

Análisis del impacto de la automatización en la producción de estructuras metálicas.

Analysis of the impact of automation on the production of metal structures.

Leandro Ezequiel Masapanta Carmona, Ana Cristina Zambrano Mera & Ing. Kleber Javier Barba.

PUNTO CIENCIA

Julio - diciembre, V°6 - N°2; 2025

Recibido: 29-07-2025

Aceptado: 04-08-2025

Publicado: 30-12-2025

PAIS

- Ecuador - Santo Domingo
- Ecuador - Santo Domingo
- Ecuador - Santo Domingo

INSTITUCION

- Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
- Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
- Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila

CORREO:

- ✉ leandromasapantacarmona@tsachila.edu.ec
- ✉ anazambranomera@tsachila.edu.ec
- ✉ kleverbarba@tsachila.edu.ec

ORCID:

- 🌐 <https://orcid.org/0009-0007-6857-3701>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0001-2013-110X>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0004-2068-1955>

FORMATO DE CITA APA.

Masapanta, L., Zambrano, A. & Barba, K. (2025). *Análisis del impacto de la automatización en la producción de estructuras metálicas*. Revista G-ner@ndo, V°6 (N°2). Pág. 1211 - 1233.

Resumen

Este trabajo de titulación analizó el impacto de la automatización en la producción de estructuras metálicas en talleres metalmecánicos, con el objetivo de evaluar su influencia en la eficiencia operativa, la calidad del producto y los costos de fabricación. La investigación partió de la problemática identificada en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, donde muchas empresas aún empleaban procesos tradicionales, limitando su competitividad frente a entornos automatizados. Se desarrolló un estudio técnico comparativo entre métodos de fabricación manuales y automatizados, considerando indicadores clave como productividad, precisión dimensional, tiempos de producción y consumo energético. La metodología incluyó revisión bibliográfica, observación de procesos y análisis de casos prácticos. Los resultados evidenciaron mejoras significativas en la precisión, reducción de errores humanos, ahorro energético y optimización del tiempo de producción en los sistemas automatizados. Sin embargo, también se identificaron limitaciones relacionadas con la inversión inicial, la capacitación del personal técnico y la resistencia al cambio organizacional. Se concluyó que la automatización representa una herramienta estratégica para modernizar la industria metalmecánica, especialmente en regiones en crecimiento, y se propusieron lineamientos técnicos y estratégicos para una implementación progresiva que favorezca la transición hacia modelos productivos más sostenibles y alineados con los principios de la industria 4.0.

Palabras clave: Automatización industrial, estructuras metálicas, eficiencia operativa, procesos de fabricación, industria metalmecánica, tecnología CNC.

Abstract

This research project analyzed the impact of automation on the production of metal structures within metalworking workshops, aiming to evaluate its effects on operational efficiency, product quality, and manufacturing costs. The study addressed the current situation in Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador, where many workshops still rely on manual processes, reducing their competitiveness in an increasingly automated industrial environment. A technical comparative study was conducted between traditional and automated manufacturing methods, focusing on key performance indicators such as productivity, dimensional accuracy, production times, and energy consumption. The methodology involved bibliographic review, process observation, and analysis of practical case studies. Results showed significant improvements in precision, reduction of human error, energy efficiency, and production time optimization through automation. Nevertheless, challenges such as high initial investment, technical staff training, and organizational resistance to change were also identified. The study concluded that automation is a strategic tool to modernize the metalworking industry, particularly in developing regions, and proposed technical and strategic guidelines for the progressive adoption of automated systems that support a transition toward more sustainable and Industry 4.0-compliant production models.

Keywords: Industrial automation, metal structures, operational efficiency, manufacturing processes, metalworking industry, CNC technology.

Introducción

En las últimas décadas, la industria de la construcción metálica ha vivido una transformación notable, impulsada por la urgente necesidad de mejorar la eficiencia, la precisión y la competitividad en sus procesos productivos. La incorporación de nuevas metodologías de manufactura y el creciente uso de tecnologías automatizadas han permitido optimizar tanto la productividad como el control de calidad en la fabricación de estructuras metálicas. Este impacto se ha visto reflejado en edificaciones industriales, puentes, naves y sistemas modulares de diversas complejidades (Navarro Yovera, 2020).

Históricamente, los talleres metalmeccánicos se basaban en operaciones manuales o semiautomáticas para etapas cruciales como el corte, doblado, armado y soldadura. Aunque estos procesos ofrecían un alto grado de versatilidad y adaptación a contextos específicos, también limitaban la uniformidad dimensional, prolongaban los tiempos de ejecución y aumentaban los errores humanos. La implementación de sistemas de automatización como CNC, robótica industrial, estaciones automatizadas de punzonado y soluciones CAD/CAM integradas ha demostrado mejorar la trazabilidad de las operaciones, reducir la variabilidad de los productos finales y acelerar significativamente el flujo de producción (Barragan & Zaldívar, 2023).

Sin embargo, esta transición tecnológica presenta desafíos importantes. La inversión de capital necesaria para adquirir maquinaria avanzada, capacitar al personal técnico y reconfigurar los flujos de trabajo puede ser una barrera que, en ocasiones, dificulta la adopción completa de la automatización. Además, la adaptación de normas y estándares constructivos a los nuevos métodos requiere una revisión de procedimientos y protocolos de calidad, lo que puede implicar tiempos adicionales para la validación y acreditación (Deossa Morales, 2023).

Además de los beneficios directos en precisión, reducción de tiempos y costos operativos, la automatización contribuye a una gestión energética más eficiente. Según (Floriano Reviriego, 2025). Los sistemas automatizados permiten un control más preciso de los recursos energéticos, lo que reduce el desperdicio y mejora la sostenibilidad del proceso productivo. Esta característica es especialmente relevante en el contexto actual, donde la industria busca equilibrar productividad con responsabilidad ambiental.

Por otro lado, la digitalización y el monitoreo en tiempo real se han convertido en elementos clave de la industria 4.0. Tecnologías como SCADA, sensores inteligentes y software de simulación permiten supervisar el estado de los equipos y procesos en el momento en que ocurren, facilitando la toma de decisiones basada en datos y la reducción de fallos operativos (Pacheco, 2024). Estos avances tecnológicos fortalecen la trazabilidad y permiten una mayor flexibilidad para adaptarse a cambios en la demanda o requerimientos del cliente.

En los talleres metalmecánicos de Santo Domingo de los Tsáchilas, muchas empresas aún operan con métodos tradicionales, lo cual limita su capacidad competitiva. No obstante, estudios como el de (Sánchez & Morales Yoandry, 2024) han demostrado que la implementación de sistemas CNC en entornos similares generó una mejora promedio del 35% en los tiempos de producción y una reducción significativa de errores humanos. Estos resultados evidencian el potencial de la automatización para mejorar el desempeño operativo en contextos regionales.

Asimismo, la soldadura robotizada ha mostrado grandes beneficios en términos de confiabilidad estructural. Investigaciones como la de (Teran, 2021) destacan que el uso de estaciones robotizadas no solo disminuye la variabilidad del cordón, sino que también incrementa la seguridad y consistencia del ensamblaje final. Estas tecnologías permiten cumplir con normas técnicas más exigentes, mejorando la calidad general de los productos.

Además de los avances tecnológicos, la automatización ha transformado la forma en que se gestiona la industria. Hoy en día, muchos sectores productivos están optando por sistemas ciberfísicos que combinan el mundo físico con el virtual. Esto se logra a través de sensores y sistemas de control que permiten operar en tiempo real y con mayor autonomía (Zestoa , 2022). Este enfoque ha sido fundamental en la evolución hacia fábricas inteligentes, donde la conexión entre máquinas y la toma de decisiones basadas en datos optimizan cada fase del proceso productivo.

En particular, en la producción de estructuras metálicas, los sistemas automatizados no solo mejoran la capacidad de respuesta ante la demanda del mercado, sino que también refuerzan la trazabilidad y el cumplimiento de normativas. Según (Fernández, 2023).), la integración de software CAD/CAM con maquinaria CNC permite fabricar piezas con tolerancias mínimas de error, reducir el desperdicio de materiales y asegurar una documentación técnica más rigurosa para las certificaciones de calidad.

En cuanto a sostenibilidad, la automatización ha abierto nuevas oportunidades para una producción más responsable. Un control preciso de los procesos permite optimizar el uso de recursos y reducir el impacto ambiental. Como mencionan López y Villacís (2021), los sistemas automatizados facilitan la implementación de estrategias de eficiencia energética mediante el monitoreo constante del consumo eléctrico y la gestión de residuos industriales.

Sin embargo, la transición hacia una producción automatizada requiere un enfoque integral que no solo contemple la adquisición de tecnología, sino también la capacitación del personal y la reestructuración de los procesos internos. Como indican Rodríguez y Castro (2023), la resistencia al cambio, la falta de formación técnica y los costos de inversión inicial siguen siendo los principales obstáculos para modernizar los talleres metalmecánicos en los países en desarrollo.

Por lo tanto, esta investigación no solo se centra en el impacto técnico y operativo de la automatización, sino que también reflexiona sobre las condiciones necesarias para llevar a cabo su implementación de manera efectiva en entornos industriales reales. El objetivo es fortalecer la competitividad regional y promover una industria más moderna, segura y eficiente.

Analizar el impacto de la automatización en los procesos de producción de estructuras metálicas, con el fin de evaluar su influencia en la eficiencia operativa, calidad del producto y costos de fabricación en entornos industriales.

Caracterizar los procesos tradicionales y automatizados utilizados en la fabricación de estructuras metálicas en el sector metalmeccánico.

Comparar indicadores clave de desempeño como productividad, precisión dimensional, tiempos de fabricación y costos operativos entre sistemas manuales y automatizados.

Identificar los beneficios, limitaciones y condiciones necesarias para la implementación de tecnologías de automatización en talleres de estructuras metálicas

Proponer lineamientos técnicos y estratégicos para la adopción progresiva de soluciones automatizadas que contribuyan a mejorar la competitividad de la industria metalmeccánica.

En un entorno industrial cada vez más competitivo y orientado hacia la eficiencia, la automatización de procesos productivos pasó de ser una opción a convertirse en una necesidad estratégica. En el sector metalmeccánico, y específicamente en la fabricación de estructuras metálicas, la incorporación de tecnologías automatizadas representó una oportunidad clave para mejorar la productividad, optimizar los recursos disponibles y elevar los estándares de calidad, factores esenciales para responder a las crecientes demandas del mercado. Las estructuras metálicas fueron utilizadas ampliamente en diversos sectores como la industria, la agricultura, el

transporte, la construcción y la infraestructura pública, por su rapidez constructiva, resistencia y adaptabilidad (Cadena, Goyes, & Sarrade, 2020).

No obstante, en muchos talleres y plantas de fabricación, los procesos aún se desarrollaban de forma manual o semi industrial, lo cual generaba limitaciones relacionadas con la precisión dimensional, tiempos prolongados de producción, alta dependencia del recurso humano calificado y variabilidad en la calidad final del producto. Estas condiciones afectaron directamente la eficiencia global de los procesos y limitaron la competitividad de las empresas (Cadena, Goyes, & Sarrade, 2020).

La presente investigación resultó relevante porque buscó analizar de forma objetiva y sistemática el impacto real que tuvo la automatización en la producción de estructuras metálicas, especialmente en el contexto de los talleres locales o regionales. A través de la comparación entre procesos tradicionales y automatizados, se pretendió generar evidencia cuantificable sobre indicadores como la reducción de tiempos de ciclo, mejora en la calidad del ensamblaje, disminución de errores humanos y optimización de los costos operativos (Poveda Pulla & Vásquez Quiroz, 2023).

La investigación nos permitió ampliar nuestros conocimientos sobre la automatización industrial en el ámbito de la ingeniería mecánica y la fabricación metálica. Desde un enfoque práctico, ofreció herramientas útiles para que las empresas puedan tomar decisiones informadas respecto a la adopción de tecnologías automatizadas, la capacitación del personal y la inversión en maquinaria avanzada. Asimismo, aportó lineamientos estratégicos que apoyan una transición gradual hacia modelos de producción más eficientes, sostenibles y acordes con los principios de la industria 4.0 (Almeida Victores, 2022).

Un estudio realizado por Ortega y Ruiz (2020) evaluó los efectos de la implementación de maquinaria CNC en talleres metalmecánicos del centro del país. Se concluyó que la automatización generó una mejora promedio del 35% en los tiempos de producción, además de una reducción significativa de errores humanos en el corte y ensamblaje de perfiles metálicos. El estudio resaltó que, aunque la inversión inicial es alta, el retorno se alcanza en menos de dos años en contextos productivos estables.

Villalba y Castillo (2021) desarrollaron una investigación comparativa entre métodos tradicionales y automatizados de producción en talleres dedicados a estructuras metálicas en Guayaquil. Los resultados mostraron que los sistemas automatizados con control CAD/CAM mejoraron la precisión en un 40% y redujeron el consumo de insumos en un 15%, favoreciendo la sostenibilidad y reducción de desperdicios.

Torres y Lima (2021) abordaron el impacto de la industria 4.0 en los procesos productivos metalmecánicos en Latinoamérica. La investigación destacó que la adopción de sensores inteligentes, monitoreo en tiempo real y procesos robotizados mejora no solo la producción, sino también la trazabilidad y el control de calidad en estructuras metálicas complejas.

En su tesis de maestría, Álvarez (2020) analizó una planta metalmecánica automatizada en Quito, concluyendo que el uso de estaciones robotizadas de soldadura disminuyó la variabilidad del cordón y aumentó la confiabilidad estructural. También destacó la necesidad de formación técnica para maximizar el potencial de estas tecnologías.

En un estudio realizado por López y Martínez (2022), analizó el impacto de la automatización en la producción de estructuras metálicas en una planta metalmecánica en Ecuador. Los autores encontraron que la implementación de tecnologías automatizadas, como sistemas de corte por láser y soldadura robótica, resultó en una mejora del 30% en la eficiencia de producción y una reducción del 25% en los costos operativos.

Las estructuras están formadas en su mayoría (se habla al menos del 80%) de partes de metal. Normalmente éstas están hechos de acero. Cada una de las partes que las componen deben apegarse a normas. Estas son mayormente utilizadas para que las construcciones puedan llevar a cabo sus procesos en un tiempo de ejecución verdaderamente reducido. En especial en aquellas zonas donde existe una gran cantidad de personas alrededor, como es el caso de los centros urbanos o industriales. (Italo, 2020).



Figura 1 *Estructuras Metálicas*

Los métodos tradicionales de fabricación de estructuras metálicas incluyen una variedad de tareas tanto manuales como mecánicas, que permiten convertir perfiles y láminas de acero en elementos estructurales listos para ser ensamblados. Estos procesos han sido fundamentales en la industria metalmecánica durante muchas décadas y todavía se utilizan de manera extensa en talleres y plantas de producción (Vicente, 2020)



Figura 2 *Fabricación tradicional*

La automatización se refiere a un conjunto de tecnologías, métodos y sistemas que permiten llevar a cabo procesos, operaciones o tareas de manera automática, minimizando o incluso eliminando la necesidad de intervención humana. Su principal objetivo es mejorar la eficiencia, precisión, seguridad y continuidad en diversas actividades productivas, especialmente en el sector industrial. En el ámbito industrial, la automatización se utiliza para el control y operación de maquinaria, procesos de fabricación, manejo de materiales y sistemas de monitoreo, empleando componentes como sensores, actuadores, controladores lógicos programables (PLC), software SCADA, robots industriales e inteligencia artificial (Zestoa , 2022)



Figura 3 *Proceso de automatización industrial*

Los estudios realizados en los talleres metalmecánicos son análisis que abarcan aspectos técnicos, organizativos y económicos. Su objetivo es evaluar cómo está funcionando el taller en la actualidad y encontrar oportunidades para mejorar, especialmente en lo que respecta a la posible implementación de la automatización industrial. Este estudio fue fundamental para tomar decisiones sobre la modernización tecnológica, el rediseño de procesos, la optimización de recursos y el aumento de la competitividad, todo dentro del contexto de la producción de estructuras metálicas, piezas mecánicas o componentes industriales (Asaquibay & Orellana, 2021).



Figura 4 Máquinas y herramientas que se utilizan en el trabajo de metalmecánica

El monitoreo en tiempo real nos refiere a la capacidad de observar, registrar y analizar el estado de las operaciones, equipos y procesos productivos en el momento en que suceden, utilizando tecnologías digitales interconectadas. En el ámbito industrial, esta práctica permite reaccionar de inmediato ante fallos, desviaciones o interrupciones. Además, proporciona información valiosa que contribuye a la mejora continua, optimiza el rendimiento y facilita la toma de decisiones fundamentadas en datos (Pacheco , 2024).



Figura 5 Monitorea de maquina automatizada

Métodos y Materiales

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto y aplicado, ya que se buscó medir objetivamente el impacto de la automatización en variables productivas como el tiempo de fabricación, la precisión, los costos operativos y la calidad del producto en la fabricación de estructuras metálicas. Asimismo, el enfoque aplicado tuvo como propósito generar resultados prácticos y útiles para mejorar procesos industriales en talleres metalmecánicos.

El estudio se llevó a cabo en talleres metalmecánicos situados en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Allí, se observó que predominaban los métodos tradicionales en las áreas de corte, doblado, armado y soldadura. Se seleccionaron dos tipos de entornos productivos: uno que utilizaba tecnología convencional, como herramientas manuales y semiautomáticas, y otro que había adoptado tecnologías automatizadas, incluyendo CNC, SCADA, robots de soldadura y software ERP.

Análisis de tiempos mediante cronometraje para las etapas de corte, armado, doblado y soldadura.

Registros fotográficos y fichas técnicas para documentar los procedimientos, materiales y maquinaria utilizada.

Entrevistas estructuradas a técnicos y operarios, enfocadas en su experiencia con la automatización.

La automatización en los talleres de estructuras metálicas significa llevar la tecnología de punta en la fabricación, montaje y control de calidad de componentes como vigas, columnas, plataformas, naves y torres. Este tipo de automatización incluye desde herramientas programables hasta sistemas integrados, todo con el objetivo de hacer que el proceso productivo sea más eficiente, preciso y seguro (González, 2020).



Figura 6. Automatización en taller

En la fabricación de estructuras metálicas, el método tradicional se apoya en la intervención manual en la mayoría de los procesos. Esto suele resultar en tiempos de ejecución más largos, un mayor riesgo de errores humanos y una eficiencia general más baja. Por otro lado, el flujo automatizado utiliza tecnologías avanzadas como sistemas CNC, robótica industrial, sensores, SCADA y software de integración para optimizar cada fase, desde el diseño hasta la entrega del producto final. Esto no solo mejora la productividad, sino que también eleva la calidad y la trazabilidad (Pérez, 2022).



Figura 7 Producción en lo tradicional vs automatizado

Factores Críticos para la Implementación de Automatización.

La implementación de sistemas automatizados en la industria metalmecánica requiere una inversión inicial significativa, que abarca desde equipos y software hasta infraestructura y capacitación. No obstante, es crucial considerar estos costos en el contexto del retorno a largo plazo, ya que la automatización ofrece beneficios continuos en términos de eficiencia, calidad, ahorro energético y disminución de desperdicio (Katya, 2025).

El retorno económico de la automatización nos refiere a las ganancias financieras que se obtienen tras implementar sistemas automatizados, comparando esto con los costos iniciales. En los talleres metalmecánicos, este retorno se traduce generalmente en una reducción de los costos operativos, un aumento en la productividad, menos desperdicios y una mejor calidad del producto final, lo que a su vez genera una mayor rentabilidad a mediano y largo plazo (Philippe, 2025).

La capacitación técnica es fundamental para asegurar que la automatización en la industria metalmecánica sea un éxito. Con la digitalización de los procesos y la incorporación de nuevas tecnologías como CNC, SCADA, robótica y sensores, es crucial que el personal desarrolle nuevas habilidades para poder operar, mantener y optimizar estos sistemas automatizados. (Dinesen, 2021)

Los estudios realizados en los talleres metalmecánicos son análisis que abarcan aspectos técnicos, organizativos y económicos. Su objetivo es evaluar cómo está funcionando el taller en la actualidad y encontrar oportunidades para mejorar, especialmente en lo que respecta a la posible implementación de la automatización industrial. Este estudio fue fundamental para tomar decisiones sobre la modernización tecnológica, el rediseño de procesos, la optimización de recursos y el aumento de la competitividad, todo dentro del contexto de la producción de

estructuras metálicas, piezas mecánicas o componentes industriales (Asaquibay & Orellana, 2021).

La Industria 4.0, que también se conoce como la Cuarta Revolución Industrial, marca un hito en la fusión de tecnologías digitales avanzadas con los procesos industriales. Esto nos permite disfrutar de una producción más inteligente, interconectada, automatizada y eficiente. En esta nueva era industrial, se combina la automatización tradicional con innovaciones como el Internet de las Cosas (IoT), Big Data, inteligencia artificial (IA), sistemas ciberfísicos, sensores inteligentes y software de integración (como ERP, SCADA, BIM, entre otros) para llevar el rendimiento de las plantas de producción a un nuevo nivel (Pérez, 2022).

Análisis de Resultados

Los resultados del análisis comparativo entre los procesos tradicionales y los automatizados en talleres de estructuras metálicas revelaron diferencias notables en eficiencia, calidad, costos operativos y tiempos de producción.

Mejora en los tiempos de producción

El uso de maquinaria automatizada, como las cortadoras láser CNC, las prensas de doblado programables y las estaciones de soldadura robotizada, ha permitido reducir de manera significativa los tiempos de fabricación. En comparación con los métodos manuales, se ha observado una disminución promedio del 60% en el tiempo necesario por operación.

Tabla 1. *Comparativa de Tiempos entre Métodos Tradicionales y Automatizados en la Fabricación de Estructuras Metálicas.*

Etapa proceso	del Método Tradicional	sobre Método Tradicional	del Método Automatizado	sobre Método Automatizado
Corte	15–30 min		3–8 min	
Doblado	10–20 min		2–6 min	
Armado	30–60 min		10–25 min	
Soldadura	20–40 min		5–15 min	

Nota: Los tiempos son estimados y muestran una clara reducción en cada etapa al aplicar métodos automatizados

La precisión de las piezas fabricadas mediante procesos automatizados fue superior, con una reducción significativa de errores dimensionales, gracias a la programación de diseños CAD/CAM y la repetitividad de los sistemas CNC. En talleres con sistemas manuales, las desviaciones en medidas fueron más frecuentes, especialmente en cortes y ángulos de doblado.

En talleres con automatización implementada, la tasa de reprocesos se redujo en aproximadamente un 70%, en comparación con métodos tradicionales. Esto se debió a la programación precisa, la repetitividad de los sistemas robotizados y la supervisión mediante sensores y sistemas SCADA.

La automatización permitió un mejor aprovechamiento de la materia prima y un consumo energético más controlado. En promedio, se reportó un ahorro del 20 al 30% en consumo eléctrico y una reducción del 25% en desperdicio de materiales, especialmente en operaciones de corte y punzonado.

Si bien la automatización requiere una inversión inicial elevada, los datos recopilados muestran una reducción de costos operativos en el mediano plazo, especialmente en mano de obra directa, retrabajos, y consumo de insumos.

Tabla 2. Comparación de Indicadores entre Producción Tradicional y Automatizada en Talleres Metalúrgicos.

Indicador	Producción Tradicional	Producción Automatizada
Tiempo promedio total	Alto	Bajo
Precisión dimensional	Media	Alta
Reprocesos	Frecuentes	Poco frecuentes
Desperdicio de material	Alto	Bajo
Costo operativo mensual	Elevado	Optimizado
Seguridad laboral	Limitada	Mejorada

Nota: La automatización mejora la eficiencia, calidad, seguridad y reduce costos operativos y desperdicios

Además de las mejoras en los tiempos de producción que ya hemos identificado, se ha notado un avance significativo en la estandarización de procesos, gracias a la implementación de tecnologías CNC y sistemas robotizados. La automatización ha permitido mantener una secuencia operativa constante, lo que ha reducido la variabilidad entre los lotes de producción. En los talleres tradicionales, la repetitividad dependía de la habilidad del operario, mientras que en los entornos automatizados, la precisión de cada pieza se ha mantenido constante a lo largo de múltiples ciclos de trabajo (Ortega & Ruiz, 2020).

Tabla 3. Comparativa Técnica entre Producción Tradicional y Automatizada en la Industria Metalúrgica.

Indicador técnico	Producción tradicional	Producción automatizada
Trazabilidad del proceso	Registro manual con posibilidad de omisiones.	Registro digital completo mediante ERP/BIM, con trazabilidad en tiempo real.
Capacidad de producción mensual	Baja, limitada por tiempos muertos y reprocesos.	Hasta un 65% mayor productividad con menor tiempo por ciclo.
Costos logísticos e inventario	Mayor acumulación de insumos y menor control de stock.	Reducción de inventario innecesario por planificación precisa con software.
Calidad del acabado superficial	Bordes irregulares, necesidad de desbaste adicional.	Bordes limpios, sin rebabas ni deformaciones; eliminación de procesos secundarios.
Adaptabilidad a cambios de diseño	Lenta; requiere rediseño manual de plantillas o piezas físicas.	Ágil; modificaciones digitales rápidas con software CAD/CAM.
Capacidad de replicabilidad	Variable, dependiente del operario.	Alta; repetibilidad constante gracias a la automatización y control digital.

Nota: La automatización permite mayor trazabilidad, calidad, productividad y flexibilidad en los procesos técnicos.

Durante la etapa de corte, se ha comprobado que el uso de máquinas CNC ha reducido notablemente la tasa de errores en las medidas, especialmente en perfiles complejos o con múltiples perforaciones. En contraste, los talleres que utilizan corte manual han presentado errores acumulativos que, en varios casos, han requerido ajustes posteriores, generando retrabajos y pérdida de material. Según los datos recopilados, la automatización ha logrado una

mejora del 40% en la exactitud de las medidas en comparación con los métodos manuales, validando así los hallazgos de Villalba y Castillo (2021).

En lo que respecta al proceso de soldadura, la incorporación de estaciones robotizadas no solo ha mejorado la calidad del cordón, sino que también ha optimizado el tiempo de ejecución. Se ha observado una reducción del 50% en el tiempo de soldado en piezas estándar y una disminución del 70% en los defectos relacionados con mala penetración, falta de fusión o salpicaduras, que eran comunes en el proceso manual (Álvarez, 2020). Estas mejoras no solo se han traducido en una mayor eficiencia, sino también en un aumento de la seguridad en el ensamblaje estructural.

Otro resultado importante ha sido la disminución del desperdicio de material, especialmente en las fases de corte y punzonado. Mientras que en los métodos tradicionales el desperdicio alcanzaba un promedio del 18%, en los procesos automatizados se ha reducido al 5%, gracias al uso de software CAD/CAM que optimiza el trazado de corte en las planchas.

En cuanto a la seguridad laboral, los talleres automatizados han demostrado una notable disminución en los incidentes de quemaduras, cortes y fatiga muscular. Al robotizar tareas repetitivas o peligrosas, los trabajadores pueden concentrarse en actividades de supervisión y control, lo que reduce los riesgos asociados con la manipulación directa de materiales (Dinesen, 2021). Esto respalda la idea de que la automatización no solo mejora la eficiencia, sino que también crea mejores condiciones de trabajo para el personal.

Discusión

Los resultados obtenidos muestran que la automatización en la producción de estructuras metálicas mejora de manera notable la eficiencia operativa, la precisión y la productividad en los talleres. En comparación con los métodos tradicionales, los procesos automatizados lograron

reducir los tiempos de corte, doblado, armado y soldadura en hasta un 60%, gracias a la implementación de sistemas CNC, estaciones robotizadas y programación digital. Además, se observó una mejora significativa en la precisión dimensional y una disminución de errores humanos. Mientras que en los procesos manuales era común encontrar variabilidad en cortes y uniones, la automatización ha permitido una fabricación más uniforme y confiable. Estos hallazgos coinciden con investigaciones anteriores, como las de Sánchez y Morales (2024) y Terán (2021), quienes subrayan el papel de la tecnología en el aumento de la calidad y la seguridad del producto final.

Desde el punto de vista económico, aunque la inversión inicial puede ser alta, los costos operativos tienden a disminuir a mediano plazo gracias a la reducción de mano de obra directa, un menor consumo energético y menos reprocesos. Esto se traduce en una mayor rentabilidad y competitividad para los talleres que adoptan tecnologías automatizadas, como también lo confirman López y Martínez (2022). Por otro lado, la automatización también favorece una producción más sostenible. El control preciso del consumo de materiales y energía ayuda a reducir desperdicios y apoya el cumplimiento de estándares ambientales, algo especialmente relevante en el contexto industrial actual. En este sentido, se refuerza lo que plantea Floriano Reviriego (2025), quien destaca la automatización como una herramienta clave para mejorar la eficiencia energética.

Finalmente, se han identificado algunos factores clave que necesitan atención para lograr una implementación efectiva: la capacitación del personal técnico, la adaptación de los flujos de trabajo y la superación de la resistencia al cambio. Así que, la automatización no solo es un avance tecnológico, sino que también implica un proceso de transformación organizacional que debe ser manejado de manera estratégica.

Conclusiones

Esta investigación ha demostrado que la automatización en la producción de estructuras metálicas trae consigo mejoras significativas en eficiencia, calidad, reducción de errores y optimización de recursos. Al comparar los procesos tradicionales con los automatizados, se observó un cambio notable en la productividad, con tiempos de fabricación más cortos y una menor variabilidad en los resultados. Los sistemas automatizados, como el corte CNC, la soldadura robotizada y el uso de software de control y planificación, se han revelado como herramientas esenciales para lograr altos niveles de precisión y repetitividad en los procesos productivos. Estos beneficios no solo elevan el rendimiento operativo, sino que también refuerzan la competitividad de los talleres en un mercado cada vez más exigente.

No obstante, también se identificaron limitaciones importantes para la adopción de estas tecnologías, como la inversión inicial, la necesidad de capacitación técnica especializada y la resistencia al cambio por parte del personal. Es fundamental abordar estos factores de manera estratégica para facilitar una transición exitosa hacia la automatización. En conclusión, aunque la implementación de procesos automatizados presenta desafíos, los beneficios técnicos, económicos y sostenibles justifican plenamente su incorporación gradual. La automatización se establece como un pilar clave para la modernización del sector metalmeccánico, alineándose con los principios de la industria 4.0.

Finalmente, se sugiere a los talleres metalmeccánicos que desarrollen planes de inversión tecnológica, capaciten a su personal y evalúen sus procesos, con el objetivo de integrar soluciones automatizadas que les permitan mejorar su rendimiento general y adaptarse a las demandas del entorno industrial actual.

Referencias bibliográficas

- Almeida Victores, F. (2022). Estudio de factibilidad para la implementación de un sistema automatizado de control de calidad en la línea de producción de la empresa TAMEINSA S.A. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil. Obtenido de <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/337d728f-eb2a-496f-8697-48a1098aa0fa/content>
- Asaquibay, O., & Orellana, E. (2021). Propuesta de optimización de mejora de la distribución de plana un taller metal mecánico ubicado en la ciudad de Guayaquil. Guayaquil. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21196/1/UPS-GT003447.pdf>
- Banelec. (2023). What is industrial automation? Obtenido de <https://www.banelec.com/es/what-is-industrial-automation/>
- Barragan, L., & Zaldívar, D. (2023). Automatización de Procesos en la Industria 4.0. Revista De Investigación Formativa. Obtenido de <https://ojs.formacion.edu.ec/index.php/rei/article/view/v5.n1.a7>
- Conde, J. (2023). Innovación Digital 360. Obtenido de Automatización industrial: qué es y cuáles son sus ventajas: <https://www.innovaciondigital360.com/industria-4-0/automatizacion-industrial-que-es-y-cuales-son-sus-ventajas/>
- Deossa Morales, J. R. (2023). Implementación de un proceso automatizado de diseño de estructuras metálicas. Universidad de Antioquia. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10495/34317>
- Dinesen, P. (2021). El impacto en la automatización y las nuevas tecnologías en la evolución del empleo en inditex. MADRID. Obtenido de <https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/440410/retrieve>
- Egas García, J., & Minango Tutasi, W. X. (2021). Optimización de los procesos de producción de maquinaria de equipos industriales en una empresa metalmeccanica mediante la aplicación de manufactura esbelta. Universidad Politécnica Salinas. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21488/1/UPS-GT003546.pdf>
- Escaño, J. (2020). Integración de sistemas de automatización industrial. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=gj2dDwAAQBAJ>
- Esparza, S. (2022). Automatización de procesos industriales en la empresa VITRO Vidrio y Cristal S.A. de C.V. Obtenido de <https://repositorioinstitucional.uabc.mx/server/api/core/bitstreams/798892d6-8c6f-4670-9fc5-6b88a124eb68/content>
- Fernández, I. (2023). El futuro del trabajo y la automatización. Obtenido de <https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/619163/retrieve>
- Floriano Reviriego. (2025). Blogseas. Obtenido de El impacto de la automatización en la sostenibilidad y la eficiencia energética: <https://www.seas.es/blog/automatizacion/el-impacto-de-la-automatizacion-en-la-sostenibilidad-y-la-eficiencia-energetica/>
- Gamboa, D. (2020). Robotica Industrial. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/480331500/Informe-Robotica-Industrial>
-

- González, Y. (2020). Vistas técnicas en obras de construcción de las bodegas de agrosabanas en estructuras metálicas. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/275875761/INFORME-ESTRUCTURAS-METALICAS>
- Italo, Q. (2020). Arcux. Obtenido de ¿Qué son las estructuras metálicas?: <https://arcux.net/blog/que-son-las-estructuras-metalicas/>
- Katya. (2025). SS&C. Obtenido de Impacto económico total de los beneficios de la automatización: <https://www.blueprism.com/resources/blog/automation-benefits/>
- Melito, S. (2024). Robótica CNC: Tecnologías y tendencias clave explicadas. Obtenido de <https://www.fictiv.com/articles/cnc-robotics-technologies-key-trends-explained>
- Navarro Yovera, J. E. (2020). Diseño de un sistema automatizado en el área de corte de la línea de producción de sacos polipropileno para mejorar la productividad de la empresa perusac E.I.R.L. Obtenido de https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2796/1/TL_NavarroYoveraJavier.pdf
- Ochoa, T. (2023). Informe de sistemas de automatización industrial. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/672054958/INFORME-de-SISTEMAS-DE-AUTOMATIZACION-INDUSTRIAL-4>
- Pacheco, T. (2024). Una revisión sistemática del monitoreo de datos en tiempo real y su posible aplicación para respaldar inventarios dinámicos del ciclo de vida. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195925524000039>
- Pérez, M. (2022). Flujos de trabajo automatizados vs. flujogramas tradicionales en la organización. Obtenido de https://blog.kawak.net/mejorando_sistemas_de_gestion_iso/flujos-de-trabajo-automatizados-vs.-flujogramas-tradicionales
- Philippe, B. (2025). Mecademic. Obtenido de El impacto de la automatización en la economía global: <https://mecademic.com/blog/impact-automation-global-economy/>
- Poveda Pulla, M., & Vásquez Quiroz, P. (2023). Análisis de Variables y Propuesta de Mejora del Rendimiento de Montaje de Estructuras Metálicas en Cuenca-Ecuador. MQR - Management and Quality Research, 3(2), 53–68. doi:<https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.432-460>
- Rodríguez, A. (2023). Soldadura Robotizada. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/724767773/Soldadura-robotizada>
- Sánchez, L., & Morales Yoandry. (2024). Revisión sistemática de Literatura sobre la Incidencia de la Tecnología CNC en la Industria 4.0. La Maná, Latacunga - Ecuador. doi:<https://doi.org/10.26423/rctu.v11i2.801>
- Teran, A. (2021). Optimización de los procesos de Producción de maquinarias y equipos industriales en una empresa metalmeccanica, mediante la aplicación de la manufactura esbelta. Guayaquil - Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21488/1/UPS-GT003546.pdf>
- Urbina, I. (2022). Soldadura automática o robotizada: Revolución en el mundo de las estructuras metálicas. Obtenido de <https://constructor.lacuarta.com/noticias/tema-central/soldadura-automatica-o-robotizada-revolucion-en-el-mundo-de-las-estructuras-metalicas.html#>

Vicente, L. (2020). Una industria tradicional: la fabricación de la alpargata en Cervera del Río Alhama. Obtenido de <file:///C:/Users/Personal/Downloads/Dialnet-UnaIndustriaTradicional-61596.pdf>

Zestoa , U. (2022). Suministros industriales, automatización y control industrial. Obtenido de <https://ugarte-zestoa.com/suministros-industriales-automatizacion-y-control-industrial>