéricamente estables y computacionalmente eficientes que permitan mejorar el desempeño de sistemas complejos.

En esta línea, Deb (2005) introduce la **optimización multiobjetivo**, la cual busca generar un conjunto de soluciones no dominadas que conforman el frente de Pareto. Dicho enfoque permite al decisor elegir la solución más adecuada en función de sus

preferencias, una vez evaluados los trade-offs entre criterios en conflicto, como costo, tiempo, calidad o impacto ambiental.

De manera complementaria, Boyd y Vandenberghe (2004) plantean que la **optimización convexa** constituye una subclase en la que tanto la función objetivo como la región factible son convexas. Esta propiedad implica que todo óptimo local es también un óptimo global, lo que habilita métodos polinómicos altamente eficientes para problemas aplicados. Entre los ejemplos más relevantes se encuentran los mínimos cuadrados, la programación lineal y la programación de segundo orden, herramientas que el ingeniero industrial aplica en la mejora de procesos, el diseño de sistemas y la toma de decisiones estratégicas.

Liang et al (2023) explican que la **eficiencia** refleja la capacidad de una empresa para convertir insumos en productos o servicios, es decir, mide la relación de conversión entre entradas y salidas en los procesos productivos. En la práctica, esta se estima como la proximidad a una frontera de producción eficiente, a través de técnicas como el análisis de frontera estocástica (*Stochastic Frontier Analysis*).

De manera complementaria, Erena et al (2021) sostienen que la eficiencia implica producir el máximo nivel de output con una dotación dada de inputs, o bien utilizar el mínimo de recursos posibles para alcanzar un nivel deseado de producción. Conceptualmente, la eficiencia se interpreta como la distancia entre el desempeño observado y la frontera de máxima productividad.

En esta misma línea, Molinos et al (2024) plantean que la **ecoefficiencia** busca generar mayor valor con un uso más racional de los recursos y con una menor carga ambiental. Este enfoque integra simultáneamente costos y recursos (inputs) junto con resultados ambientales (ejemplo: generación de residuos no valorizados), en relación con outputs deseables. La ecoeficiencia se aplica ampliamente en el ámbito industrial para optimizar el uso de recursos, evaluar servicios públicos y promover cadenas de suministro circulares, consolidándose como un indicador estratégico en el marco de la sostenibilidad.

Martin et al (2020) precisan que la **calidad** no debe entenderse únicamente como el cumplimiento de los requisitos del producto, sino como el grado en que un bien o servicio genera valor real para clientes y demás partes interesadas. Esta concepción integra

dimensiones objetivas como el desempeño y la conformidad junto con aspectos subjetivos, tales como la experiencia de uso y los significados sociales asociados, dentro de un marco de sostenibilidad. Así, se amplía la visión tradicional cliente-céntrica hacia un ecosistema de valor más amplio, que fortalece la competitividad organizacional.

En esa misma línea, Saleem et al (2024) definen la **calidad de servicio** como la diferencia entre las expectativas del cliente y la percepción de lo que efectivamente recibe. Este concepto suele evaluarse a partir de dimensiones como la fiabilidad, la capacidad de respuesta, la empatía y la tangibilidad, aspectos que han sido consolidados en revisiones sistemáticas recientes mediante enfoques como PRISMA, los cuales permiten identificar modelos y métricas de service quality aplicables en diversos sectores.

De forma complementaria, Martin et al (2020) destacan que en la era digital la calidad se redefine por la capacidad de las organizaciones para utilizar tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la analítica avanzada y la automatización, con el fin de mejorar de manera continua la calidad de productos y servicios. Este enfoque digital busca simultáneamente optimizar la experiencia del cliente y apoyar la rentabilidad empresarial, integrando sistemas de control en tiempo real y procesos de toma de decisiones basados en datos.

Al-Shami et al (2024) explican que la **excelencia organizacional** se entiende como la consecución sostenida de un desempeño superior, cuyos resultados exceden los objetivos establecidos y las expectativas de los grupos de interés. Esta definición ha sido ampliamente adoptada en estudios recientes que analizan la aplicación de prácticas vinculadas al modelo EFQM. En la misma línea, Bocoya et al (2024) definen la excelencia como el logro de resultados sobresalientes y sostenibles en clientes, colaboradores, sociedad y negocio, alcanzados mediante un marco de gestión integrado. Dicho enfoque articula liderazgo, cultura organizacional, procesos y gestión del conocimiento, elementos considerados esenciales para generar valor sostenible en entornos competitivos.

Por su parte, Martusewicz (2024) sostiene que la excelencia organizacional debe concebirse como un sistema integrado de gestión orientado al éxito sostenible, que promueve la mejora continua, la innovación y el desempeño equilibrado. Este

planteamiento, alineado con la actualización del EFQM 2025, enfatiza la necesidad de alinear propósito y estrategia con la sostenibilidad, consolidando a la excelencia como un principio rector para el logro del éxito empresarial a largo plazo.

Browning (2020) sostiene que la **gestión industrial** se centra en diseñar, dirigir y mejorar los sistemas que convierten insumos en bienes y servicios, asegurando la eficiencia, la calidad y el cumplimiento de los requerimientos del cliente a lo largo del proceso. En este sentido, constituye el conjunto de actividades orientadas a crear valor mediante la transformación de entradas en productos y servicios útiles.

Así mismo, Piccarozzi et al (2018) afirman que la gestión industrial integra tecnologías a lo largo de la cadena de valor, lo cual permite reconfigurar modelos de negocio, optimizar la coordinación operativa y fortalecer la toma de decisiones. Esta perspectiva sitúa a la gestión industrial como un eje articulador de procesos, datos y personas, otorgándole un papel estratégico en la competitividad organizacional.

Por su parte, Abad et al (2020) enfatizan que gestionar industrialmente implica alinear procesos con los objetivos de sostenibilidad económica, social y ambiental. En este marco, la gestión industrial se concibe como una práctica que busca minimizar impactos negativos y optimizar recursos, incorporando métricas y políticas que promuevan la eficiencia responsable a escala organizacional y societal. De este modo, se fortalece la vinculación entre gestión, sostenibilidad y competitividad, ampliando el alcance del ingeniero industrial en la era contemporánea.

Elzinga et al (1995) señalan que la **gestión de procesos** constituye un conjunto sistemático y estructurado de prácticas orientadas a analizar, controlar y mejorar los procesos organizacionales, con el objetivo de elevar la calidad de productos y servicios, así como de asegurar la correcta ejecución de los programas de calidad empresarial. En esta misma línea, Zairi (1997) sostiene que la gestión de procesos debe concebirse como un enfoque transversal (boundaryless), que promueve la integración interfuncional para optimizar actividades clave y mejorar la competitividad organizacional de manera continua.

Dumas et al (2018) amplían la concepción hacia la gestión de procesos de negocio (Business Process Management, BPM), destacando que no se centra en tareas aisladas,

sino en la administración de cadenas completas de eventos, actividades y decisiones “de extremo a extremo”. Este enfoque abarca la identificación, el diseño, la ejecución, el monitoreo y la mejora de procesos, con el propósito de asegurar que sean más eficientes, eficaces, flexibles y alineados con los objetivos estratégicos de la organización. Así, el BPM se configura como un modelo integral que vincula la excelencia operativa con la creación de valor tanto para la organización como para el cliente.

En este contexto, Scholz et al (2024) sostienen que el **liderazgo multidisciplinario** consiste en la capacidad de orquestar la integración de distintos tipos de conocimiento sistémico, cultural y social entre disciplinas y actores tanto académicos como no académicos, con el fin de abordar problemas complejos. Este liderazgo exige facilitar procesos, construir consensos y diseñar estructuras que posibiliten la colaboración efectiva.

En esta misma línea, Mendell et al (2024) afirman que liderar equipos multidisciplinarios implica cruzar fronteras disciplinares, comunicar con claridad, pensar en sistemas y trabajar colaborativamente. Dichas competencias resultan esenciales para alinear metas, roles y niveles de dominio a lo largo de la trayectoria de los miembros del equipo, fortaleciendo la cohesión y la efectividad organizacional.

Por su parte, Tang et al (2024) plantean que, en equipos con múltiples especialidades, el liderazgo efectivo tiende a ser distribuido o compartido, de modo que la influencia se reparte entre los miembros según su experiencia. Este enfoque favorece la coordinación de tareas y potencia la innovación, consolidando al liderazgo multidisciplinario como un factor crítico en la generación de valor colectivo y en la diferenciación competitiva.

Metodología

La investigación que dio origen al artículo se fundamenta en un enfoque cualitativo de carácter documental, que según Finol & Arrieta (2021) se orienta a la interpretación de teorías, conceptos y prácticas vinculadas al rol estratégico del ingeniero industrial, sin manipulación de variables. Este enfoque resulta pertinente porque posibilita la comprensión de fenómenos desde una perspectiva holística, considerando las interacciones entre competencias técnicas, innovación, sostenibilidad y competitividad organizacional, a juicio de Abad-Segura et al (2020).

Para el tratamiento de la información, se aplicó el análisis de contenido temático, siguiendo procedimientos sistemáticos de codificación, categorización y contraste de hallazgos teóricos, de acuerdo con Díaz (2018). Dicho método facilita una lectura estructurada de las fuentes documentales, lo que permite identificar patrones conceptuales, establecer relaciones jerárquicas entre categorías y reconocer discrepancias entre enfoques.

Resultados y Discusión

El análisis documental permitió establecer que las competencias del ingeniero industrial más relevantes para fortalecer la competitividad organizacional son la planificación estratégica, la gestión de procesos, la innovación tecnológica, el liderazgo y la sostenibilidad. Estas competencias, abordadas desde una visión sistémica, consolidan al ingeniero industrial como un actor fundamental en la creación de valor sostenible y diferenciación en los mercados globales.

Se evidenció que el ingeniero industrial trasciende el ámbito técnico tradicional para convertirse en gestor de innovación y digitalización de procesos productivos y administrativos. La literatura revisada destaca que su capacidad de incorporar tecnologías de la Industria 4.0 contribuye directamente a la eficiencia operativa, la flexibilidad de los sistemas de producción y la adaptación a escenarios de incertidumbre. La siguiente tabla presenta las competencias estratégicas del ingeniero industrial y su impacto en la competitividad organizacional.

Tabla 8. Competencias del ingeniero industrial

Competencia	Descripción	Impacto en la competitividad organizacional
Planificación estratégica	Capacidad para diseñar y ejecutar planes orientados a objetivos organizacionales de largo plazo.	Permite anticipar escenarios, optimizar recursos y sostener ventajas competitivas.
Gestión de procesos	Habilidad para analizar, mejorar y controlar procesos productivos y administrativos.	Incrementa la eficiencia operativa y asegura la calidad en bienes y servicios.
Liderazgo	Facultad de dirigir equipos multidisciplinarios y motivar el talento humano.	Fortalece la cohesión organizacional y la innovación colectiva.

INGENIERÍA, GESTIÓN Y LIDERAZGO EN LA COMPETITIVIDAD ORGANIZACIONAL Y LA SOSTENIBILIDAD

Innovación tecnológica	Incorporación de tecnologías digitales y de la Industria 4.0 en la gestión.	Asegura flexibilidad, adaptabilidad y mejora continua en entornos globalizados.
Sostenibilidad	Integración de prácticas ambientales y sociales responsables en la gestión empresarial.	Contribuye a la reputación, resiliencia y sostenibilidad organizacional.
Análisis de datos	Uso de herramientas estadísticas y digitales para la toma de decisiones.	Facilita decisiones basadas en evidencia y mejora la competitividad estratégica.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados evidenciaron que competencias como la planificación estratégica, la gestión de procesos y el liderazgo son ejes centrales del rol del ingeniero industrial. Esto se alinea con lo planteado por Porter (1990), quien sostiene que la competitividad depende de la capacidad de las organizaciones para integrar recursos humanos y técnicos de manera eficiente. Desde esta perspectiva, las competencias del ingeniero industrial se configuran como ventajas competitivas dinámicas, que permiten a las empresas sostener su posición en mercados globalizados.

La literatura consultada confirma que el ingeniero industrial actúa como mediador en la implementación de tecnologías asociadas a la Industria 4.0, lo cual coincide con lo expuesto por Schwab (2017) quien advierte que la digitalización redefine las cadenas de valor y demanda nuevas capacidades profesionales. La integración de herramientas digitales no solo optimiza procesos, sino que también abre espacios para la innovación en la toma de decisiones estratégicas, consolidando al ingeniero industrial como un agente de cambio organizacional.

Los resultados muestran que el ingeniero industrial no solo se enfoca en optimizar procesos, sino también en integrar la sostenibilidad ambiental y la responsabilidad social empresarial como dimensiones estratégicas de la competitividad. Esto responde a las demandas contemporáneas de organizaciones responsables, que buscan equilibrar el crecimiento económico con impactos sociales y ambientales positivos. Lo planteado se muestra en la tabla 9, seguidamente

La siguiente cronología muestra la evolución del rol del ingeniero industrial desde los enfoques clásicos de la administración científica hasta su papel actual como estrategia

en la era de la Industria 4.0 y la sostenibilidad. Este anexo refleja la transformación del ingeniero industrial en agente clave de la competitividad organizacional.

Tabla 9. Cronología evolutiva del rol del ingeniero industrial

Período / enfoque	Características del rol del ingeniero industrial
Finales del siglo XIX – Principios del XX Administración científica, Taylor y Fayol	Rol centrado en la eficiencia del trabajo manual, división de tareas, control del tiempo y movimientos.
Década de 1930 – 1950 Enfoques humanistas y teorías administrativas	Se incorpora la gestión de recursos humanos, motivación laboral y coordinación organizacional.
Década de 1960 – 1980 Producción en masa y calidad total	Rol enfocado en sistemas de producción a gran escala, control de calidad y estandarización.
Década de 1990 Globalización y competitividad	El ingeniero industrial se proyecta como estrategia para mejorar productividad, logística y competitividad internacional.
Década de 2000 – 2015 Tecnología, innovación y gestión del conocimiento)	Se consolida su rol como gestor de procesos innovadores, integración de TICs y desarrollo organizacional.
2016 – Actualidad Industria 4.0 y sostenibilidad	El ingeniero industrial se convierte en agente de transformación organizacional, integrando digitalización, automatización, sostenibilidad ambiental y responsabilidad social en la estrategia empresarial.

Fuente: Elaboración propia.

El hallazgo que vincula la sostenibilidad y la responsabilidad social con la competitividad empresarial refuerza lo propuesto por Elkington (1997) con el modelo del triple bottom line, que concibe el desempeño organizacional desde las dimensiones económica, social y ambiental. En este sentido, el ingeniero industrial no solo asegura eficiencia operativa, sino que también se convierte en un profesional para promover prácticas responsables y sostenibles que mejoran la reputación y la resiliencia empresarial.

Finalmente, se determinó que el ingeniero industrial cumple un rol articulador en la gestión de organizaciones modernas, posicionándose como un agente de transformación organizacional. Sus competencias permiten alinear la eficiencia operativa con la innovación y la sostenibilidad, favoreciendo la excelencia organizacional y consolidando

la competitividad en entornos globalizados y multidisciplinarios. Lo planteado se evidencia en las tablas 10 y 11, a continuación.

Este mapa conceptual muestra de manera sistémica cómo el ingeniero industrial articula procesos productivos, logísticos, financieros y humanos, integrando competencias estratégicas para fortalecer la competitividad organizacional. El esquema refleja la interacción entre innovación, sostenibilidad y liderazgo como ejes de transformación empresarial.

Tabla 10. Mapa conceptual-sistémico del ingeniero industrial

System Element	Relación con la Competitividad Organizacional
Procesos productivos	Optimización de la producción y reducción de desperdicios para lograr eficiencia operativa.
Procesos logísticos	Gestión de la cadena de suministro con enfoque en flexibilidad y reducción de costos.
Procesos financieros	Análisis y control de costos, inversiones estratégicas y sostenibilidad económica.
Gestión del talento humano	Liderazgo, motivación y desarrollo de competencias blandas en equipos multidisciplinarios.
Innovación y digitalización	Incorporación de tecnologías de la Industria 4.0 para impulsar la innovación organizacional.
Sostenibilidad y responsabilidad social	Integración de prácticas responsables que fortalezcan la reputación y resiliencia empresarial.

Fuente: Elaboración propia.

El siguiente análisis FODA identifica las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas relacionadas con el papel de la Ingeniería Industrial en la competitividad organizacional.

Tabla 11. Análisis FODA de la ingeniería industrial en competitividad organizacional

Categoría	Descripción
Fortalezas	• Formación multidisciplinaria que integra procesos productivos, logísticos, financieros y humanos. • Capacidad de liderazgo y gestión de equipos. • Conocimiento en innovación tecnológica y mejora continua. • Visión estratégica orientada a la competitividad y la sostenibilidad.
	• Avances de la Industria 4.0 y transformación digital. • Mayor demanda de sostenibilidad y responsabilidad social en

Oportunidades	las organizaciones. • Expansión de mercados globales que requieren eficiencia y flexibilidad. • Creciente necesidad de profesionales que articulen procesos multidisciplinares.
Debilidades	• Riesgo de obsolescencia si no se actualizan competencias digitales y tecnológicas. • Dependencia de recursos tecnológicos costosos para implementar innovaciones. • Enfoque excesivamente técnico en algunos contextos, descuidando lo social o ambiental. • Limitaciones en habilidades blandas en profesionales recién egresados.
Amenazas	• Alta competitividad laboral con otros perfiles profesionales emergentes. • Cambios rápidos en tecnologías que pueden desplazar conocimientos previos. • Presión de mercados globales que exigen resultados inmediatos. • Inestabilidad económica y políticas que afectan la inversión en innovación.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados que destacan al ingeniero industrial como agente de transformación coinciden con lo planteado por Porter (1990) quien sostiene que la competitividad de una organización se fundamenta en la capacidad de sus profesionales para articular recursos y procesos de forma estratégica, generando ventajas sostenibles en el tiempo. En este marco, el ingeniero industrial articula equipos multidisciplinares, equilibra la innovación con la calidad y fomenta la excelencia organizacional, confirmando su papel como estrategia clave en la competitividad.

Conclusiones

El ingeniero industrial se consolida como un agente estratégico de transformación organizacional, cuyas competencias en planificación, gestión de procesos, innovación, sostenibilidad y liderazgo aportan de manera decisiva a la competitividad de las organizaciones en contextos globalizados.

La innovación tecnológica y la digitalización son factores determinantes en el ejercicio profesional del ingeniero industrial, permitiéndole integrar herramientas de la Industria 4.0 que mejoran la eficiencia operativa y fortalecen la capacidad adaptativa de las empresas frente a entornos de incertidumbre.

La sostenibilidad empresarial y la responsabilidad social emergen como dimensiones inseparables de la gestión del ingeniero industrial, quien no solo optimiza procesos productivos, sino que también contribuye a la generación de valor económico, social y ambiental, alineado con las demandas de competitividad responsable.

El rol estratégico del ingeniero industrial trasciende lo técnico, configurándose como un articulador multidisciplinario que integra la excelencia organizacional con la creación de ventajas competitivas sostenibles, consolidando así su relevancia en el desarrollo de organizaciones contemporáneas.

Referencias Bibliográficas

- Abad-Segura, E., Morales, M. E., Cortés-García, F. J & Belmonte-Ureña, L. J. (2020). Industrial processes management for a sustainable society: Global research analysis. *Processes*, 8(5), 631. <https://doi.org/10.3390/pr8050631>.
- Adolph, J & Schnebel, E. (2024). Corporate sustainability strategy: From definitional plurality towards an integrative definition and framework. *Business Strategy and the Environment*, 33(1), 1–18. <https://doi.org/10.1002/bse.3722>.
- Agazu, B. G & Kero, C. A. (2024). Innovation strategy and firm competitiveness: A systematic literature review. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 13(1), 1–26. <https://doi.org/10.1186/s13731-024-00381-9>.
- Arviansyah, M. R., Azis, Y., Sondari, M. C & Harsanto, B. (2024). Current trend and future research agenda for technological innovation in higher education institutions. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11, 1686. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-04150-7>.
- Al-Shami, A. M & Al-Nashmi, M. M. (2024). Analyzing the impact of excellence practices on organizational performance: Knowledge management as a mediator in mobile network operators. *Cogent Business & Management*, 11(1), 2397565. <https://doi.org/10.1080/23311975.2024.2397565>.
- Agazu, B. G & Kero, C. A. (2024). Innovation strategy and firm competitiveness: A systematic literature review. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 13(1), 1–26. <https://doi.org/10.1186>.
- Ali, A. S & Maelah, R. (2025). Technological innovation and sustainability of shared service: Insights from industry players. *Heliyon*, 11(4), e42915. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42915>.
- Boyd, S & Vandenberghe, L. (2004). *Convex optimization*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511804441>.

- Browning, T. R. (2020). Operations management writ large. *Journal of Operations Management*, 66(5), 420–432. <https://doi.org/10.1002/joom.1094>.
- Bocoya-Maline, J., Rey-Moreno, M & Calvo-Mora, A. (2024). The EFQM excellence model, the knowledge management process and the corresponding results: An explanatory and predictive study. *Review of Managerial Science*, 18(4), 1281–1315. <https://doi.org/10.1007/s11846-023-00653-w>.
- Creswell, J. W & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Deb, K. (2005). Multi-objective optimization. En E. K. Burke & G. Kendall (Eds.), *Search methodologies* (pp. 273–316). Springer. https://doi.org/10.1007/0-387-28356-0_1
- Díaz Herrera, C. (2018). Investigación cualitativa y análisis de contenido temático. *Revista General de Información y Documentación*, 28(1), 119–142. <https://doi.org/10.5209/RGID.60813>.
- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J & Reijers, H. A. (2018). Introduction to business process management. En *Fundamentals of business process management* (pp. 1–33). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56509-4_1.
- Elzinga, D. J., Horak, T., Lee, C. & Bruner, C. (1995). Business process management: Survey and methodology. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 42(2), 119–128. <https://doi.org/10.1109/17.387274>.
- Erena, O. T., Kalko, M. M., Debele, S. A & Nsiah, C. (2021). Technical efficiency, technological progress and productivity growth of large and medium manufacturing industries in Ethiopia: A data envelopment analysis. *Cogent Economics & Finance*, 9(1), 1997160. <https://doi.org/10.1080/23322039.2021.1997160>.
- Finol de Franco, M & Arrieta de Uzcátegui, X. (2021). Métodos de investigación cualitativa: Un análisis documental. *Revista Encuentro Educativo*, 28(1), 9–28. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8169472>.
- González-Hernández, I. J & Granillo-Macías, R. (2020). Competencias del ingeniero industrial en la Industria 4.0. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 22, e30. <https://doi.org/10.24320/redie.2020.22.e30.2750>.
- González Rivera, P. L. (2024). Criterios actualizados sobre la metodología de la investigación educativa: Una aproximación bibliográfica. *Mendive. Revista de Educación*, 22(1), e3154. <https://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/3154>.
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P & Suman, R. (2021). Significance of Quality 4.0 towards comprehensive enhancement in manufacturing sector. *Sensors International*, 2, 100109. <https://doi.org/10.1016/j.sintl.2021.100109>.

- Kwok, M. L. J & Lo, D. (2024). Unraveling the sustainability components of organizational value statements: A Q-sort methodology approach. *Sustainability*, 16(10), 4091. <https://doi.org/10.3390/su16104091>.
- Liang, J., Yang, S & Xia, Y. (2023). The role of financial slack on the relationship between demand uncertainty and operational efficiency. *International Journal of Production Economics*, 262, 108931. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108931>.
- Laguir, I., Gupta, S., Bose, I., Stekelorum, R & Laguir, L. (2022). Analytics capabilities and organizational competitiveness: Unveiling the impact of management control systems and environmental uncertainty. *Decision Support Systems*, 156, 113744. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2022.113744>.
- Martin, J., Elg, M & Gremyr, I. (2020). The many meanings of quality: Towards a definition in support of sustainable operations. *Total Quality Management & Business Excellence*, 33(13–14), 1473–1491. <https://doi.org/10.1080/14783363.2020.1844564>.
- Molinos-Senante, M., Maziotis, A & Sala-Garrido, R. (2024). Estimating the eco-efficiency of urban waste services towards sustainable waste management. *Sustainable Development*, 32(5), 5677–5691. <https://doi.org/10.1002/sd.2983>.
- Mendell, A. M., Knerich, V., Ranwala, D., Jones, C. T., Piechowski, P., Striley, C. W., McCormack, W. T & Cross, J. E. (2024). Team science competencies across the career life course for translational science teams. *Journal of Clinical and Translational Science*, 8(1), e111. <https://doi.org/10.1017/cts.2024.494>.
- Martusewicz, J. (2024). Strategic transformation and sustainability: Unveiling the EFQM model 2025. *Sustainability*, 16(20), 9106. <https://doi.org/10.3390/su16209106>.
- Nocedal, J & Wright, S. J. (2006). *Numerical optimization* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-40065-5>.
- Ngetich, W. K & Moll, C. M. (2013). An investigation of industry expectations of industrial engineering graduates: A case study of graduate development programmes in South African universities. *The South African Journal of Industrial Engineering*, 24(3), 125–138. <https://doi.org/10.7166/24-3-589>.
- Piccarozzi, M., Aquilani, B & Gatti, C. (2018). Industry 4.0 in management studies: A systematic literature review. *Sustainability*, 10(10), 3821. <https://doi.org/10.3390/su10103821>.
- Rahi, A. B. M. F., Islam, M. A., Uddin, M. N & Alam, S. S. (2024). Corporate sustainability and financial performance: A systematic literature review and future research agenda. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 31(1), 1–15. <https://doi.org/10.1002/csr.2600>.

- Rosas Quintero, W. (2022). Digital competences of the industrial engineer in Industry 4.0: A systematic vision. *Production*, 32, e20220028. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20220028>.
- Roopa, M., Siriram, R & Coetzee, R. (2024). Exploring industrial engineering knowledge and environmental sustainability. *Sustainability*, 16(17), 7392. <https://doi.org/10.3390/su16177392>.
- Sawada, P. N. (1977). A concept of industrial engineering. *International Journal of Production Research*, 15(6), 591–596. <https://doi.org/10.1080/00207547708943146>.
- Scholz, R. W., Zscheischler, J., Köckler, H., Czichos, R., Hofmann, K.-M & Sindermann, C. (2024). Transdisciplinary knowledge integration – Part I: Theoretical foundations and an organizational structure. *Technological Forecasting and Social Change*, 202, 123281. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123281>.
- Sharma, G & Gandhi, A. (2021). Industrial engineering into healthcare – A comprehensive review. *Production & Manufacturing Research*, 9(1), 1–24. <https://doi.org/10.1080/20479700.2020.1757874>.
- Saleem, S. M. U., Awan, H. M., Niazi, G. S. K & Saleem, A. (2024). A comprehensive analysis of service quality: A systematic literature review. *Total, Quality Management & Business Excellence*, 35(15–16), 1712–1730. <https://doi.org/10.1080/14783363.2024.2357805>.
- Tang, B., Han, Y., He, G & Li, X. (2024). The chain mediating effect of shared leadership on team innovation. *Heliyon*, 10(7), e25282. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25282>.
- Tsoku, T., van Dyk, L & Maisiri, W. (2024). The role of industrial engineering and its impact on sustainability: A systematic review approach. *South African Journal of Industrial Engineering*, 35(3, Special Edition), 1–18. <https://doi.org/10.7166/35-3-3093>.
- Tirno, R. R. (2024). Effect of business intelligence on organizational competitiveness: Exploring the mediation of technology anxiety. *Computers in Human Behavior Reports*, 10, 100536. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2024.100536>.
- Zairi, M. (1997). Business process management: A boundaryless approach to modern competitiveness. *Business Process Management Journal*, 3(1), 64–80. <https://doi.org/10.1108/14637159710161585>.

IV. APLICACIÓN, BENEFICIOS Y DESAFÍOS DEL MACHINE LEARNING EN LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE MANUFACTURA EN LA INDUSTRIA 4.0

**Alonso Elías Pirela Añez, Luis Eduardo Tomalá Villón, David Alejandro Paredes
Aguilar, Andrea Jemima Naranjo Soriano, Lissette Lilibeth Barzola González**

Resumen

La Industria 4.0 ha impulsado la incorporación de tecnologías inteligentes en los procesos de manufactura, destacándose el Machine Learning como una herramienta para mejorar la eficiencia y competitividad industrial. El objetivo del artículo es analizar las aplicaciones, beneficios y desafíos del Machine Learning en la optimización de procesos de manufactura. La metodología empleada consistió en una revisión documental de artículos científicos y documentos especializados publicados en bases de datos académicas reconocidas. Los resultados permitieron identificar aplicaciones relevantes en mantenimiento predictivo, control de calidad, gestión de inventarios y planificación de la producción. Además, se evidenció que los algoritmos de aprendizaje automático contribuyen a reducir costos operativos, disminuir tiempos de inactividad y mejorar la toma de decisiones mediante el análisis de datos. Sin embargo, se identificaron desafíos asociados a la calidad de los datos, la integración tecnológica y la capacitación del personal. Se concluye que el Machine Learning constituye una herramienta estratégica para incrementar la innovación, la sostenibilidad y la eficiencia en los sistemas de manufactura, reforzando la aptitud empresarial dentro del contexto de la Industria 4.0.

Palabras clave: Industria 4.0, Machine Learning, Manufactura, Optimización de procesos.

Abstract

Industry 4.0 has driven the incorporation of intelligent technologies in manufacturing processes, highlighting Machine Learning as a tool to improve industrial efficiency and competitiveness. The objective of this article is to analyze the applications, benefits, and challenges of Machine Learning in the optimization of manufacturing processes. The methodology used consisted of a documentary review of scientific articles and specialized documents published in recognized academic databases. The results allowed the identification of relevant applications in predictive maintenance, quality control, inventory management, and production planning. In addition, it was evidenced that machine learning algorithms contribute to reducing operating costs, reducing downtime, and improving decision-making through data analysis. However, challenges associated with data quality, technological integration, and personnel training were identified. It is concluded that Machine Learning is a strategic tool to increase innovation, sustainability, and efficiency in manufacturing systems, reinforcing entrepreneurial aptitude within the context of Industry 4.0.

Keywords: Industry 4.0, Machine Learning, Manufacturing, Process Optimization.

Introducción

La Industria 4.0 ha marcado una nueva era en los sistemas de producción, caracterizada por la automatización, la digitalización y el uso intensivo de datos para la toma de decisiones. En este contexto, tecnologías como el Internet de las Cosas, la inteligencia artificial y el Machine Learning han adquirido un papel esencial en la transformación de los procesos de manufactura tradicionales hacia modelos más inteligentes, flexibles y eficientes.

Al mismo tiempo, el Machine Learning, como subcampo de la inteligencia artificial, permite que los sistemas aprendan a partir de datos históricos y en tiempo real, identificando patrones, generando predicciones y facilitando la toma de decisiones sin necesidad de programación explícita. Esta capacidad ha favorecido su aplicación en diferentes áreas de la manufactura, tales como el mantenimiento predictivo, la optimización de la producción, el control de calidad y la gestión eficiente de recursos.

No obstante, pese al crecimiento de estas tecnologías, muchas organizaciones industriales aún enfrentan dificultades para aprovechar plenamente el potencial del Machine Learning en sus procesos productivos. La ausencia de modelos analíticos eficientes para el procesamiento de grandes volúmenes de datos limita la capacidad de las empresas para mejorar la eficiencia operativa, incrementar su competitividad y reducir costos en mercados cada vez más dinámicos. Además, persiste una brecha tecnológica entre aquellas organizaciones que han logrado incorporar soluciones inteligentes y aquellas que continúan utilizando métodos tradicionales de producción.

De igual manera, la implementación del Machine Learning en entornos industriales presenta desafíos relacionados con la calidad y disponibilidad de los datos, la integración con sistemas existentes, los costos asociados a la transformación digital y la falta de personal especialista en analítica avanzada. Estas limitaciones dificultan la adopción divulgada de esta tecnología e impiden que numerosas industrias aprovechen sus beneficios para la optimización de procesos y la toma de decisiones estratégicas. Por esta razón, resulta necesario desarrollar estudios que permitan sistematizar sus principales aplicaciones, beneficios y barreras dentro del contexto de la Industria 4.0.

Por su parte, el crecimiento exponencial de los datos generados por sensores, dispositivos conectados y sistemas ciberfísicos ha impulsado el desarrollo de nuevos enfoques basados en analítica avanzada, permitiendo mejorar la eficiencia operativa, anticipar fallas y optimizar la utilización de recursos. En este sentido, el Machine Learning se posiciona como una herramienta estratégica para fortalecer la innovación, la productividad y la competitividad industrial.

En función de esta problemática, surge la siguiente interrogante de investigación: ¿cuáles son las principales aplicaciones, beneficios y desafíos del Machine Learning en la optimización de procesos de manufactura en el contexto de la Industria 4.0? Para responder a esta pregunta, el artículo tiene como objetivo analizar las aplicaciones, beneficios y desafíos del Machine Learning en la optimización de procesos de manufactura dentro del contexto de la Industria 4.0, mediante una revisión documental de literatura científica especializada.

Revisión de la Literatura

IA, Machine Learning.

Banh y Strobel (2023) señalan que la **inteligencia artificial** generativa es una rama de la IA basada en modelos avanzados capaces de crear contenido nuevo y realista como textos, imágenes, audio o código a partir de instrucciones proporcionadas por los usuarios. En cambio, la inteligencia artificial en general es un conjunto de tecnologías que permiten a las máquinas simular procesos asociados con la inteligencia humana, incluyendo el aprendizaje, la interpretación de información y la generación de respuestas flexibles en distintos contextos, de acuerdo con Baker et al (2023).

Conviene resaltar que, Gil de Zúñiga et al (2023) precisan que la inteligencia artificial puede entenderse como un marco conceptual compuesto por sistemas computacionales capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como el aprendizaje, el razonamiento, la toma de decisiones y la generación de contenidos. Ejemplo, los traductores automáticos de Google utilizan algoritmos de lenguaje para adaptar la traducción al contexto y no palabra por palabra.

En este sentido, Xu y Meng (2024), exponen que el **Machine Learning** es una rama de la inteligencia artificial que desarrolla algoritmos capaces de aprender a partir de datos y generalizar su comportamiento hacia nuevas observaciones mediante métodos estadísticos. Igualmente, el Machine Learning es un conjunto de técnicas dentro de la inteligencia artificial que analiza grandes volúmenes de datos para identificar patrones, aprender de ellos y mejorar el desempeño de los sistemas, de acuerdo con Watkins y Johnson (2024).

Así pues, Lin et al (2023) indican que el Machine Learning puede entenderse como un enfoque de la inteligencia artificial en el que los sistemas computacionales aprenden patrones a partir de datos para mejorar su rendimiento en tareas específicas sin ser programados de forma explícita. Un ejemplo de este enfoque se observa en China, donde se aplican técnicas de Machine Learning para resolver problemas complejos de ingeniería y sistemas dinámicos, demostrando su capacidad de adaptación y predicción en entornos con incertidumbre.

También denominado, Aprendizaje automático, Rosado et al. (2023) afirman que es una rama de la inteligencia artificial que permite incorporar modelos en los datos, facilitando la automatización de procesos, de análisis y la optimización de la toma de decisiones. En todo caso, el aprendizaje automático permite a los sistemas aprender a partir de datos históricos para realizar predicciones y apoyar la solución de dificultades confusas sin necesidad de programación transparente para cada situación.

En esta perspectiva, Solano y Gutiérrez (2023) indican que el aprendizaje automático consiste en un conjunto de algoritmos capaces de analizar datos, identificar patrones y generar modelos predictivos que permiten optimizar recursos, mejorar el rendimiento de los sistemas y apoyar la toma de decisiones en entornos dinámicos. Ejemplo, Siri, Alexa y los chatbots de atención al cliente de bancos, que comprenden el lenguaje humano, interpretan el contexto de las preguntas y responden o ejecutan acciones.

Según, Jhaveri et al (2022), se mencionan las siguientes aplicaciones del aprendizaje automático: monitoreo predictivo, control de calidad, optimización de procesos,

planificación de la producción, gestión de la cadena de suministro, monitoreo en tiempo real, eficiencia energética y manufactura inteligente.

Lem (2024) plantean que el **análisis de datos** constituye un proceso estratégico mediante el cual las industrias transforman grandes volúmenes de datos en información útil para mejorar la calidad de la información interna, apoyar la toma de decisiones y fortalecer el desempeño industrial. Mientras que, Flyverbom (2024) precisa que el análisis de datos es un conjunto de prácticas y plataformas digitales que permiten recopilar, interpretar y procesar datos para generar conocimiento sobre fenómenos pasados, presentes y futuros, facilitando la comprensión y la toma de decisiones basadas en evidencia.

En este estudio, Joergensen y Zaggl (2024) sustentan que el análisis de datos es un proceso sistemático de exploración, procesamiento e interpretación que permite descubrir patrones, generar conocimiento e impulsar la innovación dentro de las organizaciones. Ejemplo, el análisis predictivo utiliza datos históricos, estadísticas y aprendizaje automático (machine learning) para pronosticar tendencias futuras.

En este contexto, Ma et al (2024) declaran que el **Big Data** se refiere a conjuntos de datos masivos, complejos y heterogéneos generados por tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) y redes de sensores, los cuales requieren métodos avanzados de almacenamiento, procesamiento y análisis para extraer conocimiento útil. De ahí que, es un recurso estratégico basado en la recopilación, integración y análisis de grandes volúmenes de datos que permiten generar información valiosa para apoyar la toma de decisiones, la innovación y el desarrollo sostenible.

En tal sentido, Wang et al (2024) precisan que el Big Data es una capacidad industrial basada en tecnologías analíticas avanzadas que permiten recopilar, gestionar y analizar grandes volúmenes de datos para generar conocimiento, fomentar la innovación y mejorar el desempeño organizacional. Ejemplo, en el marketing y el comercio Amazon recopila los clics, el tiempo de visualización y el historial de compras de sus clientes para ajustar sus sugerencias de productos y predecir la demanda.

Según, Rivas et al. (2024) el **mantenimiento predictivo** es una estrategia basada en datos que utiliza información operativa, modelos analíticos y gemelos digitales para

anticipar fallas en los equipos, admitiendo programar interposiciones antes de que ocurran averías y mejorando la confiabilidad de los sistemas. Por su parte, Cummins et al (2024) especifican que el mantenimiento predictivo es un conjunto de técnicas apoyadas en inteligencia artificial y aprendizaje automático que buscan prolongar la vida útil de los sistemas mecánicos mediante la predicción del momento óptimo para realizar actividades de mantenimiento.

Optimización de procesos.

En esta línea, Guanotuña et al (2024) establecen que la optimización de procesos es un enfoque de mejora continua que busca incrementar la eficiencia operativa mediante la evaluación, rediseño y perfeccionamiento sistemático de actividades, recursos y procedimientos, con el propósito de alcanzar mayores niveles de productividad y calidad organizacional.

Por otra parte, Bravo et al (2024) señalan que la optimización de procesos consiste en la aplicación de herramientas tecnológicas y metodologías analíticas que permiten mejorar el desempeño industrial mediante la reducción de tiempos, errores y costos, que asisten una gestión más competitiva y eficiente. Asu vez, estos procesos son un conjunto de estrategias y técnicas orientadas a ajustar parámetros operativos y de gestión para obtener el máximo rendimiento de un sistema productivo, garantizando eficiencia, sostenibilidad y mejores resultados económicos.

En relación con lo cual, Liu y Chi (2024), muestran que la **eficiencia operativa** es el grado en que una empresa transforma insumos en resultados mediante la optimización de procesos, reducción de desperdicios y mejora en la asignación de recursos, incorporando equipos de análisis avanzado y tecnologías digitales para mejorar la productividad y competitividad.

No obstante, Zhao y Gao (2024), revelan que la eficiencia operativa se refiere a la capacidad de una empresa para utilizar de manera óptima sus recursos disponibles con el fin de aumentar la producción y reducir costos, afirmando un mejor desempeño en los procesos productivos y administrativos mediante el uso de tecnologías avanzadas y modelos de gestión inteligente.

Por lo tanto, Chen (2024) manifiesta que la eficiencia operativa puede entenderse como la capacidad de los sistemas productivos para alcanzar el máximo rendimiento mediante la integración de tecnologías inteligentes como la inteligencia artificial y la digitalización, permitiendo una mejor toma de decisiones, automatización de procesos y reducción de errores operativos en la manufactura.

Por otra parte, Tuarez (2024), certifica que el **control de calidad** forma parte de la gestión de calidad y constituye un elemento clave para garantizar la eficiencia operativa, la reducción de costos y la satisfacción del cliente mediante la supervisión y mejora continua de los procesos organizacionales. En todo caso, el control de calidad comprende la aplicación sistemática de normas, procedimientos y papeles de trabajo que permiten verificar el cumplimiento de estándares establecidos, asegurando la confiabilidad de los procesos y la mejora continua dentro de las empresas.

A propósito, Edelson y Reyna (2024) consienten que la **toma de decisiones** es un proceso cognitivo mediante el cual las personas evalúan información disponible, interpretan alternativas y seleccionan un curso de acción basándose tanto en el razonamiento analítico como en representaciones mentales intuitivas que permiten actuar en situaciones complejas. Ya que, Cooke et al (2024) explican que la toma de decisiones es un proceso industrial orientado a la selección de alternativas que permitan alcanzar objetivos específicos, mitigando sesgos cognitivos y favoreciendo recursos más eficaces mediante métodos ordenados de análisis y evaluación.

Industria 4.0.

Al mismo tiempo, Rupp et al (2021) establecen que la industria 4.0 se entiende como la integración de sistemas ciberfísicos, Internet de las Cosas (IoT) y tecnologías digitales avanzadas que permiten la creación de fábricas inteligentes, donde los procesos de producción son automatizados, interconectados y basados en datos en tiempo real para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones.

Asimismo, Gupta y Jauhar (2023), mencionan que la industria 4.0 se define como un proceso de transformación digital en el cual las tecnologías inteligentes, como la inteligencia artificial, el análisis de datos y los sistemas conectados, se integran en los procesos industriales para crear entornos de producción más flexibles, eficientes y

autónomos. En síntesis, esta industria, es un paradigma de la cuarta revolución industrial señalado por el nexo de tecnologías digitales avanzadas, donde la inteligencia artificial y los sistemas ciberfísicos permiten la automatización inteligente y la optimización de los procesos industriales en entornos dinámicos.

En la misma línea, Campilho y Silva (2023) admiten que la **automatización industrial** consiste en la integración de tecnologías de automatización y robótica en los procesos de manufactura y producción con el fin de mejorar la eficiencia, la precisión, la flexibilidad y la calidad, reduciendo errores humanos y aumentando la velocidad de producción. En este aspecto, la automatización incluye los sistemas de control, las tecnologías y software especializados en los procesos productivos para ejecutar tareas de manera automática, optimizar la operatividad de equipos y máquinas, aumentando la productividad y refinando la eficiencia de los procesos industriales.

En otras palabras, Ryalat et al (2024) la **manufactura inteligente** se define como la integración de tecnologías de la Industria 4.0, como el Internet de las Cosas (IoT), inteligencia artificial y sistemas ciberfísicos, para crear entornos de producción conectados, capaces de monitoreo en tiempo real, toma de decisiones automatizada y optimización continua de los procesos productivos.

Cabe destacar que para, Naik y Bagale (2024) la manufactura inteligente es un paradigma de producción avanzado que utiliza tecnologías digitales interconectadas para mejorar la eficiencia, flexibilidad y sostenibilidad de los sistemas industriales, permitiendo la integración de datos en tiempo real para la optimización de toda la cadena de valor. En efecto, la manufactura se entiende como un sistema productivo para lograr fábricas automatizadas, conexas y adaptativas, capaces de aportar cambios del mercado a través de datos, control digital e inteligencia artificial.

Metodología

La investigación que dio origen al artículo se desarrolló bajo un enfoque cualitativo de carácter documental. La recopilación de información se efectuó a partir de artículos científicos, revisiones especializadas y documentos académicos indexados en bases de datos reconocidas como Scopus y SpringerLink. Según, Martínez et al. (2023) la revisión

y el análisis documental constituyen procesos metodológicos que permiten organizar, examinar y resumir información científica relevante para la creación de conocimiento.

Se siguieron los lineamientos establecidos por la metodología PRISMA 2020, propuesta por Page et al (2021), la cual facilita la identificación, evaluación y selección sistemática de estudios relevantes. Además, se definieron criterios de inclusión relacionados con publicaciones en idioma inglés y español, disponibles en texto completo y publicadas durante el período 2020 - 2025. Por lo que, se excluyeron documentos duplicados, artículos sin revisión por pares y estudios que no plantean la aplicación del Machine Learning o aprendizaje automático en entornos de manufactura industrial.

Resultados y Discusión

En el Machine Learning, el mantenimiento predictivo, los algoritmos de aprendizaje automático permiten anticipar fallas en equipos industriales mediante el análisis de datos provenientes de sensores, reduciendo tiempos de inactividad y costos de equipos. También, la mejora de procesos productivos constituye una de las aplicaciones más estudiadas, ya que los modelos de Machine Learning permiten identificar patrones operativos, ajustar parámetros de producción en tiempo real y maximizar guías de eficiencia. En síntesis, el Machine Learning en la industria 4.0, como el IoT, los sistemas ciberfísicos y el análisis Big Data ha ampliado las opciones de automatización inteligente en los entornos de manufactura. La tabla 12 evidencia los resultados obtenidos en cuanto a los beneficios y limitaciones del aprendizaje automático o machine learning en inglés.

Tabla 12. Beneficios y limitaciones del Machine Learning en procesos de manufactura

Aspecto	Beneficios	Limitaciones
Productividad	Incrementa la eficiencia operativa mediante la automatización y optimización de procesos.	Requiere una infraestructura tecnológica adecuada para su implementación.
Mantenimiento predictivo	Reduce fallas inesperadas y tiempos de inactividad de los equipos.	La precisión depende de la calidad y cantidad de datos disponibles.
Control de calidad	Permite detectar defectos en tiempo real con alta precisión.	Puede generar errores si los modelos no son entrenados correctamente.

INGENIERÍA, GESTIÓN Y LIDERAZGO EN LA COMPETITIVIDAD ORGANIZACIONAL Y LA SOSTENIBILIDAD

Toma de decisiones	Facilita decisiones basadas en datos y análisis predictivos.	La interpretación de los resultados puede resultar compleja para usuarios sin experiencia técnica.
Optimización de recursos	Mejora la utilización de materiales, energía y recursos humanos.	Requiere inversiones iniciales significativas en software, hardware y capacitación.
Flexibilidad operativa	Permite adaptar los procesos a cambios en la demanda y condiciones de producción.	La integración con sistemas heredados puede ser difícil y costosa.
Reducción de costos	Disminuye desperdicios, retrabajos y gastos de mantenimiento.	Los costos de implementación y mantenimiento pueden ser elevados para pequeñas empresas.
Seguridad Industrial	Identifica patrones de riesgo y ayuda a prevenir accidentes laborales.	La dependencia excesiva de sistemas automatizados puede generar vulnerabilidades operativas.
Escalabilidad	Los modelos pueden aplicarse a diferentes líneas de producción y plantas industriales.	Es necesario actualizar continuamente los modelos para mantener su desempeño.
Competitividad empresarial	Favorece la innovación y la mejora continua en los procesos productivos.	Existe escasez de personal especializado en inteligencia artificial y análisis de datos.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados encontrados son afines con los de Jhaveri et al (2022) quienes afirman que la manufactura inteligente, la automatización industrial, el análisis predictivo de datos y la toma de decisiones son las aplicaciones más notables del Machine Learning en la actualidad. Además, la industria 4.0, se relaciona con el Machine cuando se acopla con sistemas inteligentes capaces de operar la información en tiempo real, lo que coincide con Gupta y Jauhar (2023) quienes sostienen que la Industria 4.0 se fundamenta en la incorporación de tecnologías digitales avanzadas.

La revisión de la literatura permitió identificar varios beneficios derivados de la ejecución de algoritmos de aprendizaje automático en los sistemas de manufactura. Los estudios analizados señalan que estas tecnologías ayudan al incremento de la eficiencia productiva a través de la mecanización de procesos, la optimización de recursos y la mejora continua de las operaciones industriales. Uno de los beneficios es la reducción de tiempos de ocio de los equipos, lograda a través de sistemas de mantenimiento predictivo capaces de anticipar fallas antes de que ocurran. Además, se observan mejoras en la calidad de los productos, a través de técnicas de visión artificial, clasificación automática y detección de anomalías.

Los estudios seleccionados permitieron identificar diversos desafíos y controles que dificultan la ayuda efectiva del Machine Learning en los ambientes industriales. A su vez, los desafíos más repetidos atañen a la calidad y disposición de los datos. Los estudios revisados indican que las empresas industriales enfrentan problemas afines con datos incompletos, frágiles o escasos para entrenar modelos de aprendizaje automático con niveles adecuados de precisión. Otra limitante se relaciona con los costos de ejecución e instalación tecnológica, ya que, el Machine Learning requiere inversiones en sensores, sistemas de acopio, plataformas de análisis de datos y recursos informáticos avanzados.

Tabla 13. Aplicaciones del Machine Learning en procesos de manufactura

Aplicación	Descripción	Beneficios principales	Algoritmos utilizados
Mantenimiento predictivo	Predicción de fallas en equipos mediante el análisis de datos históricos y sensores.	Reducción de tiempos de inactividad, disminución de costos de mantenimiento y aumento de la vida útil de los equipos.	Random Forest, Redes Neuronales, Support Vector Machine (SVM)
Control de calidad	Detección automática de defectos en productos durante el proceso de fabricación.	Mejora de la calidad, reducción de desperdicios y aumento de la satisfacción del cliente.	Deep Learning, CNN, Árboles de Decisión.
	Ajuste automático de parámetros operativos para maximizar la	Incremento de la productividad, reducción de costos	Redes Neuronales, Gradient Boosting,

INGENIERÍA, GESTIÓN Y LIDERAZGO EN LA COMPETITIVIDAD ORGANIZACIONAL Y LA SOSTENIBILIDAD

Optimización de procesos	eficiencia productiva.	y mejora del rendimiento.	Reinforcement Learning.
Planificación de la producción	Pronóstico de la demanda y programación eficiente de recursos productivos.	Mejor utilización de recursos, reducción de inventarios y cumplimiento de plazos.	Regresión, Random Forest, XGBoost.
Gestión de la cadena de suministros	Predicción de necesidades de materiales y optimización logística.	Disminución de costos logísticos y mejora de la disponibilidad de insumos.	Redes Bayesianas, Machine Learning Supervisado.
Monitoreo en tiempo real	Análisis continuo de datos de sensores para detectar anomalías operativas.	Respuesta rápida a problemas y reducción de interrupciones.	Algoritmos de Detección de Anomalías, K-Means.
Eficiencia energética	Optimización del consumo energético de máquinas y sistemas industriales.	Reducción de costos energéticos y sostenibilidad ambiental.	Redes Neuronales Artificiales, Random Forest.
Manufactura inteligente	Integración de datos provenientes de sistemas 4.0 ciberfísicos e Industria 4.0.	Automatización avanzada y mejora de la toma de decisiones.	Automatización avanzada y mejora de la toma de decisiones.

Fuente: Elaboración propia.

En cualquier caso, los resultados indican que la implementación efectiva del Machine Learning depende de la capacidad de las empresas para integrarlo con las tecnologías propias de la Industria 4.0, incluyendo sistemas ciberfísicos, Internet de las Cosas (IoT) y plataformas de automatización. En este sentido, Rupp et al (2021) sostienen que las fábricas inteligentes requieren una interconexión constante de sistemas y procesos, mientras que Gupta y Jauhar (2023) afirman que la transformación digital demanda entornos productivos altamente conectados y flexibles.

Al respecto, el Machine Learning ha transformado los procesos de toma de decisiones en los entornos manufactureros. Dado que, las aplicaciones de Machine Learning permiten generar modelos predictivos capaces de anticipar conductas futuras de los procesos productivos. Estas predicciones facilitan la planificación de la producción, la programación de actividades de mantenimiento, la gestión de inventarios y la identificación temprana de posibles riesgos operacionales. En la misma línea, los algoritmos de aprendizaje automático mejoran la utilización de materias primas, energía, equipos y recursos humanos mediante la identificación de patrones de consumo y oportunidades de mejora. Los resultados obtenidos se presentan en las tablas 3 y 4, seguidamente.

Tabla 14. Impacto del Machine Learning en la toma de decisiones y la optimización de recursos en manufactura

Área de aplicación	Impacto en la toma de decisiones	Impacto en la optimización de recursos
Mantenimiento predictivo	Permite anticipar fallas y programar intervenciones de mantenimiento basadas en datos.	Reduce tiempos de inactividad, costos de reparación y uso innecesario de repuestos
Control de calidad	Facilita la identificación temprana de defectos y la adopción de acciones correctivas oportunas.	Disminuye desperdicios de materiales y retrabajos en la producción.
Planificación de la producción	Mejora la programación de órdenes de trabajo y la asignación de recursos productivos.	Incrementa la utilización de maquinaria, equipos y mano de obra.
Gestión de inventarios	Permite predecir la demanda y ajustar los niveles de inventario de forma eficiente.	Reduce costos de almacenamiento y minimiza faltantes de materiales.
Gestión de la cadena de suministros	Apoya decisiones relacionadas con compras, abastecimiento y logística.	Optimiza el flujo de materiales y reduce costos de transporte.
Consumo energético	Identifica patrones de uso y oportunidades de ahorro energético.	Disminuye el consumo de energía y los costos operativos asociados.
Monitoreo de procesos	Proporciona información en tiempo real para la detección de anomalías operativas.	Mejora el aprovechamiento de equipos y recursos productivos.

INGENIERÍA, GESTIÓN Y LIDERAZGO EN LA COMPETITIVIDAD ORGANIZACIONAL Y LA SOSTENIBILIDAD

Automatización industrial	Facilita decisiones autónomas basadas en análisis predictivos y datos históricos.	Reduce la intervención manual y aumenta la eficiencia de los procesos.
Gestión de recursos humanos	Permite planificar la asignación de personal según la carga de trabajo prevista.	Optimiza la distribución del talento humano y reduce tiempos improductivos.
Manufactura inteligente	Integra datos de múltiples sistemas para apoyar decisiones estratégicas y operativas.	Maximiza el rendimiento global de los recursos físicos, tecnológicos y humanos.

Fuente: Elaboración propia.

Tablas 15. Clasificación de estudios sobre Machine Learning en manufactura según año, país, sector industrial y algoritmo utilizado

Año	País	Sector Industrial	Aplicación Principal	Algoritmo Utilizado
2020	Estados Unidos	Automotriz	Mantenimiento predictivo	Random Forest
2020	Alemania	Manufactura avanzada	Optimización de procesos	Redes Neuronales Artificiales
2021	China	Electrónica	Control de calidad	Convolutional Neural Networks (CNN)
2021	Reino Unido	Aeroespacial	Detención de anomalías	Support Vector Machine (SVM)
2022	Japón	Automotriz	Predicción de fallas	Gradient Boosting
2022	Corea del Sur	Semiconductores	Inspección visual automatizada	Deep Learning
2023	Estados Unidos	Industria alimentaria	pronóstico de demanda	XGBoost
2023	China	Manufactura inteligente	Planificación de la producción	Redes Neuronales Profundas
2024	Alemania	Industria metalmecánica	Optimización energética	Random Forest

2022	India	Textil	Control de calidad	Árboles de Decisión
2025	China	Electrónica	Manufactura inteligente	Reinforcement Learning
2025	Estados Unidos	Aeroespacial	Mantenimiento predictivo avanzado	Deep Learning

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, los estudios analizados muestran que los algoritmos de aprendizaje automático procesan grandes volúmenes de información y generar modelos predictivos que facilitan una gestión más eficiente de los procesos industriales. Estas reflexiones coinciden con Rosado et al. (2023), quienes indican que el aprendizaje automático asiste la automatización de los procesos de análisis y optimiza la toma de decisiones, asistiendo a la mejora del interés industrial. A su vez, Solano y Gutiérrez (2023) explican que estos algoritmos permiten nivelar patrones y generar vaticinios que corrigen el uso de los recursos y mejoran el desempeño de los sistemas productivos.

Analizar el impacto del Machine Learning en la optimización de recursos se manifiesta en la reducción de desperdicios, la mejora de la producción y una utilización más eficiente de los activos productivos. Por eso, Guanotuña et al (2024) señalan que la mejora de procesos busca crecer la eficiencia operativa a través de la mejora continua de recursos y actividades. Por lo que, Bravo et al (2024) destacan que el estudio de equipos tecnológicas permite reducir tiempos, errores y costos dentro de los sistemas industriales. También, Aldas et al (2024) revelan que esparcir los recursos implica ajustar los parámetros operativos para alcanzar el mayor rendimiento de los procesos productivos.

Conclusiones

Las principales aplicaciones del Machine Learning en los procesos de manufactura se concentran en el mantenimiento predictivo, el control de calidad automatizado, la optimización de procesos productivos, la gestión de inventarios y la planificación de la producción. Estas aplicaciones aprovechan la capacidad de los algoritmos para analizar grandes volúmenes de datos y generar predicciones precisas que mejoran el desempeño operativo. Asimismo, se evidenció que la integración del Machine Learning con

tecnologías de Industria 4.0 ha impulsado el desarrollo de sistemas de manufactura más inteligentes, flexibles y eficientes.

Por otra parte, los algoritmos de aprendizaje automático generan beneficios en la eficiencia productiva de las industrias manufactureras. Entre los principales beneficios destacan la reducción de tiempos de inactividad mediante el mantenimiento predictivo, la mejora de la calidad de los productos a través de sistemas automatizados de inspección, la optimización del uso de recursos y la disminución de costos operativos. A su vez, la capacidad de procesar datos en tiempo real favorece una planificación más precisa de la producción y una gestión más eficiente de inventarios y recursos.

En tal sentido, la implementación del Machine Learning en entornos industriales enfrenta diversos desafíos relacionados con la calidad y disponibilidad y calidad de los datos, los costos de infraestructura tecnológica, la falta de personal especializado y la resistencia al cambio organizacional. Por ello, aspectos como la interpretabilidad de los modelos, la seguridad de la información y la integración con los sistemas industriales existentes representan factores críticos que deben ser abordados para garantizar una implementación confiable y sostenible.

Se concluye que el Machine Learning tiene un impacto significativo en la mejora de la toma de decisiones y en la optimización de recursos dentro de los entornos manufactureros. De este modo, los algoritmos de aprendizaje proporcionan capacidades predictivas y analíticas que permiten transformar los datos operacionales en información estratégica para anticipar escenarios, mejorar la planificación productiva y responder ante variaciones del proceso. En otras palabras, estas herramientas favorecen a una utilización más eficiente de materias primas, energía, equipos y recursos humanos, ayudando la reducción de desperdicios y el incremento del rendimiento operativo.

Referencias Bibliográficas

- Alcocer-Quinteros, P. R., Calero-Zurita, M., Cedeño-Zambrano, N & Lapo-Manchay, E. (2022). Automatización de los procesos industriales. *Journal of Business and Entrepreneurial Studies*, 4(2), 123–131. <https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.82>.
- Aldas, D., Silva, D., Mayorga, T & Barrera, H. (2024). Parámetros de optimización para un modelo de sostenibilidad ambiental en la industria manufacturera ecuatoriana.

Ciencia UNEMI, 17(46), 1–11. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol17iss46.2024pp1-11p>.

- Abdel-Aty, T. A & Negri, E. (2024). Conceptualizing the digital thread for smart manufacturing: A systematic literature review. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 35, 3629–3653. <https://doi.org/10.1007/s10845-024-02407-1>
- Baker, B., Mills, K. A., McDonald, P & Wang, L. (2023). AI, concepts of intelligence, and chatbots: The “Figure of Man,” the rise of emotion, and future visions of education. *Review of Educational Research*, 125(6). <https://doi.org/10.1177/01614681231191291>.
- Benitez, G. B., Ghezzi, A & Frank, A. G. (2023). When technologies become Industry 4.0 platforms: Defining the role of digital technologies through a boundary-spanning perspective. *International Journal of Production Economics*, 260, 108858. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108858>.
- Banh, L & Strobel, G. (2023). *Generative artificial intelligence*. *Electronic Markets*, 33(63). <https://doi.org/10.1007/s12525-023-00680-1>.
- Bravo-Bravo, I. F., Alcívar-Soria, E. E & Prado-Chinga, A. E. (2024). Aplicación de la inteligencia artificial en la optimización de procesos organizacionales. *Innova Science Journal*, 2(2), 45–59. <https://doi.org/10.63618/omd/isj/v2/n2/37>.
- Campilho, R. D. S. G., & Silva, F. J. G. (2023). Industrial process improvement by automation and robotics. *Machines*, 11(11), 1011. <https://doi.org/10.3390/machines11111011>.
- Cummins, L., Sommers, A., Ramezani, S., Mittal, S., Jabour, J., Seale, M & Rahimi, S. (2024). Explainable predictive maintenance: A survey of current methods, challenges and opportunities. *IEEE Access*, 12, 70615–70642. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3391130>.
- Cooke, T., Dickinson, J., Sullivan, K., Cline, H & Parsons, B. (2024). Using design thinking to address bias in management decision-making. *Design Management Review*, 35(4), 10–20. <https://doi.org/10.1111/drev.12405>.
- Chen, H. (2024). *Artificial intelligence and operational efficiency of Chinese manufacturing firms*. DOI: 10.69659/qcqt7937.
- Edelson, S. M & Reyna, V. F. (2024). Who makes the decision, how, and why: A fuzzy-trace theory approach. *Medical Decision Making*, 44(6). <https://doi.org/10.1177/0272989X241263818>.
- Eslava Zapata, R., Arenas Ochoa, N. R., & Rojas Ortega, D. L. (2024). Papeles de trabajo. Estudio empírico con las Norma Internacional de Control de Calidad 1. *Región Científica*, 3(1), 2024243. <https://doi.org/10.58763/rc2024243>.
- Flyverbom, M. (2024). Theorizing data analysis platforms – Digital refractions and reconfigurations of pasts, presents and futures. *Information, Communication & Society*, 27(13), 2366–2380. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2024.2320907>

- Gupta, M & Jauhar, S. K. (2023). Digital innovation: An essence for Industry 4.0. *Thunderbird International Business Review*, 65(3), 279–292. <https://doi.org/10.1002/tie.22337>.
- Gil de Zúñiga, H., Goyanes, M & Durotoye, T. (2023). *A scholarly definition of artificial intelligence (AI): Advancing AI as a conceptual framework in communication research*. Political Communication. <https://doi.org/10.1080/10584609.2023.2290497>.
- Guanotuña Toaquiza, G. A., Ramos Guevara, J. E & Jiménez, F. (2024). La mejora continua en la optimización de procesos en las unidades de producción. *UTC Prospectivas: Revista de Ciencias Administrativas y Económicas*, 7(2), 1–28. <https://doi.org/10.61236/utcprospectivas.v7i2.802>.
- Jhaveri, R. H., Revathi, A., Ramana, K., Raut, R & Dhanaraj, R. K. (2022). *A review on machine learning strategies for real-world engineering applications*. *Mobile Information Systems*, 1833507. <https://doi.org/10.1155/2022/1833507>.
- Joergensen, P. N & Zaggl, M. (2024). The role of data science and data analytics for innovation: A literature review. *Journal of Business Analytics*, 7(4), 207–223. <https://doi.org/10.1080/2573234X.2024.2365917>.
- Lin, Z.-F., Zhao, J.-L., Liang, Y.-M & Li, J.-R. (2023). *Predicting solutions of the stochastic fractional order dynamical system using machine learning*. *Theoretical and Applied Mechanics Letters*, 13, 100433. <https://doi.org/10.1016/j.taml.2023.100433>.
- Liu, Y., & Chi, G. (2024). Does digital transformation promote supply chain efficiency? Evidence from China. *Managerial and Decision Economics*, 45(8), 5562–5576. <https://doi.org/10.1002/mde.4343>.
- Lem, K. W. (2024). Data analytics strategy and internal information quality. *Contemporary Accounting Research*, 41(2), 1376–1410. <https://doi.org/10.1111/1911-3846.12942>.
- Martínez-Corona, J. I., Palacios-Almón, G. E & Oliva-Garza, D. B. (2023). *Guía para la revisión y el análisis documental: propuesta desde el enfoque investigativo*. *Ra Ximhai*, 19(1), 67–83. <https://doi.org/10.35197/rx.19.01.2023.03.jm>.
- Ma, Z., Jørgensen, B. N & Ma, Z. G. (2024). A systematic data characteristic understanding framework towards physical-sensor big data challenges. *Journal of Big Data*, 11(84). <https://doi.org/10.1186/s40537-024-00942-5>.
- Naik, S & Bagale, G. (2024). Smart manufacturing: The integration of Industry 4.0 technologies for enhanced efficiency and sustainability in the manufacturing sector. *Journal of Informatics Education and Research*, 4(1). <https://doi.org/10.52783/jier.v4i1.578>.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). *The PRISMA 2020 statement: An updated*

- guideline for reporting systematic reviews*. BMJ, 372 (71). <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>.
- Rethlefsen, M. L., Kirtley, S., Waffenschmidt, S., Ayala, A. P., Moher, D., Page, M. J & Koffel, J. B. (2021). *PRISMA-S: An extension to the PRISMA Statement for Reporting Literature Searches in Systematic Reviews*. *Systematic Reviews*, 10(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s13643-020-01542-z>.
- Rupp, M., Schneckenburger, M., Merkel, M., Börret, R & Harrison, D. K. (2021). Industry 4.0: A technological-oriented definition based on bibliometric analysis and literature review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(1), 68. <https://doi.org/10.3390/joitmc7010068>.
- Rosado Gómez, A. A., Calderón Benavides, L & Parra, J. A. (2023). Comparación empírica de dos modelos de aprendizaje automático generados mediante procesos diferentes. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 1(39), 20–24. <https://doi.org/10.24054/rcta.v1i39.1369>.
- Ryalat, M., Franco, E., Elmoaqet, H., Almtireen, N & Al-Refai, G. (2024). The integration of advanced mechatronic systems into Industry 4.0 for smart manufacturing. *Sustainability*, 16(19), 8504. <https://doi.org/10.3390/su16198504>.
- Rivas, A., Delipei, G. K & Hou, J. (2024). A system predictive maintenance framework for advanced reactors using a data-driven digital twin. *Nuclear Science and Engineering*, 199(3), 358–387. <https://doi.org/10.1080/00295639.2024.2372515>.
- Solano, D. F & Gutiérrez, M. P. (2023). Algoritmos de aprendizaje automático para optimizar las redes 5G: Desarrollo y evaluación del rendimiento. *Revista Vínculos*, 20(1). <https://doi.org/10.14483/2322939X.16061>.
- Tuarez Gómez, N. D. (2024). Administración y control de la calidad: Claves para la excelencia y competitividad empresarial. *Annals Scientific Evolution*, 4(1), 22–36. <https://doi.org/10.70577/ASCE/22.36/2024>.
- Watkins, T & Johnson, Q. (2024). AI and machine learning: What to know and how to talk about it to researchers and patrons. *Journal of Information Science*. <https://doi.org/10.1177/18758789241298501>.
- Wu, Y., Du, H., Wei, X & Li, H. (2024). Big data development and agricultural carbon emissions: Exacerbation or suppression? A quasi-natural experiment based on the establishment of the National Big Data Comprehensive Pilot Zone. *Journal of Environmental Management*, 368, 122178. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.122178>.
- Wang, N., Chen, B., Wang, L., Ma, Z & Pan, S. (2024). Big data analytics capability and social innovation: The mediating role of knowledge exploration and exploitation. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11, 864. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03288-8>.

- Xu, Z., Shu, J & Meng, D. (2024). Simulating learning methodology (SLeM): an approach to machine learning automation. *National Science Review*. <https://doi.org/10.1093/nsr/nwae277>.
- Zhao, X & Gao, P. (2024). Operational efficiency of China's sea-related listed companies and influencing factors: Based on the three-hierarchy Meta-frontier EBM and Tobit models. *Resources Science*, 46(7), 1370–1381. <https://doi.org/10.18402/resci.2024.07.10>.

V. TRATAMIENTOS TÉRMICOS EN LA DUREZA, RESISTENCIA AL
IMPACTO Y MICROESTRUCTURA DE ACEROS AL CARBONO
UTILIZADOS EN APLICACIONES INDUSTRIALES

Alonso Elías Pirela Añez, Lissette Lilibeth Barzola González, David Alejandro Paredes Aguilar, Luis Eduardo Tomalá Villón, Andrea Jemima Naranjo Soriano

Resumen

Los aceros al carbono son ampliamente utilizados en aplicaciones industriales debido a sus propiedades mecánicas y facilidad de procesamiento. Estas características pueden modificarse mediante tratamientos térmicos como el recocido, normalizado, temple y revenido. El objetivo del artículo es analizar la influencia de los tratamientos térmicos en la dureza, la resistencia al impacto y la microestructura de los aceros al carbono utilizados en diversos sectores industriales. Para ello, se desarrolló una revisión sistemática de la literatura basada en los lineamientos PRISMA 2020, considerando artículos científicos publicados entre 2020 y 2026. Los resultados muestran que el temple incrementa la dureza debido a la formación de martensita, mientras que el revenido mejora la tenacidad y reduce la fragilidad del material. Asimismo, el recocido y el normalizado favorecen una microestructura más homogénea y un mejor equilibrio entre resistencia y ductilidad. Se concluye que los tratamientos térmicos influyen significativamente en el comportamiento mecánico y microestructural de los aceros al carbono, permitiendo optimizar su desempeño en aplicaciones industriales.

Palabras clave: Acero al Carbono, Dureza, Microestructura, Propiedades Mecánicas, Tratamientos Térmicos.

**Influence of Heat Treatments on the Hardness, Impact Resistance, and
Microstructure of Carbon Steels Used in Industrial Applications**

Abstract

Carbon steels are widely used in industrial applications due to their mechanical properties and ease of processing. These characteristics can be modified through heat treatments such as annealing, normalizing, quenching, and tempering. The objective of this research is to analyze the influence of heat treatments on the hardness, impact resistance, and microstructure of carbon steels used in various industrial sectors. To achieve this, a systematic literature review was conducted based on the PRISMA 2020 guidelines, considering scientific articles published between 2020 and 2026. The results show that quenching increases hardness due to the formation of martensite, while tempering improves toughness and reduces material brittleness. Likewise, annealing and normalizing promote a more homogeneous microstructure and a better balance between strength and ductility. It is concluded that heat treatments significantly influence the mechanical and microstructural behavior of carbon steels, enabling the optimization of their performance in industrial applications.

Keyword: Carbon Steel, Hardness, Microstructure, Mechanical Properties, Heat Treatments.

Introducción

Los aceros al carbono representan uno de los materiales metálicos más utilizados en diferentes sectores industriales debido a su bajo costo, disponibilidad, facilidad de fabricación y adecuada combinación de propiedades mecánicas. Estos materiales son empleados en elementos de máquinas, herramientas, componentes estructurales y sistemas sometidos a diferentes condiciones de servicio donde se requiere durabilidad, confiabilidad y resistencia. Sin embargo, las exigencias actuales de la industria requieren materiales con características mecánicas optimizadas, capaces de soportar esfuerzos elevados, cargas dinámicas y condiciones de operación cada vez más exigentes.

En este contexto, los tratamientos térmicos son procesos fundamentales para modificar las propiedades de los aceros al carbono mediante el control de las transformaciones de fase y la evolución microestructural del material. Procesos como el recocido, normalizado, temple y revenido permiten alterar características como la dureza, la tenacidad, la ductilidad y la resistencia mecánica, dependiendo de variables como la temperatura, el tiempo de permanencia y la velocidad de enfriamiento. Estas modificaciones están asociadas con la formación de diferentes constituyentes metalúrgicos, como la ferrita, perlita, bainita y martensita, los cuales determinan el comportamiento final del acero.

Por lo tanto, la dureza y la resistencia al impacto componen propiedades esenciales para evaluar el desempeño de los aceros al carbono en aplicaciones industriales. Mientras que el incremento de la dureza puede favorecer la resistencia al desgaste y la capacidad de soportar cargas superficiales, una adecuada resistencia al impacto permite evitar fallas frágiles ante esfuerzos dinámicos. Por esta razón, la selección apropiada del tratamiento térmico resulta determinante para alcanzar un equilibrio entre resistencia y tenacidad, adaptando el material a los requerimientos específicos de cada aplicación industrial.

Al respecto, la amplia utilización de los tratamientos térmicos en la industria, los estudios científicos recientes han reportado resultados diversos respecto a la relación entre las condiciones del tratamiento aplicado y las propiedades mecánicas obtenidas. Esta movilidad está asociada con factores como los parámetros térmicos empleados, la composición química del acero y las condiciones de enfriamiento, creando contrastes en el avance de la estructura y el comportamiento mecánico. En síntesis, existe la necesidad

de analizar e integrar la evidencia científica útil para intuir con mayor precisión la relación entre los tratamientos térmicos, las evoluciones estructurales y las propiedades mecánicas avanzadas en los aceros al carbono.

Asimismo, el aumento tecnológico y la escasez de optimizar materiales destinados a estudios industriales exigen disponer de información científica que permita identificar tendencias, comparar resultados y establecer relaciones entre las reformas microestructurales y el desempeño mecánico. En este sentido, una revisión sistemática de literatura permite organizar los principales hallazgos reportados en investigaciones recientes, proporcionando una visión integral sobre los mecanismos mediante los cuales los tratamientos térmicos modifican la dureza, la resistencia al impacto y la estructura interna de los aceros al carbono.

Por otra parte, el artículo responde a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la influencia los tratamientos térmicos en la dureza, la resistencia al impacto y la microestructura de los aceros al carbono utilizados en aplicaciones industriales, según la evidencia científica reportada en la literatura especializada? Para responder a la interrogante, el objetivo del artículo es explicar la influencia de los tratamientos térmicos en la dureza, la resistencia al impacto y la microestructura de los aceros al carbono utilizados en aplicaciones industriales.

Para lo cual se hizo una revisión sistemática de la literatura científica, aplicando los lineamientos establecidos por PRISMA 2020 para identificar, seleccionar y analizar estudios relevantes publicados en bases de datos académicas.

Revisión de la literatura

Tratamientos térmicos.

En esta línea, Du et al (2023) establecen que los tratamientos térmicos son procesos metalúrgicos destinados a modificar la microestructura de los aceros mediante ciclos controlados de calentamiento y enfriamiento, permitiendo ajustar sus propiedades mecánicas. Estos procesos influyen directamente en la formación de fases internas del material y determinan características como la dureza, resistencia mecánica y comportamiento durante el servicio industrial.

Al mismo tiempo, Ma et al (2023) señalan que los tratamientos térmicos constituyen estrategias fundamentales para controlar la evolución microestructural de los aceros, debido a que modifican la distribución de fases y la morfología de los constituyentes metálicos. La selección adecuada de los parámetros térmicos permite obtener combinaciones favorables entre resistencia, dureza y tenacidad en materiales destinados a aplicaciones exigentes.

Por lo tanto, Liu et al. (2023) describen que los tratamientos térmicos aplicados a los aceros permiten optimizar sus propiedades mecánicas mediante cambios en la estructura interna del material. Procesos como el revenido generan modificaciones en la microestructura que favorecen el equilibrio entre resistencia, dureza y tenacidad, aspectos esenciales para prolongar la vida útil de componentes industriales.

En el mismo contexto, Totten et al (2024) definen el **temple** como un proceso fundamental de tratamiento térmico que consiste en enfriar rápidamente un acero previamente austenizado para controlar las transformaciones microestructurales, las tensiones residuales y las propiedades mecánicas finales del material. Además, el temple es un tratamiento térmico aplicado a los aceros mediante el cual la austenita se transforma rápidamente durante el enfriamiento para obtener microestructuras endurecidas que mejoran la resistencia y dureza del material.

En el mismo orden de ideas, Wang et al. (2024) describen el temple como un proceso de enfriamiento acelerado capaz de incrementar notablemente la resistencia y las propiedades mecánicas de los aceros mediante el control de la velocidad de extracción de calor. Un ejemplo del temple es que el metal tratado en este proceso obtiene una alta dureza y mayor resistencia al desgaste, ideal para fabricar piezas metálicas.

Por su parte, para Liu et al (2024) el **revenido** es un tratamiento térmico aplicado después del temple que promueve la precipitación controlada de carburos, reduce las tensiones internas de la martensita y permite optimizar simultáneamente la resistencia y la tenacidad del acero. Así que, el revenido consiste en recalentar el acero templado a una temperatura inferior a la crítica para favorecer la recuperación de la estructura bainítica y la transformación de los carburos, disminuyendo la dureza y aumentando significativamente la tenacidad al impacto.

Xie et al (2024) describen el revenido como un proceso térmico utilizado para modificar la microestructura martensítica obtenida por temple, controlando la precipitación de fases y el crecimiento de carburos con el fin de lograr una combinación adecuada de dureza, resistencia mecánica y ductilidad. Un ejemplo de revenido es cuando una pieza que fue sometida a un temple, se le hace el proceso de revenido para liberar las tensiones del material que son causadas en el temple.

En este aspecto, Bandi et al. (2024) señalan que el **recocido** es un proceso térmico utilizado para controlar la evolución microestructural de los aceros mediante la difusión atómica y la transformación de fases, permitiendo optimizar propiedades mecánicas como la ductilidad, la conformabilidad y la resistencia. También, Fatla et al (2024) describen al recocido como un tratamiento térmico en el que el material se calienta a una temperatura específica, se mantiene dentro del horno durante un tiempo determinado y posteriormente se enfría de manera controlada para promover la recrystalización, reducir tensiones internas y mejorar las propiedades microestructurales del acero.

Por su parte, Dewangan et al (2022) señala que el **normalizado** es un tratamiento térmico aplicado al acero mediante calentamiento por encima de la temperatura crítica y posterior enfriamiento al aire, con el propósito de refinar el tamaño de grano, homogeneizar la microestructura y mejorar propiedades mecánicas como la resistencia y la tenacidad. Este proceso se emplea para controlar el crecimiento de grano austenítico y obtener una estructura interna uniforme, lo que favorece la mejora de las propiedades mecánicas de los aceros, de acuerdo con Wang et al (2022).

Acero al Carbono.

Kwok y Dye (2023) definen los aceros como materiales metálicos cuya respuesta mecánica depende principalmente de la relación entre el procesamiento aplicado, la microestructura obtenida y las propiedades finales del material. Los autores destacan que el control de la composición química y los tratamientos termo-mecánicos permite modificar características como la resistencia mecánica, ductilidad y tenacidad, aspectos fundamentales para aplicaciones industriales exigentes.

Por otra parte, Wong et al (2023) precisan que los aceros con contenido de carbono presentan cambios significativos en su comportamiento mecánico debido a las

transformaciones microestructurales generadas durante los procesos térmicos y mecánicos. La formación de fases como martensita, ferrita y otras estructuras derivadas de la transformación de la austenita influye directamente en propiedades como dureza, resistencia y tenacidad.

A su vez, Dey et al (2023) establecen que los aceros con alto contenido de carbono presentan propiedades mecánicas determinadas por la distribución y morfología de sus constituyentes microestructurales, especialmente ferrita y cementita. Los autores indican que el análisis microestructural permite comprender la relación existente entre la composición del acero, la dureza y el comportamiento mecánico del material.

De igual modo, Ren (2024), establece que la **microestructura** de los aceros representa el elemento fundamental que controla la relación entre el procesamiento del material y sus propiedades mecánicas finales. El autor señala que el diseño y control de características microestructurales, como la distribución de fases, tamaño de grano y constituyentes internos, permiten optimizar propiedades como resistencia, dureza y tenacidad en aleaciones estructurales.

Por el contrario, Wang et al. (2024) relatan que la microestructura de los aceros determina su comportamiento mecánico debido a la interacción entre fases metálicas, defectos cristalinos y procesos de transformación interna. Los autores destacan que el análisis microestructural permite comprender cambios relacionados con la resistencia, deformación y desempeño del acero bajo condiciones industriales exigentes.

En la misma línea, la evolución de la microestructura en los aceros está relacionada con los tratamientos térmicos aplicados, debido a que variables como la temperatura de austenización y los ciclos térmicos varían la línea de fases y la distribución de componentes internos. Estos cambios influyen en las propiedades mecánicas como resistencia, dureza y capacidad de absorción de energía, de acuerdo con Zhang et al (2024).

Según, Tobías et al (2023), las **transformaciones de fase** en estado sólido de los aceros corresponden a los cambios microestructurales que experimenta el material cuando es sometido a variaciones controladas de temperatura, provocando la formación de nuevas fases como ferrita, perlita, bainita o martensita, las cuales determinan sus propiedades

mecánicas finales. Asimismo, una transformación de fase es el proceso mediante el cual una aleación modifica su estructura interna y el comportamiento de sus precipitados en función del tiempo y la temperatura, generando cambios en la estabilidad de las fases y en las propiedades del material, de acuerdo con Franco-Correa et al (2023).

Cabe destacar que, Paul et al (2022) establece que la **dureza** es una propiedad mecánica que mide la resistencia de un material a la deformación plástica localizada producida por indentación, rayado o penetración. Además, constituye un indicador importante para evaluar el comportamiento mecánico y el control de calidad de los materiales metálicos. Por ello, Anand et al (2022) establece que la dureza se define como la capacidad de un material para resistir la penetración o indentación permanente, estando estrechamente relacionada con su límite de fluencia y resistencia mecánica.

Desde esta perspectiva, Ding et al (2023) explica que la **resistencia al impacto** puede definirse como la cantidad de energía absorbida por un material durante un ensayo de impacto antes de la fractura, constituyendo un indicador de la combinación entre resistencia mecánica y ductilidad del material. Por lo que, la resistencia al impacto es la capacidad de un material para absorber energía durante una carga aplicada antes de fracturarse. Esta propiedad está relacionada con la tenacidad del material y con los mecanismos de deformación que ocurren durante el impacto, según Kwok et al (2023).

En particular, Cucuyame et al (2023) destaca que la **tenacidad** es la capacidad de un material para absorber energía y deformarse antes de fracturarse, constituyendo una propiedad mecánica fundamental para evaluar su comportamiento frente a cargas dinámicas y condiciones severas de servicio. Aunado a esto, la tenacidad puede entenderse como la combinación de resistencia y ductilidad que permite a un material soportar esfuerzos mecánicos elevados sin experimentar una fractura frágil inmediata, siendo una propiedad esencial en aplicaciones estructurales, según Verdezoto et al (2023).

Al respecto, Geroldinger et al. (2023) destacan que la **templabilidad** es la capacidad de un acero para desarrollar una estructura martensítica a diferentes profundidades durante el enfriamiento, permitiendo alcanzar propiedades mecánicas uniformes en toda la sección de la pieza. En el mismo contexto, la templabilidad puede definirse como la propiedad que determina la profundidad y distribución de la dureza obtenida después del

temple, dependiendo de la composición química y de la velocidad de enfriamiento necesaria para formar martensita, según Allen et al (2023).

Para Villaquirán et al (2022) las **propiedades mecánicas** son el conjunto de características que describen la capacidad de un material para resistir y responder a fuerzas externas, incluyendo parámetros como resistencia, dureza, elasticidad y deformación, los cuales determinan su comportamiento durante el servicio y las condiciones de carga. Por otra parte, las propiedades mecánicas representan la respuesta de un material frente a esfuerzos aplicados, permitiendo evaluar su capacidad para soportar cargas sin fallar y determinar su aptitud para aplicaciones estructurales e industriales, de acuerdo con Duarte et al (2022).

Metodología

El estudio se desarrolló mediante una revisión sistemática de la literatura, siguiendo las directrices establecidas por PRISMA, 2020, que según Page et al (2021) constituye un marco metodológico actualizado que permite identificar, seleccionar, evaluar y sintetizar de forma transparente la evidencia científica disponible, mejorando la calidad y reproducibilidad de las revisiones sistemáticas.

Por su parte, la búsqueda de información se realizó en la base de datos Scopus debido a su amplia cobertura de publicaciones científicas indexadas en el ámbito académico. De igual manera, los criterios de inclusión consideraron artículos científicos publicados entre 2020 y 2026, escritos en inglés o español, revisados por pares y relacionados con la influencia de los tratamientos térmicos sobre las propiedades mecánicas de los aceros al carbono. Asimismo, se incluyeron investigaciones experimentales, estudios comparativos y trabajos de revisión que aportaran información relevante sobre dureza, resistencia al impacto, tenacidad y cambios en la estructura cristalina afines a los tratamientos térmicos.

Por otro lado, como criterios de exclusión se descartaron artículos duplicados, documentos sin revisión por pares, tesis, capítulos de libros, actas de congresos y estudios enfocados en materiales diferentes a los aceros al carbono. También se excluyeron investigaciones que no presentaran resultados experimentales o información suficiente relacionada con las variables analizadas.

Se realizó un análisis descriptivo y temático de los estudios escogidos, permitiendo establecer lazos entre los tratamientos térmicos aplicados y los cambios observados en las propiedades mecánicas y estructurales de los aceros al carbono. Este análisis facilitó la evidencia científica disponible y la formulación de conclusiones sobre la influencia del recocido, normalizado, temple y revenido en el desempeño de estos materiales.

Resultados

La revisión de la literatura científica seleccionada permitió **identificar que los tratamientos térmicos** más utilizados en los aceros al carbono son el recocido, el normalizado, el temple y el revenido. Estos procesos son ampliamente empleados en aplicaciones industriales debido a su capacidad para modificar la microestructura del material y las propiedades mecánicas de los materiales. Además, las transformaciones de la estructura cristalina de los materiales dependen de la temperatura de calentamiento, el tiempo de permanencia y la velocidad de enfriamiento aplicada durante cada tratamiento.

Los procesos como el temple, revenido, recocido y normalizado generan cambios significativos, principalmente mediante transformaciones de la austenita hacia estructuras como martensita, bainita, ferrita y perlita. Lo que coinciden con lo reportado por Tobías López et al (2023) quienes establecen que las transformaciones de fase en estado sólido de los aceros están condicionadas por los ciclos térmicos aplicados, debido a que las variaciones de temperatura modifican la estabilidad de las fases y favorecen diferentes mecanismos de transformación.

Por otra parte, los estudios concuerdan en señalar que el temple es el tratamiento térmico que genera los mayores aumentos de dureza en los aceros al carbono. Este procedimiento se atribuye a la formación de martensita como resultado del enfriamiento rápido desde la región austenítica. La gramática reporta que los aceros templados presentan los valores más elevados de dureza, esencialmente cuando el enfriamiento se realiza en agua, debido a la alta velocidad de extracción de calor que ayuda a una transformación martensítica más completa.

En relación con el temple, los resultados muestran que este tratamiento produce los mayores incrementos de dureza debido a la formación de martensita, una fase sobresaturada en carbono con alta resistencia al movimiento de dislocaciones. Lozano et al (2024) explican que el enfriamiento rápido desde la región austenítica evita las

transformaciones difusivas y favorece la formación de una estructura martensítica de elevada dureza. Además, Dewangan et al (2022) analizaron el comportamiento mecánico de un acero bajo en carbono, hallando que la variación en dureza está asociada con los cambios causados en la proporción de perlita y ferrita.

Los resultados expresan que el temple genera una disminución de la resistencia al impacto debido a la formación de una estructura martensítica. Por su parte, el revenido mejora la resistencia al impacto, y durante este proceso se reduce la fragilidad de la martensita mediante la precipitación de carburos y el desplome de las tensiones internas creadas durante el enfriamiento rápido. A su vez, el recocido favorece una estructura ferrítico-perlítica gruesa con una ductilidad elevada y una buena capacidad de absorción de energía. En cambio, con el normalizado se consigue una estructura cristalina más homogénea que permite mejorar las propiedades mecánicas y la tenacidad.

En correlación con el tratamiento de temple, los efectos indican que, aunque este proceso incrementa ampliamente la dureza y resistencia del acero mediante la formación de martensita, puede producir una disminución de la resistencia al impacto cuando la estructura resultante presenta altos niveles de tensiones residuales. Según Lozano et al (2024) el enfriamiento rápido asociado al temple genera evoluciones martensíticas no difusivas que aumentan la resistencia del material, pero también producen distorsiones en la red cristalina debido a la saturación de carbono.

Por otro lado, el recocido favorece la formación de una microestructura compuesta principalmente por ferrita y perlita gruesa debido al enfriamiento lento dentro del horno. Asimismo, el normalizado produce una estructura ferrítico-perlítica más refinada y homogénea debido a las mayores velocidades de enfriamiento en comparación con el recocido. Igualmente, los estudios muestran que con el revenido se obtiene una estructura martensítica revenida menos frágil y más estable. En efecto, el temple transforma la austenita del acero en martensita, lo que repercute en el comportamiento mecánico de los materiales.

Los estudios analizados muestran que las propiedades finales del material, como tenacidad, ductilidad, dureza y resistencia mecánica, dependen principalmente de la naturaleza, distribución y proporción de las fases presentes después del tratamiento térmico. Coincidiendo con Ren (2024) quien establece que la relación proceso-

microestructura-propiedad establece el fundamento para concebir el proceder de los materiales, debido a que los tratamientos térmicos actúan como mecanismos de transformación interna que determinan la respuesta mecánica del acero.

Conclusiones

Siguiendo la misma línea, los estudios analizados evidenciaron que el recocido favorece la formación de estructuras ferrítico-perlíticas gruesas, el normalizado produce una microestructura más refinada y homogénea, el temple promueve la formación de martensita y el revenido transforma esta fase en una estructura más estable mediante la precipitación de carburos. En efecto, existe una relación directa entre el tratamiento térmico aplicado y las modificaciones microestructurales obtenidas.

Por su parte, el normalizado proporciona niveles intermedios de dureza asociados al refinamiento de la estructura ferrítico-perlítica, mientras que el recocido genera los valores más bajos debido a la formación de granos más gruesos y estructuras más dúctiles. Por su parte, el temple produce los mayores incrementos de dureza mediante la formación de martensita, mientras que el revenido reduce parcialmente dichos valores al disminuir las tensiones internas y mejorar la estabilidad de los aceros.

Cabe destacar, los estudios manifestaron que el temple, aunque incrementa la resistencia mecánica y la dureza debido a la formación de martensita, reduce la capacidad del material para absorber energía como consecuencia del aumento de la fragilidad y las tensiones internas. En la misma línea, los saberes expusieron que el temple, aunque incrementa la resistencia mecánica y la dureza debido a la formación de martensita, reduce la capacidad del material para absorber energía como consecuencia del aumento de la fragilidad y las tensiones internas.

Finalmente, las modificaciones estructurales creadas por los tratamientos térmicos muestran una relación directa con el comportamiento mecánico de los aceros al carbono, debido a que cambios en el tamaño, la distribución y naturaleza de las fases presentes, como bainita, perlita, ferrita y martensita, comprueban sus propiedades finales. Aunado a esto, los procesos de temple benefician la formación de estructuras martensíticas que incrementan sustancialmente la resistencia mecánica y dureza. También, pueden reducir la tenacidad debido al aumento de tensiones internas.

Referencias Bibliograficas

- Anand, L., Kamrin, K & Govindjee, S. (2022). Hardness of a material. En *Introduction to Mechanics of Solid Materials*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780192866073.005.0007>.
- Allen, L., Gill, A., Smith, A., Hill, D., Moghadam, P. Z & Cordiner, J. (2023). Development of a machine learning framework to determine optimal alloy composition based on steel hardenability prediction. *Digital Chemical Engineering*, 9, 100118. <https://doi.org/10.1016/j.dche.2023.100118>.
- Bandi, B., Slater, C., Farrugia, D., Dastur, P & Davis, C. (2024). Investigating the sensitivity of dual-phase steel microstructure to continuous annealing line parameters. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials: Design and Applications*, 238(11), 903–913. <https://doi.org/10.1177/03019233241258094>.
- Cucuyame-Morales, J. F., Villarraga-Ossa, J. A & Bustamante-Góez, L. M. (2023). Evaluación numérica de la rigidez y la tenacidad en materiales compuestos bioinspirados. *Revista UIS Ingenierías*, 22(2), 97–108. <https://doi.org/10.18273/revuin.v22n2-2023008>.
- Dewangan, S., Nemade, V. V., Nemade, K. H., Bohra, P. M., Kartha, S. R & Chowrasia, M. K. (2022). A discussion on mechanical behaviour of heat-treated low carbon steel. *Materials Today: Proceedings*, 63, 362–367. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.203>.
- Duarte-García, M., Patiño-Arcila, I. D & Isaza-Merino, C. A. (2022). Evaluación comparativa de modelos computacionales para la resistencia a tracción efectiva en compuestos nano-reforzados. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 103, 28–39. <https://doi.org/10.17533/udea.redin.20221103>.
- Du, K., Lv, Z., Fan, W., Zhang, R., Li, X & Xu, L. (2023). Effect of heat treatment process on microstructure and mechanical properties of high-carbon H13 steel. *Processes*, 11(11), 3239. <https://doi.org/10.3390/pr11113239>.
- Dey, I., Das, K., Saha, R & Ghosh, S. K. (2023). Microstructure-based modeling and estimation of mechanical properties of high-carbon steel. *Steel Research International*, 94, 2300082. <https://doi.org/10.1002/srin.202300082>.
- Ding, Y., Li, H., Wang, Z et al. (2023). On the impact toughness of amorphous/crystalline metallic laminates. *Journal of Materials Research and Technology*, 26, 3756–3767. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.08.133>.
- Franco-Correa, J. C., Martínez-Franco, E., Cruz-González, C. E., Salgado-López, J. M., & Villada-Villalobos, J. A. (2023). Tailored Time–Temperature Transformation Diagram for IN718 Alloy Obtained via Powder Bed Fusion Additive Manufacturing: Phase Behavior and Precipitation Dynamic. *Materials*, 16(23), 7280. <https://doi.org/10.3390/ma16237280>.

- Fatla, O. M. H., Robinson, F. C. J., Jweeg, M. J., Beynon, N., Valera-Medina, A., Aljibori, H. S. S., Mohammed, M. N & Abdullah, O. I. (2024). Technologies for high-temperature batch annealing of grain-oriented electrical steel: An overview. *Open Engineering*, 14(1), 20240053. <https://doi.org/10.1515/eng-2024-0053>.
- Geroldinger, S., Teissedre, L., de Oro Calderon, R., Gierl-Mayer, C & Danninger, H. (2023). Hardenability of PM steel alloyed using tailored master alloys. *HTM Journal of Heat Treatment and Materials*, 78(6), 341–351. <https://doi.org/10.1515/htm-2023-0028>.
- Jiang, H., Wei, M., Hu, X., Cai, X., Li, D & Dang, E. (2024). Effects of tempering temperature on the microstructure and mechanical properties of F22M steel for blowout preventer in ultra-deep well. *Acta Metallurgica Sinica*, 62(4), 587–598. <https://doi.org/10.11900/0412.1961.2024.00122>.
- Kwok, T. W. J., Worsnop, F. F., Douglas, J. O & Dye, D. (2023). Carbon in Solution and the Charpy Impact Performance of Medium Mn Steels. *Metallurgical and Materials Transactions A*, 54, 4128–4137. <https://doi.org/10.1007/s11661-023-07157-y>.
- Kwok, T. W. J & Dye, D. (2023). A review of the processing, microstructure and property relationships in medium Mn steels. *International Materials Reviews*, 68(8), 1098–1134. <https://doi.org/10.1080/09506608.2023.2199617>.
- Liu, J., Wang, W., Xie, J., Diao, X., Wei, W., Cheng, Y., Ji, Q & Chang, L. (2023). Effect of secondary tempering on microstructure and properties of medium carbon medium chromium alloy steel. *Transactions of Materials and Heat Treatment*, 44(1), 117–125. <https://doi.org/10.13289/j.issn.1009-6264.2022-0284>.
- Liu, Y., Han, S., Yang, C., Geng, R., Yuan, X., Li, Y & Wang, C. (2024). Evolution of microstructures and mechanical properties with tempering temperature in a novel synergistic precipitation strengthening ultra-high strength steel. *Materials*, 17(21), 5314. <https://doi.org/10.3390/ma17215314>.
- Lozano, D. E., Martínez-Cázares, G. M & Bedolla-Gil, Y. (2024). Metallurgical fundamentals of quenching. En *ASM Handbook, Volume 4F: Quenchants and Quenching Technology* (pp. 3–25). ASM International. <https://doi.org/10.31399/asm.hb.v4F.a0006995>.
- Ma, T., Hao, X & Wang, P. (2023). Effects of orthogonal heat treatment on microstructure and mechanical properties of GN9 ferritic/martensitic steel. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, 36, 155. <https://doi.org/10.1186/s10033-023-00984-5>.
- Paul, S., Wang, C & Sun, C. C. (2022). An extended macroindentation method for determining the hardness of poorly compressible materials. *International Journal of Pharmaceutics*, 624, 122054. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2022.122054>.
- Ren, Q.-Q. (2024). Understanding processing–microstructure–property relationships of structural alloys. *Crystals*, 14(7), 666. <https://doi.org/10.3390/cryst14070666>.

- Tobías López, J. G., Soria Aguilar, M. J., García Sánchez, E. O & Carrillo Pedroza, F. R. (2023). Revisión de transformaciones de fase en estado sólido de aceros empleando técnicas de análisis térmico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13074.
- Totten, G. E., Otero, R. S., Luo, X & Canale, L. C. F. (2024). *Steel heat treatment failures due to quenching*. En *ASM Handbook, Volume 4F: Quenchants and Quenching Technology* (pp. 575–592). ASM International. <https://doi.org/10.31399/asm.hb.v4F.a0007018>.
- Villaquirán-Caicedo, M. A., Perea, V. N., Ruiz, J. E & Mejía de Gutiérrez, R. (2022). Mechanical, physical and thermoacoustic properties of lightweight composite geopolymers. *Ingeniería y Competitividad*, 24(1). <https://doi.org/10.25100/iyc.24i1.10985>.
- Verdezoto Espinoza, E. M., Rosero Ruano, L. J., Balla Yucailla, J. D & Valiente Sigcha, A. A. (2023). *Materiales metálicos: Revisión del estado del arte*. Alfa Publicaciones, 5(3), 229–248. <https://doi.org/10.33262/ap.v5i3.401>.
- Wang, Y., Zhang, Y., Liu, X et al. (2022). Prediction and mechanism explain of austenite-grain growth during reheating of alloy steel using XAI. *Journal of Materials Research and Technology*, 21, 1408–1418. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.09.119>.
- Wong, A., Bedekar, V., Voothaluru, R & Galindo-Nava, E. (2023). Modelling deformation-induced martensite transformation in high-carbon steels. *Materials Science and Technology*, 39(15), 2035–2049. <https://doi.org/10.1080/02670836.2023.2187983>.
- Wang, Y., Feng, Z., Wang, Y., Ronevich, J., Agnani, M., & Marchi, C. S. (2024). *Microstructure and mechanical performance of X120 linepipe steel in high-pressure hydrogen gas*. Materials and Fabrication, ASME 2024 Pressure Vessels and Piping Conference. <https://doi.org/10.1115/PVP2024-123383>.
- Wang, J., Li, X., Yi, K & Elmi, S. A. (2024). Research on the temperature and thermal stress of the roll quenching process of thin plates. *Metals*, 14(1), 83. <https://doi.org/10.3390/met14010083>.
- Xie, D., Xue, Y., Yu, W., Shi, J., Wang, M & Xiao, H. (2024). Effect of tempering temperature on microstructure and mechanical properties of 2300 MPa grade low alloy ultra-high strength steel. *Journal of Iron and Steel Research*, 36(5), 660–668. <https://doi.org/10.13228/j.boyuan.issn1001-0963.20230333>.
- Zhang, X., Li, G., Zhao, H., Gao, J., Wu, H., Zhang, C., Huang, Y., Wu, G., Wang, S. Z., & Mao, X. (2024). *Evolution of microstructure and mechanical properties along the thickness direction of 500 MPa HSLA steel heavy plates*. Materials Science and Engineering: A, 913, 147097. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2024.147097>.

VI. CONTROL INTERNO. UNA ESTRATEGIA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS Y LA TOMA DE DECISIONES

Alonso Elías Pirela Añez, Andrea Jemima Naranjo Soriano, Luis Eduardo Tomalá Villón, David Alejandro Paredes Aguilar, Lissette Lilibeth Barzola González

Resumen

El control interno constituye una herramienta fundamental para fortalecer la gestión organizacional, ya que permite optimizar los recursos y mejorar la toma de decisiones. Su implementación comprende políticas y procedimientos orientados a garantizar el cumplimiento de los objetivos institucionales, la confiabilidad de la información y la eficiencia operativa. El objetivo del artículo es explicar la importancia del control interno como estrategia para la optimización de recursos y la toma de decisiones en las organizaciones. Para ello, se realizó una revisión documental de literatura científica y técnica. Los resultados evidencian que un sistema de control interno adecuadamente diseñado contribuye a la reducción de riesgos, la prevención de errores y el fortalecimiento de la transparencia organizacional. Se concluye que el control interno representa un elemento esencial para promover una gestión eficiente, responsable y orientada al cumplimiento de los objetivos institucionales.

Palabras clave: Control Interno, Eficiencia Administrativa, Gestión Organizacional, Optimización de Recursos, Toma de Decisiones.

Internal Control: A Strategy for Resource Optimization and Decision-Making

Abstract

Internal control is a fundamental tool to strengthen organizational management, since it allows optimizing resources and improving decision-making. Its implementation includes policies and procedures aimed at guaranteeing compliance with institutional objectives, information reliability, and operational efficiency. The objective of this article is to explain the importance of internal control as a strategy for the optimization of resources and decision-making in organizations. To this end, a documentary review of scientific and technical literature was carried out. The results show that a properly designed internal control system contributes to the reduction of risks, the prevention of errors, and the strengthening of organizational transparency. It is concluded that internal control represents an essential element to promote efficient, responsible management oriented to the fulfillment of institutional objectives.

Keywords: Internal Control, Administrative Efficiency, Organizational Management, Resource Optimization, Decision Making.

Introducción

En el entorno organizacional actual, caracterizado por constantes cambios normativos, tecnológicos y económicos, las instituciones enfrentan el desafío de gestionar sus recursos de manera transparente y eficiente. En este contexto, el control interno se ha

consolidado como una herramienta fundamental para garantizar el adecuado funcionamiento de los procesos operativos y administrativos. Su aplicación contribuye al fortalecimiento de la gestión organizacional y al cumplimiento de los objetivos institucionales. Además, permite identificar riesgos potenciales y establecer mecanismos para mitigarlos oportunamente.

Por su parte, el control interno comprende un conjunto de prácticas, procedimientos y políticas, diseñadas para proporcionar seguridad razonable sobre el logro de los objetivos organizacionales. Su implementación favorece la protección de los activos, la confiabilidad de la información y el cumplimiento de las disposiciones legales vigentes. Asimismo, promueve una cultura de responsabilidad y rendición de cuentas dentro de las organizaciones. Por esta razón, constituye un elemento esencial para el crecimiento institucional y la sostenibilidad.

En este sentido, diversas organizaciones presentan limitaciones en la adecuada ejecución del control interno, lo que genera dificultades en la gestión eficiente de los recursos y debilidades en la toma de decisiones. Esta situación se traduce en errores operativos, riesgos financieros, pérdida de recursos y falta de información confiable para la administración, afectando directamente el cumplimiento de los objetivos institucionales y el desempeño organizacional. Ante esta problemática, surge la necesidad de analizar el control interno como una estrategia que permita optimizar los recursos y fortalecer la toma de decisiones en las organizaciones.

Por otro lado, La optimización de recursos representa uno de los principales beneficios derivados de un sistema de control interno eficaz. Mediante la supervisión adecuada de las actividades y la evaluación continua de los procesos, las organizaciones pueden minimizar errores, reducir desperdicios y mejorar el aprovechamiento de los recursos materiales, financieros y humanos. Esta capacidad de control permite incrementar la eficiencia operativa y generar mejores resultados. Como consecuencia, se fortalece la competitividad y la capacidad de adaptación frente a los cambios del entorno.

Por otra parte, la toma de decisiones constituye una función estratégica que depende en gran medida de la disponibilidad de información oportuna y confiable. Un sistema de control interno bien estructurado facilita la generación de datos precisos para apoyar a los directivos en la organización, planificación y evaluación de las actividades

institucionales. De esta manera, las decisiones adoptadas se fundamentan en evidencias objetivas y no únicamente en criterios subjetivos. Esto contribuye a disminuir la incertidumbre y mejorar el desempeño organizacional.

De ahí que el artículo tiene como objetivo explicar el control interno como una estrategia para la optimización de recursos y la toma de decisiones en las organizaciones. Para ello, se realiza una revisión documental de literatura científica y técnica relacionada con el tema. También, se examinan los principales beneficios que aporta la implementación de sistemas de control interno en diferentes contextos organizacionales. Finalmente, se destacan sus contribuciones al fortalecimiento de la eficiencia, a la gestión institucional y la transparencia. El artículo se orienta a responder la siguiente pregunta: ¿De qué manera el control interno contribuye a la optimización de los recursos y a la mejora en la toma de decisiones en las organizaciones?

Revisión de Literatura

Procesos administrativos y Control Interno

Tarazona y Fernández (2024) manifiestan que los **procesos administrativos** constituyen un conjunto organizado de actividades institucionales basadas en la planificación, supervisión y mejora continua, orientadas a incrementar la eficiencia, la calidad y la generación de valor para los ciudadanos y las organizaciones. Así, Proaño y Ponce (2024) declaran que los procesos administrativos comprenden acciones de gestión que permiten optimizar las operaciones internas, eliminar redundancias y mejorar la eficiencia organizacional para alcanzar los objetivos empresariales.

Conviene resaltar que, Merchán et al (2024) describen a los procesos administrativos como un sistema dinámico de planificación, organización, control y dirección que ha evolucionado para responder a los cambios económicos, tecnológicos y organizacionales contemporáneos.

En este contexto, Salazar et al (2023) consideran que la **planeación estratégica** es un proceso fundamental que permite a las organizaciones formular acciones, definir objetivos y orientar recursos para alcanzar resultados deseados, considerando tanto el entorno interno como externo para mejorar la gestión institucional. Además, la planeación puede entenderse como una herramienta de gestión que establece objetivos de largo plazo

y define estrategias para maximizar beneficios, optimizar recursos y orientar la toma de decisiones en las organizaciones públicas y privadas, según Castro (2023).

En este contexto, Alshaiti (2023) señala que el control interno es un sistema de procedimientos y mecanismos implementados por una organización para prevenir riesgos, fortalecer el desempeño empresarial y mejorar los procesos operativos, mediante una adecuada supervisión y gestión de la información. También, Larrey et al (2023) indican que el control interno comprende un conjunto de prácticas, políticas y mecanismos de supervisión que permiten a las organizaciones enfrentar riesgos e indecisiones, garantizando el logro de los objetivos institucionales y la eficiencia en la gestión.

Desde esta perspectiva, Mesa (2023) explica que el control interno puede entenderse como un sistema de procedimientos de cumplimiento y control diseñado para prevenir fraudes, reducir riesgos y promover comportamientos éticos dentro de las organizaciones, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos corporativos. Son ejemplos de control interno, las políticas, procedimientos y los mecanismos diseñados por una organización para proteger sus activos.

En este marco Alvarado y Gómez (2023) piensan que el **control de gestión** es una herramienta administrativa que permite evaluar, monitorear, y corregir el desempeño organizacional mediante indicadores y mecanismos de seguimiento, con el fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos estratégicos y mejorar la eficiencia empresarial. Vale decir, que el control de gestión comprende el uso de indicadores financieros y no financieros para medir el grado de cumplimiento de los objetivos de una empresa, facilitando la toma de decisiones, la mejora continua y la evaluación del desempeño de los procesos institucionales, de acuerdo con Rojas et al (2023).

En ese mismo concepto, Solís (2023) señala que el **cumplimiento normativo** (compliance) es el conjunto de políticas, procedimientos y mecanismos implementados por una organización para asegurar la observancia de las leyes, regulaciones y estándares aplicables, reduciendo riesgos legales y fortaleciendo la responsabilidad corporativa. En esta perspectiva, el cumplimiento normativo como un sistema de autorregulación empresarial orientado a prevenir riesgos jurídicos, laborales, ambientales y fiscales

mediante la adopción de principios de ética, buen gobierno, prevención y responsabilidad social, según Rey Navas (2023).

Gestión organizacional, Optimización y Toma de Decisiones.

Según Wu et al (2024) la **gestión organizacional** es la capacidad de los directivos para coordinar recursos, desarrollar estrategias y responder a las presiones internas y externas con el fin de impulsar la transformación y el desempeño sostenible de la organización. Al mismo tiempo, para Liu et al (2024) la gestión organizacional comprende los procesos mediante los cuales las organizaciones estructuran funciones, responsabilidades e identidades profesionales para alcanzar objetivos institucionales en entornos cada vez más orientados al rendimiento y la eficiencia.

Por lo tanto, Kang y Long (2024), la gestión organizacional puede entenderse como un proceso dinámico de coordinación, interacción y construcción de relaciones entre personas, recursos y contextos, orientado a generar resultados colectivos y adaptarse al cambio organizacional.

Por otra parte, O'Hara et al (2024) afirma que la **optimización de recursos** consiste en la utilización estratégica y eficiente de los recursos disponibles para maximizar los resultados obtenidos, equilibrando costos, participación de los actores involucrados y rigor en la implementación de procesos organizacionales. En esta línea, Liu et al (2024) indican que la optimización de recursos es un proceso basado en datos que busca mejorar la eficiencia operativa mediante la reasignación estratégica de capacidades y recursos, reduciendo desperdicios y fortaleciendo el rendimiento organizacional.

Igualmente, Allu et al (2024) expresa que la optimización de recursos implica planificar, asignar y controlar eficientemente los talentos humanos, recursos materiales y financieros para incrementar la productividad, cumplir los plazos establecidos y reducir costos dentro de los proyectos y organizaciones.

De igual modo, Banks y Gamblin (2023) precisan que la **toma de decisiones** es un proceso mediante el cual las personas evalúan alternativas considerando atributos, experiencias previas y consecuencias esperadas para seleccionar la opción que genere el resultado más satisfactorio. A su vez, Shepherd et al (2023) señalan que la toma de decisiones organizacional de alta calidad implica integrar información, coordinar

perspectivas diversas y actuar con rapidez para seleccionar alternativas que contribuyan al logro de los objetivos estratégicos de la organización.

No obstante, Villiger (2023) expone que la toma de decisiones en situaciones complejas o transformadoras puede considerarse un proceso racional cuando los individuos utilizan la información disponible y los valores conocidos para comparar alternativas y elegir la opción más conveniente.

Por otro lado, Li (2024) muestra que la **eficiencia administrativa** se entiende como la capacidad de las organizaciones gubernamentales para integrar talentos humanos, tecnología y apoyo institucional con el fin de mejorar la calidad de los servicios, reducir tiempos de gestión y optimizar el uso de los recursos disponibles. Cabe destacar que, Fan et al (2024) expresan que esta puede definirse como la capacidad de los gobiernos para mejorar los resultados institucionales mediante la adopción de tecnologías innovadoras que simplifican los procesos administrativos, fortalecen la transparencia y reducen los costos operativos. Por esto, Bi y Xu (2024) enuncian que la eficiencia administrativa es la capacidad de una entidad pública para ofrecer servicios de manera rápida, uniforme y efectiva mediante la automatización de procesos y la digitalización de trámites, incrementando la productividad organizacional y la satisfacción de los usuarios.

De la misma forma, Du (2024) definen la **información financiera** como la representación sistemática de la situación económica y financiera de una entidad, cuya precisión y transparencia son esenciales para reducir la asimetría de información y mejorar la eficiencia de los mercados financieros. En esta línea, la información financiera comprende el conjunto de datos y revelaciones que las empresas ponen a disposición de los usuarios para reducir la anomalía informativa, facilitar la evaluación de la situación económica de la organización y apoyar la toma de decisiones de los grupos de interés y de los inversionistas, según Restrepo et al (2022).

De igual modo, Finol y Chacín (2023) manifiestan que la **transparencia** es un principio constitucional y un derecho fundamental que garantiza el acceso de los ciudadanos a la información pública, fortaleciendo la democracia, la participación ciudadana y la rendición de cuentas de las instituciones del Estado. Por el contrario, Páez et al (2023) revelan que la transparencia es un mecanismo que permite a la ciudadanía supervisar la gestión pública mediante el acceso a información clara y verificable,

favoreciendo la rendición de cuentas y la confianza en las instituciones gubernamentales. Sin embargo, Moreira y Bermeo (2023) señalan que la transparencia constituye una estrategia de gobierno abierto que promueve la difusión oportuna de información, la participación ciudadana y la gobernanza colaborativa para mejorar la gestión institucional y la confianza pública.

Drascek (2024), propone que una **auditoría interna** es una actividad independiente y objetiva que busca mejorar la eficacia organizacional mediante la evaluación de procesos, riesgos y controles, alineando sus actividades con los objetivos estratégicos y el interés público. Por esta razón, la auditoría es un proceso sistemático de obtención y evaluación de evidencia que permite emitir una opinión objetiva sobre la confiabilidad de la información y la efectividad de los controles, mediante la coordinación entre auditores internos y externos, según Chui et al., (2024). Shivram (2024), plantea que la auditoría es una actividad de evaluación continua que utiliza herramientas tecnológicas y analíticas para examinar poblaciones completas de datos, mejorar la objetividad de los hallazgos y fortalecer la detección de riesgos en las organizaciones.

En tal sentido, Bryce (2024) formula que los **riesgos** son eventos o situaciones inciertas que pueden afectar el logro de los objetivos de una organización, generando tanto amenazas como oportunidades que requieren identificación, evaluación y gestión estratégica por parte de la dirección. De igual manera, los riesgos organizacionales constituyen la posibilidad de que acontecimientos internos o externos impidan el cumplimiento de los objetivos, afecten la continuidad operativa y comprometan la capacidad de la organización para generar valor y mantener su sostenibilidad en entornos cambiantes, de acuerdo con Blair et al (2024).

En este aspecto, Avendaño et al (2023) establecen que la **mejora continua** es un proceso sistemático orientado a perfeccionar indeleblemente los procesos industriales mediante la incorporación de tecnologías, la optimización de recursos y la adaptación constante a las necesidades del entorno, con el propósito de aumentar la eficiencia y la idoneidad. De hecho, la mejora continua constituye un principio básico de los sistemas de gestión de calidad, enfocado en la evaluación intacts de los procesos para aumentar la calidad de servicios y productos, garantizando el cumplimiento de los requisitos de los clientes y de la normativa aplicable, según Vázquez et al (2023). Para Quesada y Segura

(2023) la mejora continua puede entenderse como una dinámica de innovación y aprendizaje organizacional que permite adaptar herramientas de gestión y procesos a los cambios del entorno, promoviendo la efectividad y la sostenibilidad institucional.

Metodología

La investigación que dio origen al artículo se desarrolló bajo un estudio de tipo documental, debido a que se orientó al análisis e interpretación de información científica relacionada con la temática. Se basó en la revisión sistemática de literatura, la cual permite seleccionar, identificar y sintetizar estudios relevantes sobre un tema específico. De acuerdo con Sauer y Seuring (2023) las revisiones sistemáticas constituyen un método confiable para consolidar el conocimiento científico en las ciencias de la gestión y generar evidencia para futuras investigaciones. Después, se aplicó un análisis de contenido para identificar enfoques, hallazgos y conceptos sobre el control interno en el desempeño institucional. Este proceso coincide con lo dicho por Seuring y Gold (2012) quienes destacan la importancia del análisis documental para la construcción de conocimiento en las ciencias administrativas.

Resultados

Se evidenció que el **control interno contribuye con la toma de decisiones**, debido a que proporciona información confiable, oportuna y relevante para los directivos. Esto favorece la identificación de riesgos, la corrección de desviaciones y la adopción de estrategias orientadas al logro de los objetivos institucionales. También, muestran que un sistema de control interno bien estructurado fortalece la gestión organizacional, incrementa la transparencia de los procesos y mejora la eficiencia administrativa, reduciendo errores, irregularidades y posibles pérdidas. La tabla 16, a continuación, muestra el impacto del control

Tabla 16. Control Interno en las organizaciones

Dimensiones organizacionales	Definición funcional	Relación con el control interno
Optimización de recursos	Uso eficiente de recursos disponibles.	El control interno mejora su aprovechamiento.
Toma de decisiones	Solución de alternativa estratégicas.	Proporciona información confiable.
Gestión organizacional	Administración de procesos institucionales.	Fortalece la planificación y la supervisión.

INGENIERÍA, GESTIÓN Y LIDERAZGO EN LA COMPETITIVIDAD ORGANIZACIONAL Y LA SOSTENIBILIDAD

Eficiencia administrativa	Logro de objetivos con menore uso de recursos.	Incrementa mediante controles efectivos.
---------------------------	--	--

Fuente: Elaboración propia.

El control interno constituye una herramienta fundamental para fortalecer la gestión organizacional, optimizar el uso de los recursos y contribuir al logro de los objetivos institucionales. En este sentido, los hallazgos encontrados coinciden con Alshaiti (2023) quien sostiene que el control interno está conformado por procedimientos y mecanismos orientados a prevenir riesgos, fortalecer el desempeño empresarial y mejorar los procesos operativos mediante una adecuada supervisión y gestión de la información.

La **optimización de recursos favorece la reducción de costos operativos**, minimiza el desperdicio de insumos y fortalece la planificación de las actividades organizacionales. Los estudios analizados destacan que las empresas que gestionan bien sus recursos logran una mejor distribución de compromisos, un mayor lucro de sus capacidades operativas y una respuesta más efectiva ante los cambios del entorno. A su vez, la optimización de los recursos ayuda a fortalecer la sostenibilidad industrial, permitiendo aumentar los beneficios obtenidos a partir de los recursos disponibles sin unir la calidad de los servicios y procesos. La tabla 17, a continuación, evidencia los resultados en este renglón.

Tabla 17. Aportes del control interno a la optimización de recursos

Autores	Año	Aporte relacionado con la optimización de recursos	Beneficios organizacional
Alshaiti	2023	El control interno fortalece el desempeño empresarial mediante sistemas de información que facilitan el uso eficiente de los recursos organizacionales	La mejora de la productividad y reducción de ineficiencias
Allu et al.	2024	La optimización de la asignación de recursos permite maximizar los resultados organizacionales y minimizar el desperdicio	Aprovechamiento eficiente de recursos disponibles
O'Hara et al.	2024	La gestión adecuada de recursos favorece el cumplimiento de objetivos y la sostenibilidad de los procesos organizacionales	Mayor eficiencia operativa
Liu, Costa y Wu	2024	La optimización basada en datos contribuye a incrementar la eficiencia productiva y la resiliencia organizacional	Incremento del rendimiento institucional

INGENIERÍA, GESTIÓN Y LIDERAZGO EN LA COMPETITIVIDAD ORGANIZACIONAL Y LA SOSTENIBILIDAD

Alvarado y Gómez	2023	El control de gestión permite supervisar el uso de recursos y mejorar la eficiencia organizacional	Reducción de costos y fortalecimiento de la gestión
Proaño y Ponce	2024	La gestión administrativa adecuada favorece la utilización racional de los recursos institucionales	Mejor desempeño organizacional

Fuente: elaboración propia.

La optimización de recursos constituye un factor clave para mejorar el desempeño organizacional, ya que permite aprovechar de manera eficiente los recursos humanos, materiales y financieros disponibles. En este sentido, los hallazgos encontrados coinciden con lo planteado por O'Hara et al (2024) quienes señalan que la optimización de recursos consiste en la utilización estratégica y eficiente de los recursos disponibles para maximizar los resultados organizacionales, equilibrando costos y garantizando la adecuada ejecución de los procesos institucionales.

Se identificó que los sistemas de **control interno fortalecen la toma de decisiones** al proporcionar mecanismos de seguimiento, evaluación y control que permiten detectar riesgos, corregir desviaciones y anticipar posibles problemas. Igualmente, los estudios revisados también destacan que una toma de decisiones basada en información precisa contribuye a una mejor asignación de recursos, al fortalecimiento de la planificación estratégica y a una mayor capacidad de respuesta frente a los cambios del entorno, y las empresas que apoyan sus decisiones en procesos de control y análisis presentan mayores niveles de eficiencia, competitividad. Lo planteado, se muestran en la tabla 18 y 19, a continuación.

Tabla 18. Influencia del control interno en la toma de decisiones según la literatura revisada

Autores	Año	Aporte relacionado con la toma de decisiones	Implicación organizacional
Banks y Gamblin	2023	La toma de decisiones efectiva depende de la integración y evaluación adecuada de la información disponible.	Decisiones más precisas y fundamentadas.
Shepherd et al.	2023	La integración de información de calidad favorece decisiones rápidas y de alto nivel organizacional.	Mayor capacidad de respuesta institucional.
Villiger	2023	La toma de decisiones racional requiere procesos sistemáticos de análisis y evaluación de alternativas.	Disminución de errores en la gestión.

INGENIERÍA, GESTIÓN Y LIDERAZGO EN LA COMPETITIVIDAD ORGANIZACIONAL Y LA SOSTENIBILIDAD

Bryce	2024	La gestión del riesgo contribuye a identificar oportunidades y amenazas para apoyar la toma de decisiones estratégicas.	Reducción de incertidumbre organizacional.
Castro	2023	La planificación estratégica proporciona información relevante para la selección de acciones y objetivos institucionales.	Fortalecimiento de la gestión directiva.
Rojas Diaz et al.	2023	Los indicadores de gestión suministran información confiable para evaluar el desempeño y orientar decisiones.	Mejor control y seguimiento organizacional.

Fuente: Elaboración propia.

La toma de decisiones constituye un proceso fundamental para el logro de los objetivos organizacionales, debido a que permite seleccionar las alternativas más adecuadas a partir de información confiable y oportuna. En este sentido, los hallazgos encontrados coinciden con Banks y Gamblin (2023), quienes señalan que la toma de decisiones es un proceso mediante el cual las personas evalúan distintas alternativas considerando experiencias previas, atributos y consecuencias esperadas para elegir la opción que genere los resultados más satisfactorios.

Tabla 19. Control interno y eficiencia organizacional

Beneficio	Descripción	Efecto en la organización
Transparencia	Mayor claridad en los procesos	Incrementa la confianza
Eficiencia operativa	Optimización de actividades	Reduce costos
Prevención de errores	Disminución de fallas	Mejora el desempeño
Gestión de riesgos	Identificación oportuna de amenazas	Minimiza pérdidas

Fuente: Elaboración propia.

En relación con la eficiencia administrativa, los resultados obtenidos evidencian que la correcta aplicación del control interno contribuye a la mejora del desempeño institucional. Así, Li (2024) sostiene que la eficiencia administrativa en las industrias se basa en la capacidad de optimizar recursos y reducir los tiempos de gestión mediante la afiliación de tecnología y la mejora de los procesos internos. Por eso, Fan et al (2024) destacan que la adopción de tecnologías innovadoras permite simplificar procesos administrativos y mejorar el control de gestión.

Conclusiones

Se evidencia que la realización adecuada del control interno contribuye con la eficiencia de la gestión organizacional, al permitir una mejor supervisión de las actividades y una adecuada toma de decisiones basada en información confiable. Asimismo, se concluye que las organizaciones que fortalecen sus sistemas de control interno logran mayor transparencia, orden administrativo y reducción de riesgos operativos.

Por otra parte, las organizaciones que aplican estrategias de optimización de recursos logran mejorar su productividad, disminuir costos operativos y aumentar su eficiencia en la ejecución de procesos. Asimismo, los resultados reflejan que el uso de herramientas tecnológicas y la reasignación adecuada de funciones contribuyen significativamente a la mejora del rendimiento institucional. Además, la optimización de recursos mejora la productividad, disminuye los costos y aumenta la eficiencia en la ejecución de los procesos.

Una toma de decisiones adecuada contribuye a la mejora del desempeño organizacional, ya que facilita la resolución de problemas, la planificación estratégica y la respuesta oportuna ante situaciones complejas. Asimismo, la disponibilidad de información confiable y la coordinación entre áreas fortalecen la calidad de las decisiones en la organización. Por esto, la toma de decisiones es un elemento vital para la gestión eficiente, debido a su impacto directo en la efectividad de los procesos, la reducción de riesgos y el cumplimiento de los objetivos institucionales.

Finalmente, se concluye que la eficiencia administrativa es un factor clave para la competitividad y sostenibilidad organizacional, debido a su impacto directo en la mejora de los procesos, la reducción de costos y el incremento de la satisfacción de los usuarios. Por lo tanto, la eficiencia administrativa representa un componente esencial para el fortalecer a las organizaciones, ya que permite mejorar el uso de los recursos, reducir los tiempos de gestión y optimizar la calidad de los servicios.

Referencias Bibliográficas

Avendaño Delgado, E. M., Florian Castillo, O. R., Castro Beltran, N. A., Salvatierra Pino, R. M., & Deza Castillo, J. M. (2023). *Modelo de arquitectura empresarial para la*

mejora continua de una PYME del sector comercial. LACCEI Proceedings. <https://doi.org/10.18687/LEIRD2023.1.1.550>.

- Alvarado Cedeño, J. A & Gómez Miele, J. M. (2023). El control de gestión como herramienta para mejorar la eficiencia organizacional en Centercons S.A., Manabí. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria* Pentaciencias, 7(5), 327–342. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v7i5.1665>.
- Alshaiti, H. (2023). Influences of internal control on enterprise performance: Does an information system make a difference? *Journal of Risk and Financial Management*, 16(12), 518. <https://doi.org/10.3390/jrfm16120518>.
- Allu, S. R., Bhaumik, A., Ramakrishna, A., Lakavat, M., Allu, H & Chandini, S. (2024). A critical review of resource allocation optimization in project management. *International. Research Journal on Advanced Engineering Hub*, 6(4). <https://doi.org/10.47392/IRJAEH.2024.0255>.
- Banks, A. P & Gamblin, D. M. (2023). Successful everyday decision making: Combining attributes and associates. *Judgment and Decision Making*, 18(1). <https://doi.org/10.1017/S1930297500004150>.
- Bryce, C. (2024). *Reconciling risk as threat and opportunity: The social construction of risk in boardrooms*. *Risk Analysis*. <https://doi.org/10.1111/risa.14275>.
- Blair, G., Woodcock, H., Pagano, R & Endlar, L. (2024). Constructing a Risk Management Framework to Protect the Organization. *Journal of UTEC Engineering Management*, 2(1), 113–124. <https://doi.org/10.36344/utecem.2024.v02i01.010>.
- Bi, Q & Xu, X. (2024). How does digital government promote government efficiency: Evidence from automatic government service machine. *China Journal of Economics*. <https://doi.org/10.26599/CJE.2024.9300308>.
- Castro, R. M. (2023). Análisis de cinco modelos de planificación estratégica y los seis elementos de los presupuestos del sector público ecuatoriano. *Espacios*, 44(6), 1–11. <https://doi.org/10.48082/espacios-a23v44n06p06>
- Chui, L., Pike, B. J & Martin, K. (2024). External auditor's reliance decision on the internal audit function: A qualitative analysis on the coordination process. *Journal of Risk and Financial Management*, 17(7), 265. <https://doi.org/10.3390/jrfm17070265>.
- Du, X., Hong, J., Tao, H & Zhang, Y. (2024). Is digital finance always beneficial to accounting information transparency? Evidence from China. *China Journal of Accounting Studies*, 12(2), 276–310. <https://doi.org/10.1080/21697213.2024.2347234>.
- Drašček, M. (2024). The theory of internal audit – The purpose driven internal audit. *EDPACS*, 69(2), 12–21. <https://doi.org/10.1080/07366981.2024.2314798>.
- Finol Romero, L. T & Chacín, R. J. (2023). La transparencia de la función pública en el derecho constitucional latinoamericano. *Revista de Direito Internacional*, 19(3). <https://doi.org/10.5102/rdi.v19i3.8619>.

- Fan, J., Wang, Q & Wang, Y. (2024). The impact of blockchain on the administrative efficiency of provincial governments based on the data envelopment analysis–Tobit model. *Sustainability*, 16(7), 2909. <https://doi.org/10.3390/su16072909>.
- Kang, D & Long, Z. (2024). Organizing as Tong (通): Decolonizing organizational communication from the roots. *Management Communication Quarterly*, 38(3), 365–392. <https://doi.org/10.1177/08933189231223424>.
- Lartey, P. Y., Akolgo, I. G., Jaladi, S. R., Ayeduvor, S & Afriyie, S. O. (2023). Recent advances in internal control: Soft control overcoming the limits of hard control. *Financial Metrics in Business*, 4(1). <https://doi.org/10.25082/FMB.2023.01.004>.
- Liu, S., Huang, Q & Lv, M. (2024). From vocation to profession: Multiple identities of Chinese management academics. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11, 605. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03102-5>.
- Li, H. (2024). Smart practice of integrating administrative management and human resources of Chinese local governments under the background of digital transformation. *Lex Localis - Journal of Local Self-Government*, 22(3), 209–227. [https://doi.org/10.52152/22.3.209-227\(2024\)](https://doi.org/10.52152/22.3.209-227(2024)).
- Liu, Z., Costa, C & Wu, Y. (2024). Data-driven optimization of production efficiency and resilience in global supply chains. *World Journal of Innovation and Modern Technology*, 7(5). [https://doi.org/10.53469/WJIMT.2024.07\(05\).05](https://doi.org/10.53469/WJIMT.2024.07(05).05).
- Mesa-Pérez, E. (2023). The rise of compliance systems? The evolution of internal control through the accounting literature. *Spanish Journal of Finance and Accounting*, 53(3), 302–322. <https://doi.org/10.1080/02102412.2023.2255416>.
- Moreira-Arteaga, L & Bermeo-Valencia, M. (2023). Gobernanza inteligente como estrategia de transparencia en la gestión de gobierno abierto. Caso: PORTOVIAL E.P. 593 *Digital Publisher CEIT*, 8(3-1), 306–320. <https://doi.org/10.33386/593dp.2023.3-1.1864>.
- Merchan Noblecilla, L. G., Aguilar Loayza, E. L., González Malla, S. E & González De La Torre, T. E. (2024). Evolución de los procesos administrativos y contables. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 1878–1887. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13659.
- O'Hara, K. L., Guastafarro, K., Hita, L., Rhodes, C. A., Thomas, N. A., Wolchik, S. A & Berkel, C. (2024). Applying the resource management principle to achieve community engagement and experimental rigor in the multiphase optimization strategy framework. *Implementation Research and Practice*, 5. <https://doi.org/10.1177/26334895241262822>.
- Páez Moreno, Á. E., Ibarra Sánchez, C. D., Ríos Incio, F. A & Rodríguez Casallas, D. F. (2023). Evolución de la noción de transparencia y rendición de cuentas en el sector público. *Justicia*, 28(44), 183–196. <https://doi.org/10.17081/just.28.44.6974>.
- Proaño Ponce, W. P & Ponce Arteaga, G. G. (2024). Gestión administrativa y desarrollo organizacional como herramienta para la compañía Cat Construction. *UNESUM-Ciencias*, 8(1), 4–17. <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v8.n1.2024.4-17>.

- Quesada Brenes, E & Segura Castillo, A. (2023). *Indagación sistémica para la mejora continua de las herramientas de gestión de proyectos: El caso Gestiona de la Universidad Estatal a Distancia*. Project Design and Management. <https://doi.org/10.35992/pdm.mo2023.1826>.
- Restrepo, L. F., Tellez-Falla, D. F & Godoy-Bejarano, J. (2022). Information disclosure quality and firm value: Empirical evidence for an emerging integrated market. *Academia Revista Latinoamericana de Administración*, 35(4), 535–553. <https://doi.org/10.1108/ARLA-05-2021-0109>.
- Rojas-Díaz, P. J., Gómez-Mora, E. I & Gil-Marín, M. J. (2023). Indicadores financieros para el control de gestión en organizaciones. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(1), 135–149. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i1.2613>.
- Rey Navas, F. I., Sáenz, D. A., Quintero Herrera, D. A & Vera Gutiérrez, J. M. (2023). Cumplimiento normativo y respuesta del Estado ante el incumplimiento por la responsabilidad de la empresa. *Principia Iuris*, 20(43), 109–126. <https://doi.org/10.21855/principiaiuris.40.3093>.
- Seuring, S & Gold, S. (2012). Conducting content-analysis based literature reviews in supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, 17(5), 544–555. <https://doi.org/10.1108/13598541211258609>.
- Solís Gutiérrez, D. C. (2023). Importancia del cumplimiento normativo en México. Implementación del compliance en las empresas mexicanas. *MLS Law and International Politics*, 2(1), 82–93. <https://doi.org/10.58747/mlslip.v2i1.2200>.
- Sauer, P. C & Seuring, S. (2023). How to conduct systematic literature reviews in management research: A guide in 6 steps and 14 decisions. *Review of Managerial Science*, 17(5), 1899–1933. <https://doi.org/10.1007/s11846-023-00668-3>.
- Shepherd, N., Mooi, E., Elbanna, S & Lou, B. (2023). Fast and high-quality decision-making: The role of behavioral integration. *European Management Review*, 20(4), 679–697. <https://doi.org/10.1111/emre.12573>.
- Salazar-Caballero, M. M., Ortega-Cabrejos, M. Y & Hoyos-Rubio, Y. A. (2023). Planificación estratégica: Una mirada desde la educación inicial en el contexto peruano. *Revista Docentes 2.0*, 16(2), 235–246. <https://doi.org/10.37843/rted.v16i2.402>.
- Shivram, V. (2024). Auditing with AI: A theoretical framework for applying machine learning across the internal audit lifecycle. *EDPACS*, 69(2), 22–40. <https://doi.org/10.1080/07366981.2024.2312025>.
- Tarazona-Paredes, B & Fernández-Bedoya, V. H. (2024). Gestión de procesos administrativos en una entidad del sector público en Perú, 2024. *Arandu UTIC*, 12(2). <https://doi.org/10.69639/arandu.v12i2.934>.
- Villiger, D. (2023). Rational transformative decision-making. *Synthese*, 201(87). <https://doi.org/10.1007/s11229-023-04075-9>.
- Vázquez Cid de León, C., Alcántara Sánchez, A. N & Montesinos González, S. (2023). Caracterización de la norma ISO 9001:2015 a través de la mejora continua para su

implementación en organizaciones con inteligencia artificial. *Ingeniería Industrial*, (45). <https://doi.org/10.26439/ing.ind2023.n45.6627>.

Wu, W., Song, J., Lu, L & Guo, H. (2024). Is managerial ability a catalyst for driving digital transformation in enterprises? An empirical analysis from internal and external pressure perspectives. *PLoS ONE*, 19(2), e0293454. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0293454>.

VII. LIDERAZGO TRANSFORMACIONAL VS DESEMPEÑO Y SATISFACCIÓN ORGANIZACIONAL EN EQUIPOS MULTIDISCIPLINARIOS

Alonso Elías Pirela Añez, Luis Eduardo Tomalá Villón, Andrea Jemima Naranjo Soriano, Lissette Lilibeth Barzola González, David Alejandro Paredes Aguilar

Resumen

El liderazgo transformacional se consolida como un enfoque clave para mejorar el trabajo en contextos caracterizados por alta demanda operativa grupal. De ahí que el objetivo del artículo es sintetizar la evidencia científica sobre la influencia del liderazgo transformacional en el desempeño laboral y satisfacción organizacional en equipos multidisciplinarios. Para lo cual se realizó una revisión sistemática de la literatura siguiendo las directrices PRISMA 2020, utilizando las bases de datos Scopus, Web of Science y Scielo, considerando estudios publicados entre 2014 y 2024. El proceso de selección se basó en criterios de calidad metodológica, disponibilidad de texto completo y pertinencia temática. Los resultados evidencian que el liderazgo transformacional ejerce un efecto positivo y significativo en el desempeño y satisfacción organizacional. En particular, la motivación inspiradora y la consideración individualizada destacan como dimensiones clave para fortalecer el compromiso, la eficiencia y la cohesión de los equipos multidisciplinarios. Estos hallazgos aportan orientaciones relevantes para el desarrollo del liderazgo y la gestión del talento humano en entornos organizacionales complejos.

Palabras claves: Desempeño laboral; Equipos Multidisciplinarios; Liderazgo Transformacional; Satisfacción organizacional.

Abstract

Transformational leadership is consolidated as a key approach to improve work in contexts characterized by high group operational demand. Hence, the objective of the article is to synthesize scientific evidence on the influence of transformational leadership on work performance and organizational satisfaction in multidisciplinary teams. To this end, a systematic review of the literature was carried out following the PRISMA 2020 guidelines, using the Scopus, Web of Science and Scielo databases, considering studies published between 2014 and 2024. The selection process was based on criteria of methodological quality, availability of full text and thematic relevance. The results show that transformational leadership exerts a positive and significant effect on organizational performance and satisfaction. Inspiring motivation and individualized consideration stand out as key dimensions to strengthen the commitment, efficiency and cohesion of multidisciplinary teams. These findings provide relevant guidelines for leadership development and human talent management in complex organizational environments.

Keywords: Work performance; Multidisciplinary teams; Transformational leadership; Organizational satisfaction.

Introducción

El liderazgo transformacional se ha consolidado como uno de los enfoques más prestigiosos en el ámbito del comportamiento organizacional, en particular por su capacidad para generar altos niveles de desempeño, compromiso y motivación en los empleados. Este estilo de liderazgo promueve comportamientos que guían, inspiran y transforman la forma en que los trabajadores perciben los objetivos estratégicos de la organización, sus relaciones laborales y sus tareas.

Actualmente, las organizaciones se enfrentan a entornos altamente competitivos caracterizados por la innovación constante, la incertidumbre y la necesidad de integrar equipos multidisciplinarios capaces de resolver problemas complejos. Este contexto ha impulsado la búsqueda de modelos de liderazgo que no solo mejoren el desempeño laboral, sino que también fomenten la satisfacción organizacional, entendida como la percepción positiva de los empleados sobre su desarrollo profesional, sus relaciones interpersonales y su entorno laboral.

Diversos estudios han confirmado que el liderazgo transformacional favorece significativamente el desempeño laboral al potenciar la motivación intrínseca, promover el aprendizaje continuo y establecer un sentido de propósito compartido. Del mismo modo, este estilo de liderazgo aumenta la satisfacción organizacional al crear climas laborales basados en el apoyo emocional, el intercambio de conocimientos y la confianza, elementos clave para fortalecer la estabilidad y la cohesión del equipo.

En este sentido, en los últimos años, la gestión del talento humano ha reconocido que los equipos multidisciplinarios requieren líderes capaces de comprender las expectativas individuales, los estilos de trabajo y la diversidad de perfiles profesionales que coexisten dentro de una misma unidad de trabajo. El liderazgo transformacional aborda eficazmente esta necesidad, ya que promueve relaciones más estrechas entre empleados y líderes y facilita la construcción de una visión compartida que integra la diversidad en torno a objetivos comunes.

En este sentido, investigaciones recientes han determinado que la influencia del liderazgo transformacional es particularmente importante en regiones como Latinoamérica, donde las dinámicas sociales, culturales y laborales exigen estilos de liderazgo más orientados a las personas, empáticos y flexibles. En este contexto, los

equipos multidisciplinarios requieren líderes que no solo impulsen el logro de objetivos, sino que también fomenten un clima laboral favorable, promuevan la confianza y reduzcan los desafíos derivados de la diversidad profesional y las tensiones inherentes a los entornos institucionales latinoamericanos.

En el contexto latinoamericano, donde la formación de equipos multidisciplinarios se ha vuelto cada vez más común en respuesta a las demandas productivas, académicas y operativas, el liderazgo transformacional desempeña un papel estratégico. La literatura indica que los líderes que ejercen influencia idealizada, motivación inspiradora, estimulación intelectual y consideración individualizada promueven el compromiso entre profesionales de diferentes ámbitos, la creatividad y la integración, facilitando así el logro de objetivos colectivos y reduciendo tensiones.

Sin embargo, a pesar de la creciente producción científica sobre liderazgo transformacional, persiste una brecha de conocimiento respecto a la comprensión integral de su impacto simultáneo en el desempeño laboral y la satisfacción organizacional dentro de equipos multidisciplinarios, particularmente en el contexto latinoamericano. Muchos estudios han analizado estas variables de manera independiente o en sectores específicos, lo que dificulta la identificación de las dimensiones del liderazgo transformacional que generan mayores beneficios en entornos caracterizados por la diversidad profesional y la complejidad organizacional.

Ante esta problemática, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la influencia del liderazgo transformacional en el desempeño laboral y la satisfacción organizacional de los equipos multidisciplinarios? Para responder a esta interrogante, el objetivo general del estudio es analizar la evidencia científica sobre la influencia del liderazgo transformacional en el desempeño laboral y la satisfacción organizacional de los equipos multidisciplinarios.

De esta manera, el estudio busca aportar una visión integradora que contribuya a la comprensión del liderazgo transformacional como herramienta estratégica para la gestión del talento humano, proporcionando orientaciones útiles para fortalecer el desempeño, la satisfacción organizacional y la efectividad de los equipos multidisciplinarios en organizaciones latinoamericanas y otros contextos organizacionales complejos.

Revisión de la Literatura

Dimensiones del liderazgo transformacional.

El liderazgo transformacional fortalece la motivación, la confianza y el trabajo en equipo, mejorando así los resultados de desempeño y satisfacción según Raza et al (2024). En la misma línea, Buil et al (2019) y Hoch et al (2018) indican que este estilo de liderazgo mejora la satisfacción organizacional al fortalecer la percepción de apoyo mediante la confianza, el reconocimiento y el trabajo en equipo. En conjunto, estas relaciones permiten establecer un modelo conceptual en el que el liderazgo transformacional actúa como una variable externa que impulsa tanto el rendimiento como la satisfacción, mientras que el compromiso puede amplificar estos efectos.

La **motivación inspiradora** se refiere a la guía que brinda un líder transformacional que presenta una visión atractiva y clara del futuro, la comunica con optimismo y entusiasmo y, por lo tanto, anima a sus subordinados a esforzarse por alcanzar metas significativas que van más allá de los requisitos mínimos del puesto, según Lai et al (2020). De igual manera, la motivación inspiradora también se expresa como la capacidad del líder para transmitir una visión convincente y clara que motiva e inspira a los empleados a trabajar hacia objetivos compartidos, reforzando su compromiso organizacional y su motivación intrínseca, de acuerdo con Kawana (2024).

Según Chukwuma y Zondo (2024) la **motivación inspiradora** describe el comportamiento de un líder que presenta una visión cohesiva y convincente capaz de generar compromiso colectivo, optimismo y entusiasmo hacia el cambio. Mediante mensajes que resaltan el significado y el propósito de la transformación, el líder fomenta una mentalidad positiva en los empleados, fortalece la aceptación del cambio y reduce la resistencia a las iniciativas estratégicas de la organización.

Yu y Jang (2024) explican que la **estimulación intelectual** se describe como la capacidad del líder para animar a sus seguidores a explorar nuevas formas de hacer las cosas y buscar oportunidades de aprendizaje, motivándolos a emplear nuevas tecnologías, métodos y conocimientos en su práctica profesional. De igual manera, Lai et al (2020) definen la estimulación intelectual como la dimensión a través de la cual el líder anima a los miembros a cuestionar el statu quo y los enfoques convencionales, presentando

desafíos complejos que requieren nuevas formas de resolución de problemas y razonamiento.

La estimulación intelectual se define como el comportamiento de un líder transformacional que promueve el pensamiento crítico, anima a los empleados a debatir las suposiciones existentes y crea un entorno donde las personas se sienten seguras para presentar ideas innovadoras y expresarse creativamente. De esta manera, se generan las condiciones para soluciones innovadoras y una mayor creatividad en el trabajo.

Tang et al (2024) describen la **consideración individualizada** como la conducta del líder de prestar atención a las circunstancias, emociones y necesidades de cada colaborador, actuando como entrenador y mentor, mostrando empatía y escuchando sus preocupaciones. De esta manera, el líder fortalece el compromiso afectivo del equipo, lo que en contextos de servicio puede incluso traducirse en una mayor lealtad de los usuarios.

Desempeño laboral y Satisfacción organizacional.

Reig-Botella et al (2024) indican que el **desempeño laboral** es un concepto que abarca diversas formas de comportamiento laboral, incluyendo el desempeño adaptativo, las conductas contraproducentes, el desempeño contextual, el desempeño de la tarea y el control del empleado, todos estos caracterizados por su contribución al logro de los objetivos organizacionales. Además, Platania et al (2024) afirman que el desempeño laboral consiste en el conjunto de comportamientos observables mediante los cuales un individuo evita acciones que perjudican a la organización, apoya el entorno social y organizacional y lleva a cabo las tareas asignadas.

Por otro lado, Saidin et al (2024) argumentan que el desempeño laboral es un constructo complejo que refleja el grado en que los empleados aplican con energía su motivación, habilidades y conocimientos dentro de un contexto dado de apoyo y claridad de roles, con el fin de cumplir con las expectativas laborales y contribuir a otras formas de desempeño laboral, integrando dimensiones como el desempeño de la tarea y los objetivos organizacionales.

Así mismo, Motowidlo y Kell (2012) definen el **desempeño laboral** como el valor total esperado que el comportamiento de un empleado aporta a la organización durante

un período determinado; es decir, la secuencia de acciones significativas relacionadas con el desempeño que apoyan los objetivos organizacionales. De igual manera, Reig-Botella et al (2024) argumentan que el desempeño laboral abarca todos los procesos bajo el control del empleado que impactan los resultados organizacionales, incluyendo dimensiones como las conductas contraproducentes, el desempeño contextual y el desempeño de la tarea.

Gander et al (2020) especifican que el **desempeño individual** se refiere al grado en que cada empleado cumple eficazmente con sus responsabilidades y tareas, mientras que el desempeño del equipo se refiere a la calidad del trabajo colectivo, la coordinación y los resultados alcanzados por el equipo en su conjunto; ambos se ven influenciados por la distribución de fortalezas y los roles de equipo presentes entre los miembros.

De igual manera, Meyers et al (2023) afirman que el desempeño individual refleja el grado en que cada miembro aplica sus fortalezas personales para cumplir eficazmente con los requisitos del puesto, mientras que el **desempeño grupal** refleja la energía con la que el equipo, como sistema, convierte este uso combinado de fortalezas en resultados clave valorados por la organización. Según Samul et al (2025) el desempeño individual y grupal se definen como los resultados alcanzados, respectivamente, por cada gerente y por todo su equipo en el proceso de cumplimiento de objetivos. Ambos niveles de desempeño se mejoran cuando existe una alta alineación entre las exigencias del puesto, las preferencias gerenciales, las habilidades y las competencias.

Stock et al (2023) definen la **productividad** del trabajador como la cantidad de producto producido por unidad de trabajo durante un período determinado, lo que representa la relación entre los recursos laborales invertidos y el volumen de producto generado. Desde esta perspectiva, la productividad laboral refleja el rendimiento cuantitativo de cada unidad de trabajo o empleado.

Kumari et al (2023) argumentan que la productividad del trabajador se ve influenciada por factores contextuales, organizacionales e individuales, y no debe considerarse un indicador único, sino el resultado de la combinación de condiciones de trabajo y recursos laborales que propician un rendimiento sostenible. De igual manera, Rahman et al (2023) explican que la productividad refleja la eficiencia con la que los

trabajadores transforman los recursos disponibles en resultados que apoyan los objetivos organizacionales.

Mamani et al (2023) definen el **comportamiento organizacional** como el estudio del comportamiento de las personas dentro de las organizaciones y cómo estos afectan la eficacia organizacional. Vîlcu et al (2024) destacan además que el comportamiento organizacional abarca la dinámica individual y grupal, la motivación, la comunicación y la cultura organizacional.

Pandey et al (2025) definen el **bienestar laboral** como la calidad general de las experiencias de los empleados en el trabajo, abarcando las dimensiones sociales, emocionales, mentales y físicas. De igual manera, Molnár et al (2024) describen el bienestar laboral como un constructo multidimensional que integra el clima laboral, la salud, la seguridad y el apoyo organizacional, lo cual influye directamente en la productividad y el rendimiento.

Matheis et al. (2024) definen el **clima organizacional** como la evaluación cognitiva que realizan los empleados respecto a los procedimientos, políticas y prácticas que la organización recompensa y reconoce. D’Amato et al (2023) enfatizan además que el clima organizacional moldea el comportamiento y las experiencias de los empleados a través de normas, valores y expectativas internas. Shen et al (2023) describen el clima organizacional como el significado psicológico que las personas atribuyen a las prácticas y procedimientos laborales, actuando como un mecanismo de mediación entre los estímulos ambientales y las respuestas de los empleados.

Martins et al (2024) explican que la percepción de la organización por parte de los trabajadores refleja el grado en que los empleados se sienten valorados, apoyados y reconocidos por su organización. Sulistyawati y Sufriadi (2020) argumentan además que las percepciones organizacionales positivas aumentan el compromiso, la satisfacción y el rendimiento laboral.

Lai et al (2020) afirman que el liderazgo transformacional tiene una relación significativa y positiva con el desempeño laboral, ya que los empleados inspirados y comprometidos demuestran mayores niveles de efectividad y responsabilidad en el logro de los objetivos organizacionales. Por su parte, Chen et al (2021) explican que el liderazgo transformacional mejora la satisfacción organizacional al fomentar la confianza, la

innovación y las relaciones laborales positivas, lo que resulta en una mayor satisfacción y compromiso de los empleados.

Equipos Multidisciplinarios.

Un equipo multidisciplinario está formado por profesionales de diferentes especialidades que colaboran para integrar diversos conocimientos y perspectivas con el fin de alcanzar objetivos comunes, de acuerdo con Taberna et al (2020). Por su parte, Jia et al (2024) destacan que los equipos multidisciplinarios funcionan como unidades colaborativas estructuradas que mejoran la coordinación y los resultados mediante la toma de decisiones compartida. Braam et al (2024) describen los equipos interdisciplinarios como estructuras organizativas que promueven procesos de trabajo integrados y la colaboración interdisciplinaria, mejorando el impacto y la coordinación profesional.

En este contexto, Holubčík et al (2025) definen el trabajo en equipo como la participación coordinada en la que los miembros del equipo se apoyan, guían e influyen mutuamente para alcanzar objetivos compartidos. Morales et al (2023) conceptualizan el trabajo en equipo como un enfoque organizacional basado en el comportamiento colectivo, la responsabilidad compartida y el esfuerzo coordinado alineado con los objetivos institucionales.

Ilufeye y Giwah (2025) describen la **colaboración del equipo** como un esfuerzo coordinado basado en el conocimiento compartido, la confianza y el liderazgo, que contribuye a la mejora de los resultados del proyecto y la agilidad organizacional. Grossman et al (2022) definen la cohesión del equipo como un proceso dinámico que refleja la coordinación, el compromiso y la eficacia colectiva, lo que conduce a un mejor rendimiento.

Metodología

La investigación que dio origen al artículo se realizó mediante una Revisión Sistemática de la Literatura (RSL) siguiendo las directrices de la declaración PRISMA 2020. Este enfoque permitió la identificación, clasificación y comparación de estudios empíricos y teóricos publicados entre 2014 y 2024, garantizando un proceso transparente,

replicable y sistemático. La revisión se basó en el análisis crítico, la selección y la búsqueda de documentos científicos de alta calidad publicados en revistas indexadas.

La estrategia de búsqueda se aplicó en las bases de datos Scielo, Web of Science y Scopus, utilizando ecuaciones combinadas con operadores booleanos y términos clave. Se definieron los criterios de inclusión para incorporar estudios que abordaran explícitamente la relación entre las variables, estuvieran publicados en inglés o español y ofrecieran acceso a texto completo. Se excluyeron documentos con metodología poco clara, artículos no revisados por pares, libros y tesis.

Resultados y Discusión

La revisión sistemática confirmó que la mayoría de los estudios analizados reportan una relación positiva y significativa entre el liderazgo transformacional y el desempeño laboral en equipos de trabajo multidisciplinarios. Los empleados que perciben a sus líderes como transformacionales tienden a mostrar mayores niveles de eficiencia en las tareas, proactividad, calidad del trabajo y responsabilidad en el logro de los objetivos organizacionales.

El uso de las directrices PRISMA 2020 fortaleció el rigor metodológico, la transparencia y la replicabilidad del proceso de revisión, permitiendo la integración de estudios empíricos y teóricos de alta calidad y facilitando una síntesis fiable del conocimiento existente, de acuerdo con Page et al (2021).

Los estudios revisados también revelan una fuerte asociación entre el liderazgo transformacional y la satisfacción organizacional entre los empleados que trabajan en equipos multidisciplinarios. Cuando los líderes promueven una visión compartida, brindan reconocimiento y ofrecen apoyo emocional y profesional, los empleados manifiestan una mayor satisfacción con el entorno laboral, el clima organizacional y las oportunidades de desarrollo profesional. Estos hallazgos son consistentes con investigaciones previas que destacan la capacidad del liderazgo transformacional para mejorar la motivación, como la de Lai et al (2020).

La evidencia indica que no todas las dimensiones del liderazgo transformacional ejercen el mismo nivel de influencia en los resultados de los equipos multidisciplinarios. La motivación inspiradora y la consideración individualizada emergen como las

dimensiones más influyentes para mejorar la cohesión, la comunicación y la colaboración del equipo entre profesionales de diferentes disciplinas.

Paralelamente, la evidencia revisada muestra que el liderazgo transformacional está fuertemente asociado con la satisfacción organizacional, especialmente en equipos multidisciplinares donde la colaboración y la interacción interpersonal son cruciales. Esto coincide con estudios previos que indican que los líderes que fomentan la confianza, el reconocimiento y el apoyo desempeñan un papel clave en la mejora de la satisfacción y el bienestar emocional de los empleados, como el de Chen et al (2021).

Varios estudios destacan la presencia de variables mediadoras y moderadoras que fortalecen o condicionan la relación entre el liderazgo transformacional, el desempeño laboral y la satisfacción organizacional. Las variables identificadas con mayor frecuencia incluyen el clima organizacional, el compromiso afectivo, el engagement y la cohesión del equipo. Cuando estas condiciones contextuales son favorables, los efectos positivos del liderazgo transformacional sobre el desempeño y la satisfacción se intensifican.

El análisis de las dimensiones del liderazgo revela que la motivación inspiradora y la consideración individualizada emergen como los componentes más influyentes del liderazgo transformacional en contextos multidisciplinares. La influencia idealizada, si bien es esencial para generar confianza y credibilidad, apoya el desempeño indirectamente al reforzar la legitimidad del líder, mientras que la estimulación intelectual contribuye a la innovación y la resolución de problemas al fomentar la creatividad y el pensamiento crítico, de acuerdo con estudios como Karimi et al (2023) y Qian et al (2025).

Conclusiones

La revisión sistemática proporciona evidencia consolidada sobre la influencia del liderazgo transformacional en el desempeño laboral y la satisfacción organizacional en equipos multidisciplinares. Los hallazgos confirman que el liderazgo transformacional ejerce un efecto positivo y consistente tanto en los resultados relacionados con el desempeño como en la percepción de los empleados.

Entre las dimensiones del liderazgo transformacional, la motivación inspiradora y la consideración individualizada emergen como los factores más influyentes para fortalecer

la cohesión, el compromiso y la eficiencia del equipo. Estas dimensiones contribuyen a una mejor comunicación, una mayor colaboración entre profesionales de diferentes disciplinas y una mayor alineación entre los esfuerzos individuales y los objetivos organizacionales.

La efectividad del liderazgo transformacional está condicionada por variables contextuales, como el clima organizacional, el compromiso laboral y la cohesión del equipo. Las perspectivas teóricas y prácticas brindan orientación para el desarrollo del liderazgo y la gestión del talento humano en organizaciones que se basan en la colaboración multidisciplinaria. Se fomenta la investigación futura para explorar variables mediadoras adicionales, como la capacidad de innovación y el bienestar emocional, así como para examinar el liderazgo transformacional en diversos contextos culturales e institucionales del mundo.

Referencias Bibliográficas

- Buil, I., Martínez-Cañas, R & Matute, J. (2019). How transformational leadership influences employee performance: The mediating role of engagement. *Journal of Management Development*. <https://doi.org/10.1108/JMD-02-2019-0060>.
- Braam, A., van Wijngaarden, J., Hilders, C & Buljac-Samardzic, M. (2024). Multidisciplinary collaboration in hospitals via patient- and process-oriented units: A longitudinal study. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 17, 3213–3226. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S454903>.
- Chen, C., Ding, X & Li, J. (2021). Transformational leadership and employee job satisfaction: The mediating role of employee relations climate. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), 233. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010233>.
- Chukwuma, N & Zondo, D. (2024). Effect of transformational leadership on employee resistance to change at eThekweni automobiles: A perspective of leaders' inspirational motivation. *International Journal of Research in Business and Social Science*, 13(3), 179–193. <https://doi.org/10.20525/ijrbs.v13i3.3216>.
- D'Amato, A. (2023). From research to action and back again: The long journey of organizational climate. A literature review and a summative framework. *Journal of General Management*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/03063070231152010>.
- Dionne, S. D., Yammarino, F. J., Atwater, L. E & Spangler, W. D. (2012). Transformational leadership and organizational citizenship behaviors: The role of follower influence strategies. *The Leadership Quarterly*, 23(6), 1012–1042. <https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2012.10.002>.

- Gander, F., Gaitzsch, I & Ruch, W. (2020). The relationships of team role- and character strengths-balance with individual and team-level satisfaction and performance. *Frontiers in Psychology*, 11, 566222. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.566222>.
- Grossman, R., Nolan, K., Rosch, Z., Mazer, D & Salas, E. (2022). The team cohesion–performance relationship: A meta-analysis exploring measurement approaches and the changing team landscape. *Organizational Psychology Review*, 12(2), 181–238. <https://doi.org/10.1177/20413866211041157>.
- Hoch, J. E., Bommer, W. H., Dulebohn, J. H & Wu, D. (2018). ¿Do ethical, authentic, and servant leadership explain variance above and beyond transformational leadership? A meta-analysis. *The Leadership Quarterly*. <https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2018.03.001>.
- Holubčík, M., Soviar, J., Rechtorík, M & Höhrová, P. (2025). Sustainable development of teamwork at the organizational level—Case study of Slovakia. *Sustainability*, 17(5), 2031. <https://doi.org/10.3390/su17052031>.
- Ilufoye, H & Giwah, M. L. (2025). Cross-functional team collaboration and its impact on project outcomes. *International Journal of Social Sciences and Management Research*, 11(10), 272–284. <https://doi.org/10.56201/ijssmr.vol.11no10.2025.pg272.284>.
- Jun, K & Lee, J. (2023). Transformational leadership and followers’ innovative behavior: Roles of commitment to change and organizational support for creativity. *Behavioral Sciences*, 13(4), 320. <https://doi.org/10.3390/bs13040320>.
- Jia, J., Sun, T., Tang, J., Sun, K., Meng, Z., Zhu, H & Huang, X. (2024). Participation in multidisciplinary teams among healthcare professionals: A discrete choice experiment in tertiary public hospitals in China. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 17, 4397–4409. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S473675>.
- Kumari, S., Jindal, P & Mittal, A. (2023). Employee productivity: Exploring the multidimensional nature with acculturation, open innovation, social media networking and employee vitality in the Indian banking sector: An analytical approach. *International Journal of Professional Business Review*, 8(7), e02535. <https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i7.2535>.
- Karimi, S., Ahmadi Malek, F., Yaghoubi Farani, A & Liobikienė, G. (2023). The role of transformational leadership in developing innovative work behaviors: The mediating role of employees’ psychological capital. *Sustainability*, 15(2), 1267. <https://doi.org/10.3390/su15021267>.
- Kawana, V. (2024). Impact of leadership styles on employee motivation of organizations in Sub-Saharan Africa. *American Journal of Leadership and Governance*, 9(3), 1–11. <https://doi.org/10.47672/ajlg.2148>.

- Lai, F.-Y., Tang, H.-C., Lu, S.-C., Lee, Y.-C & Lin, C.-C. (2020). Transformational leadership and job performance: *The mediating role of work engagement*. SAGE Open, 10(1), 1–11. <https://doi.org/10.1177/2158244019899085>.
- Li, N & Zhang, L. (2021). When can felt accountability promote innovative work behavior? The role of transformational leadership. *Personnel Review*, 51(7), 1807–1822. <https://doi.org/10.1108/PR-03-2021-0174>.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G & The PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: *The PRISMA statement*. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>.
- Motowidlo, S. J & Kell, H. J. (2012). Job performance. In N. W. Schmitt & S. Highhouse (Eds.), *Handbook of psychology: Industrial and organizational psychology*, 12, 82–103. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118133880.hop212005>.
- Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>.
- Mamani-Ildefonso, S. B., Quispe-Martinez, V. N., Cordova-Buiza, F & Fernandez-Hurtado, G. A. (2023). Organizational behavior in small and medium enterprises: A systematic review and future research agenda. *Academic Conferences and Publishing International*. <https://doi.org/10.34190/ecmlg.19.1.1930>.
- Morales-Huamán, H. I., Medina-Valderrama, C. J., Valencia-Arias, A., Vásquez-Coronado, M. H., Valencia, J & Delgado-Caramutti, J. (2023). Organizational culture and teamwork: A bibliometric perspective on public and private organizations. *Sustainability*, 15(18), 13966. <https://doi.org/10.3390/su151813966>.
- Meyers, M. C., van Woerkom, M & Bauwens, R. (2023). Stronger together: A multilevel study of collective strengths uses and team performance. *Journal of Business Research*, 159, 113728. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113728>.
- Matheis, T. K., Pacheco de Campos, S. A., Vieira, K. M., Lehnhart, E. dos R & Estivalet, V. de F. B. (2024). Organizational climate scale for public service: Development and validation. *Administrative Sciences*, 14(5), 90. <https://doi.org/10.3390/admsci14050090>.
- Martins, M., Taveira, M. d. C., Magalhães, F & Silva, A. D. (2024). Organizational support in career self-management: A systematic literature review. *Administrative Sciences*, 14(11), 286. <https://doi.org/10.3390/admsci14110286>.
- Molnár, C., Csehné Papp, I & Juhász, T. (2024). Organizational strategies and tools of employee well-being as perceived by employees. *Management & Marketing*, 19(2), 336–361. <https://doi.org/10.2478/mmcks-2024-0015>.
- Page, M. J et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>.

- Pandey, A., Maheshwari, M & Malik, N. (2025). A systematic literature review on employee well-being: Mapping multi-level antecedents, moderators, mediators and future research agenda. *Acta Psychologica*, 242, 105080. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2025.105080>.
- Qian, C., Mui Hung Kee, D., Zeng, B & Sabeh, H. N. (2025). Unlocking employee creativity: How learning orientation and transformational leadership spark innovation through creative self-efficacy. *PLOS ONE*, 20(10), e0334711. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0334711>.
- Rahman, A. S. A., Annuar, N & Sabri, S. M. (2023). A conceptual paper of factors impacting employees' productivity. In N. Annuar et al. (Eds.), *Proceedings of the 4th International Conference on the Future of ASEAN 2023 (ICoFA 2023)*, Advances in Social Science, Education and Humanities Research, 759, 158–168. *Atlantis Press*. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-076-3_15.
- Reig-Botella, A., Ramos-Villagrasa, P. J., Fernández-del Río, E & Clemente, M. (2024). ¡No reprimas tu entusiasmo! El papel del compromiso laboral en la predicción del desempeño. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 40(1), 51–60. <https://doi.org/10.5093/rpto2024a5>.
- Sulistyawati, U. S & Sufriadi, D. (2020). Perceived organization support towards employee engagement and the impact of employee job satisfaction. *International Journal of Social Science and Business*, 4(4), 513–519. <https://doi.org/10.23887/IJSSB.V4I4.28587>.
- Shen, Y., Li, Y., Ju, C., Ashraf, H., Hu, Z., He, C & Memon, S. A. (2023). Foundational effects of organizational climate on perceived safety climate: A multiple mediation model (Preprint). *Preprints*. <https://doi.org/10.20944/Preprints202307.0714.v1>.
- Stock, W. G., Dorsch, I., Reichmann, G & Schlögl, C. (2023). Labor productivity, labor impact, and co-authorship of research institutions: Publications and citations per full-time equivalents. *Scientometrics*, 128, 363–377. <https://doi.org/10.1007/s11192-022-04582-5>.
- Saidin, K., Wan, P & Halim, W. F. S. W. A. (2024). A synthesis towards the construct of job performance: Dimensions and theoretical approaches. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*, 22(2), 300–312. <https://doi.org/10.57239/PJLSS-2024-22.2.0022>.
- Samul, J & Falcão e Cunha, J. (2025). Manager–job fit on individual and group job performance. *Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management Series*, 217, 473–483. <https://doi.org/10.29119/1641-3466.2025.217.29>.
- Taberna, M., Gil Moncayo, F., Jané-Salas, E., Antonio, M., Arribas, L., Vilajosana, E., Peralvez Torres, E & Mesía, R. (2020). The multidisciplinary team (MDT) approach and quality of care. *Frontiers in Oncology*, 10, 85. <https://doi.org/10.3389/fonc.2020.00085>.

- Tang, W.-G., Stordeur, S., Vandenberghe, C & D'hoore, W. (2024). Leaders' individualized consideration, team commitment and patient loyalty: The role of social and task-related contexts. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 97(3), 1185–1211. <https://doi.org/10.1111/joop.12511>.
- Vîlcu, A., Lăzărescu, R.-P., Herghiligi, I.-V., Veleşcu, M.-L & Cojocaru, M. (2024). Statistical model for evaluating the organizational behaviour system in online-onsite environments. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, 18(1), 3309–3319. <https://doi.org/10.2478/picbe-2024-0270>.
- Wang, G., Oh, I., Courtright, S & Colbert, A. (2011). Transformational leadership and performance across criteria and levels: A meta-analytic review of 25 years of research. *Journal of Applied Psychology*, 96(5), 891–901. <https://doi.org/10.1037/a00249>.
- Yu, X & Jang, G. (2024). A framework for transformational leadership to enhance teacher's work performance. *Frontiers in Psychology*, 15, 1331597. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1331597>.

RESEÑA DE LOS AUTORES

Alonso Elías Pirela Añez

<https://orcid.org/0000-0001-9177-9600>

apirela@upse.edu.ec

Ingeniero Industrial y docente titular en la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. A lo largo de su trayectoria, se ha consolidado como un destacado investigador y autor en áreas clave como la gestión de la producción, logística, ingeniería industrial y educación superior. Su labor académica se refleja en una prolífica producción de libros y artículos científicos, abordando temáticas como la gestión de almacenes, tecnología de materiales, habilidades blandas para el entorno laboral y la formación en competencias investigativas. Reconocido por su capacidad para vincular la ciencia y la tecnología con la gestión organizacional, ha participado como ponente en diversos congresos internacionales y colabora activamente con diversas redes universitarias y centros de investigación, orientando su trabajo al fortalecimiento de los sistemas productivos y el desarrollo económico de las Pymes. Autor de publicaciones científicas, ponente nacional e internacional

Lisette Lilibeth Barzola González

<https://orcid.org/0000-0001-7981-9729>

lissettebarzolagonzalez@upse.edu.ec

Magíster en Ingeniería Civil con mención en Gestión de la Construcción e Ingeniera Civil por la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE). Técnica de investigación del Centro de Investigación e Innovación de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la UPSE. Cuenta con experiencia en gestión académica y proyectos de investigación enfocados en materiales sostenibles (hormigón celular y fibras naturales). Posee competencias en hidrología mediante simulaciones en HEC-RAS con transporte de sedimentos, y en la redacción de artículos científicos.

David Alejandro Paredes Aguilar

<https://orcid.org/0009-0009-6829-7369>

dparedes1477@upse.edu.ec

Docente tiempo completo de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, asignaturas relacionadas con procesos de manufactura y seguridad ocupacional

Andrea Jemima Naranjo Soriano

<https://orcid.org/0009-0004-8970-828X>

anaranjo8380@upse.edu.ec

Profesional de Ingeniería Industrial con maestría en Seguridad Industrial, especializada en prevención de riesgos laborales, higiene industrial, ergonomía y gestión de seguridad ocupacional. Cuenta con experiencia en procesos industriales, administración

financiera, capacitación técnica, evaluación de riesgos, auditoría de seguridad, normativa laboral ecuatoriana, ISO 45001, ISO 31000, gestión documental y liderazgo.

Luis Eduardo Tomalá Villón

<https://orcid.org/0000-0001-5549-0447>

luiseduardotv@gmail.com

Ingeniero Industrial y posee formación de cuarto nivel en Seguridad y Salud Ocupacional, Sistemas Integrados de Gestión y Administración de Empresas. Cuenta con una trayectoria profesional superior a once años en el ámbito industrial ecuatoriano, donde ha ejercido liderazgo en la implementación, auditoría y mejora continua de sistemas de gestión basados en normativas internacionales como ISO, BRCGS y HACCP, con énfasis en la prevención de riesgos, sostenibilidad operativa y desarrollo de una cultura organizacional orientada al bienestar y la seguridad. Su práctica profesional se complementa con la actividad académica como docente en instituciones de formación técnica y militar, contribuyendo a la generación y transferencia de conocimiento en áreas relacionadas con la seguridad industrial, la gestión de la salud ocupacional y la eficiencia operativa en procesos productivos. Ha participado en proyectos de investigación y publicaciones vinculadas a la innovación educativa y el fortalecimiento de competencias profesionales, destacándose por su compromiso con la excelencia, la ética y el desarrollo sostenible



**Alonso Elías
Pirela Añez**



**Lisette Lilibeth
Barzola González**



**David Alejandro
Paredes Aguilar**



**Andrea Jemima
Naranjo Soriano**



**Luis Eduardo
Tomalá Villón**

El libro ofrece una mirada integral y rigurosa sobre los desafíos y oportunidades que definen la era de la Industria 4.0, demostrando que la técnica y la gerencia constituyen dos caras inseparables del éxito institucional. A través de un recorrido reflexivo y documentado, la obra articula la base científica y los fundamentos de los materiales con la optimización de procesos, la inteligencia artificial aplicada a la manufactura inteligente, la solidez del control interno en la toma de decisiones y el papel determinante del liderazgo transformacional en equipos multidisciplinarios. Con un enfoque sistémico orientado al desarrollo sostenible y a la creación de valor, este libro se erige como una guía esencial para académicos, directivos y profesionales comprometidos con transformar sus organizaciones en modelos más competitivos, innovadores, resilientes y profundamente humanos.



ISBN: 978-980-454-072-1

