

Implementación de una estación de subensamble como una prospectiva de mejora continua

Implementation of a subassembly station as a perspective for continuous improvement.

Martha Elia García Reboloso ¹
Karina Vega García ²
Andrés Eduardo Rivas Cisneros ³
Emiliano Silva Rodríguez ⁴

RESUMEN

La implementación de nuevas líneas de producción se ha convertido en una estrategia clave para que las empresas mantengan su competitividad en un mercado globalizado y cada vez más demandante. La presente investigación tiene como objetivo principal la implementación de una estación de subensamble de transmisiones en la línea de ensamble de máquinas Mower Conditioner en la planta de John Deere Monterrey. Este proyecto busca alcanzar un tiempo de ciclo de 40 minutos, mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing (como el estudio de tiempos, la mejora continua y las 5S) y la implementación del sistema de surtido Justo a Tiempo. La colaboración entre los departamentos de manufactura y materiales fue crucial para el éxito de la implementación. Sin su apoyo, la creación de la estación de subensambles no hubiera sido posible.

Los resultados obtenidos indican que la estación de subensambles es funcional y eficiente, logrando un tiempo de ciclo inferior a los 40 minutos, lo que no solo permite cumplir con la demanda diaria de producción, sino también superar los tiempos establecidos. Esto ha permitido que los operadores de la estación puedan apoyar la línea principal, agilizando el proceso de ensamble y mejorando la productividad general de la planta. En conclusión, la implementación de esta estación de subensambles ha tenido un impacto significativo en la productividad de la línea de producción, convirtiéndose en una de las estaciones más productivas de la planta. El logro alcanzado ha generado un fuerte sentido de satisfacción y orgullo en el equipo involucrado.

PALABRAS CLAVES: Implementación, líneas de producción, estación de subensambles, estudio de tiempos, lean manufacturing, mejora continua, productividad.

¹ Doctora en Educación, con Maestría en Ciencias de la Administración con esp. En sistemas, Profesora de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma Nuevo León. martha.garciarb@uanl.edu.mx <https://orcid.org/0000-0001-5863-0396>

² Maestría en Administración Industrial y de Negocios con Orientación en Relaciones Industriales, Profesora de tiempo completo de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Karina.vegagrc@uanl.edu.mx <https://orcid.org/0009-0003-1595-6398>

³ Maestría en Administración Industrial y de Negocios con Orientación en Relaciones Industriales, Profesor de tiempo completo de la Universidad Autónoma de Nuevo León. arivasc@uanl.edu.mx <https://orcid.org/0009-0004-2243-8991>

⁴ Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Ingeniero Mecánico Administrador. emiliano.silvar@uanl.edu.mx



Implementación de una estación de subensamble como una prospectiva de mejora continua

Fecha de recepción: 10 de marzo, 2025.

Fecha de aceptación: 10 de abril, 2025.

ABSTRACT

The implementation of new production lines has become a key strategy for companies to maintain their competitiveness in an increasingly demanding and globalized market. The main objective of this research is the implementation of a transmission subassembly station in the assembly line of Mower Conditioner machines at the John Deere Monterrey plant. This project aims to achieve a cycle time of 40 minutes by applying Lean Manufacturing tools (such as time studies, continuous improvement, and the 5S methodology) and implementing the Just in Time inventory system. The collaboration between the manufacturing and materials departments was crucial for the success of the implementation. Without their support, the creation of the subassembly station would not have been possible.

The results obtained indicate that the subassembly station is functional and efficient, achieving a cycle time of less than 40 minutes, which not only meets the daily production demand but also exceeds the established times. This has allowed the station operators to support the main line, streamlining the assembly process and improving the overall productivity of the plant. In conclusion, the implementation of this subassembly station has had a significant impact on the productivity of the production line, becoming one of the most productive stations in the plant. The achievement has generated a strong sense of satisfaction and pride among the team involved.

KEYWORDS: Implementation, production lines, subassembly station, time study, lean manufacturing, continuous improvement, productivity.

INTRODUCCIÓN

En la industria fabricante moderna, la optimización de las líneas de producción se ha convertido en un factor crítico para mantener la competitividad en un mercado globalizado y altamente exigente. Las líneas de producción eficientes no solo mejoran la productividad y la calidad del producto, sino que también reducen costos operativos y tiempos de ciclo, aumentando así la rentabilidad y la satisfacción del cliente (Groover, 2015). En este contexto, la implementación de estaciones de subensamble ha surgido como una estrategia clave para optimizar el flujo de trabajo, especialmente en entornos de producción complejos como el de maquinaria agrícola.

La presente investigación tiene como objetivo principal implementar una estación de subensamble de transmisiones en la línea de producción de máquinas Mower Conditioner en la planta de John Deere Monterrey, con el propósito de alcanzar un tiempo de ciclo de 40 minutos por unidad. Este enfoque busca satisfacer la demanda diaria de al menos 12 transmisiones por turno de 8 horas, aplicando herramientas de Lean Manufacturing, como el estudio de tiempos, la mejora continua (Kaizen) y el sistema justo a tiempo (JIT). Estas metodologías se han demostrado efectivas en la optimización de procesos productivos al eliminar desperdicios, mejorar el flujo de materiales y maximizar la eficiencia operativa.



Implementación de una estación de subensamble como una prospectiva de mejora continua

JUSTIFICACIÓN

El problema de investigación surge de la necesidad de mejorar la eficiencia operativa en la línea de producción de John Deere Monterrey, donde el ensamblaje de transmisión representa un cuello de botella crítico. La estación de subensamble propuesta debe cumplir con un tiempo de ciclo máximo de 40 minutos por unidad en un espacio limitado de 80 m², utilizando una estrategia eficiente de suministro de materiales a través del sistema JIT. Este desafío es especialmente relevante en la industria de maquinaria agrícola, donde la demanda de productos de alta calidad y tiempos de entrega rápidos es cada vez mayor (Silva Rodríguez).

Diversos estudios han documentado los beneficios de Lean Manufacturing y Seis Sigma en la optimización de líneas de producción, destacando su capacidad para reducir desperdicios, mejorar la eficiencia operativa y aumentar la calidad del producto (Womack & Jones, 1996; Pérez Olguín et al., 2016). Herramientas como el mapeo de la cadena de valor, Kanban y Kaizen han demostrado ser efectivas en diversos sectores industriales. Sin embargo, persisten vacíos en el conocimiento, especialmente en la aplicación combinada de múltiples metodologías de mejora continua adaptadas a contextos.

Estudios previos han explorado la implementación de estaciones de subensamble en la industria automotriz y electrónica, logrando mejoras significativas en la eficiencia operativa y la productividad (Baro-Tijerina et al., 2016; Kern & Refflinghaus, 2015). Sin embargo, existe una escasez de investigaciones que aborden la integración de Lean Manufacturing y el sistema JIT en estaciones de subensamble de transmisiones en la industria de maquinaria agrícola. Además, la literatura actual no aborda de manera suficiente los desafíos ergonómicos y de seguridad laboral asociados al manejo de componentes pesados en estaciones de subensamble (Chunxia & Smith, 2006).

Este trabajo de investigación pretende llenar el vacío en la literatura científica mediante la implementación y evaluación de una estación de subensamble de transmisiones en la planta de John Deere Monterrey. La aplicación integrada de Lean Manufacturing y JIT no solo optimizará el tiempo de ciclo y la eficiencia operativa, sino que también proporcionará un marco práctico para la adaptación de estas metodologías en contextos específicos. Además, se abordarán aspectos críticos de ergonomía y seguridad laboral, contribuyendo al bienestar de los operadores y reduciendo riesgos asociados a lesiones musculoesqueléticas (Pérez Olguín et al., 2016).

La relevancia de este estudio es múltiple. Científicamente, contribuye al avance del conocimiento sobre la optimización de estaciones de subensamble en líneas de producción complejas. Socialmente, la mejora de la eficiencia operativa y la reducción de desperdicios promueven la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental. Tecnológicamente, este trabajo proporciona un marco práctico para la implementación de metodologías avanzadas de gestión de la producción, facilitando su adopción en diversas industrias.

METODOLOGÍA

Este estudio se centró en el diseño e implementación de una estación de subensamble para optimizar el ensamblaje de transmisiones en la línea de producción de las máquinas Mower Conditioners de John Deere. La investigación se estructuró bajo un enfoque cuantitativo, aplicando herramientas de manufactura esbelta (Lean Manufacturing), con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa, reducir el tiempo de ensamblaje y minimizar errores en el proceso de producción.

El diseño de la investigación contempló diversas fases para garantizar una implementación efectiva de la estación de subensamble, asegurando la mejora en la productividad y calidad del ensamblaje de transmisiones.



Implementación de una estación de subensamble como una prospectiva de mejora continua

Se inicia con la fase de análisis de la situación actual; en ella se realizó una evaluación del proceso de ensamblaje de transmisiones en la línea principal, identificando los principales problemas en términos de tiempos, eficiencia y calidad. A través de la observación directa y la recolección de datos históricos, se detectaron cuellos de botella en la línea de producción, relacionados con el alto número de piezas, la dificultad de acceso y el tiempo excesivo requerido para el ensamblaje.

Con base en el análisis previo, se dio seguimiento a la fase de planificación del diseño de la estación de subensamble se definieron los requerimientos específicos para la estación de subensamble. Se diseñó el layout óptimo, considerando la distribución de los materiales, el flujo de trabajo y la accesibilidad para los operarios. También se estableció un plan de abastecimiento de componentes para garantizar un suministro eficiente y continuo de las piezas necesarias.

Para asegurar el éxito de la implementación, se implementó como fase tres la capacitación a los operarios en el uso de la estación de subensamble, el cual, enfocándose en buenas prácticas de manufactura esbelta, estándares de calidad y eficiencia en la ejecución de tareas. La capacitación incluyó simulaciones prácticas y pruebas piloto para familiarizar a los trabajadores con la nueva metodología. Con ello, inicia la siguiente fase que corresponde a la implementación de la estación de subensamble; el cual se llevó a cabo la instalación de la estación dentro del entorno de producción, asegurando su integración con la línea de ensamblaje existente. Durante esta fase, se realizaron ajustes en tiempo real para optimizar la operatividad de la estación y garantizar su funcionalidad en condiciones reales de trabajo.

Una vez implementado, se realizó la fase de recolección y análisis de datos donde se aplicaron estudios de tiempos y movimientos antes y después de la implementación de la estación de subensamble. Los datos obtenidos se analizaron con herramientas estadísticas para medir el impacto de la estación en la reducción de tiempos de ensamblaje, la mejora en la ergonomía del operario y la disminución de errores en la producción. Posterior a ello, se estableció un sistema de auditorías de proceso para monitorear el desempeño de la estación de subensamble, que forma parte de la fase de evaluación. Estas auditorías permitieron identificar oportunidades de mejora y realizar ajustes en la operación para maximizar la eficiencia a largo plazo.

La investigación se fundamentó en un enfoque cuantitativo, basado en la recolección y análisis de datos objetivos relacionados con la productividad y eficiencia del ensamblaje. Se utilizaron herramientas de manufactura esbelta, tales como 5S para optimizar la organización y limpieza en la estación de subensamble, estudios de tiempos y movimientos para evaluar la eficiencia antes y después de la implementación, auditorías de proceso para garantizar el cumplimiento de estándares de calidad y detectar áreas de mejora.

Se planteó que la incorporación de una estación de subensamble reduciría significativamente el tiempo de ensamblaje de transmisiones, optimizando la productividad y disminuyendo errores en la línea de producción que permitió evaluar de manera sistemática el impacto de la implementación de la estación de subensamble en la eficiencia de la producción. A través de un enfoque basado en manufactura esbelta y análisis de datos cuantitativos, se establecieron mejoras medibles en la reducción de tiempos de ensamblaje y la calidad del producto final.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La implementación se estructuró en torno a ocho objetivos específicos, cada una corresponde a una etapa crítica del proceso y aportó información valiosa para la evaluación del desempeño de la nueva estación.

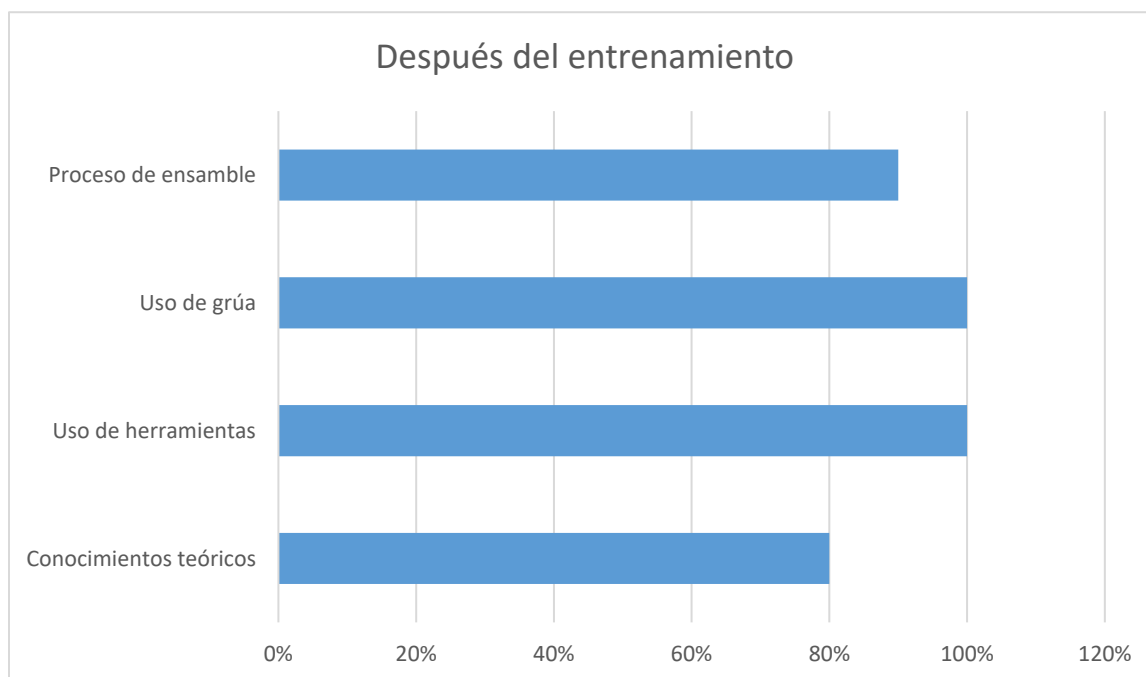
El primer objetivo específico “definir la estrategia de surtido de materiales, en base a la demanda, aplicando la estrategia de justo a tiempo”; consistió en planificar el abastecimiento de materiales a partir de la demanda; a través de la estrategia “justo a tiempo” permitió reducir el inventario innecesario y mejorar el flujo de materiales dentro del espacio limitado de 80 m² y definiendo los

Implementación de una estación de subensamble como una prospectiva de mejora continua

materiales que permanecerían de forma fija y cuáles serían surtidos oportunamente. Como resultado, se logró una mayor eficiencia logística y se evitó la acumulación de insumos que podrían interferir con las operaciones diarias.

En relación al segundo objetivo que refiere a “diseñar el layout óptimo de la estación de subensamble, asegurando la ubicación de las herramientas y materiales necesarios. Aplicando principios de flujo continuo y minimizando los movimientos de los operadores”; se diseñó un layout optimizado para la estación de subensamble teniendo en cuenta la ubicación tanto de herramientas como de materiales. Logrando una distribución eficiente que favoreció la ergonomía y redujo el tiempo de desplazamiento del operador a través de principios de flujo continuo y minimización de desplazamiento; este rediseño fue crucial para asegurar el cumplimiento del tiempo de ciclo establecido (40 minutos por unidad) y facilitar la integración fluida de la estación con la línea principal. Para el objetivo de “capacitar al 100% al operador con respecto a la utilización de herramientas y equipo, implementando métodos de entrenamiento efectivos como la demostración y la práctica”, correspondiente al tercer objetivo específico; se enfocó en la capacitación del operador en base a un programa de entrenamiento que combinó demostraciones prácticas, listas de verificación y observación directa del proceso. A través de ello, se logró capacitar al 100% del personal asignado, lo que garantizó un uso adecuado de herramientas y equipos, además de la reducción de curva de aprendizaje y los errores operativos en las fases iniciales.

Gráfica 2. Conocimiento del operador después de recibir el respectivo entrenamiento y capacitación.

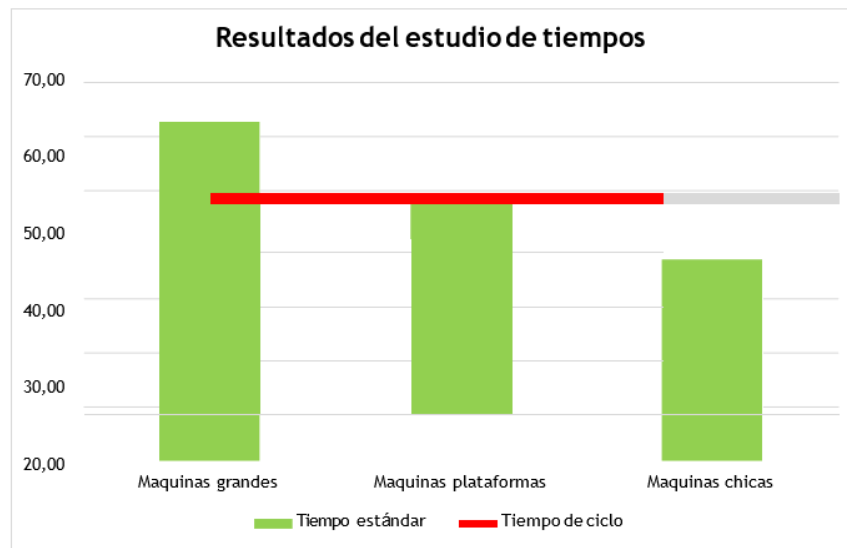


En cuanto a cuarto objetivo, se dio inicio formal a la producción por familias de productos, “comenzar con la producción de transmisiones por familias, iniciando con la familia de máquinas grandes, después las plataformas y por último las máquinas chicas” por lo que fue clave para estandarizar las operaciones, facilitar la adaptación del operador al proceso y asegurar la trazabilidad de tiempos y calidad por tipo de ensamblaje. Después de ello, se centró en la realización de un estudio de tiempos por familia con el propósito de alcanzar el objetivo de “realizar estudios de tiempos de cada una de las familias a ensamblar, para analizar el tiempo de ciclo actual y ver posibles mejoras”, esto permitió

Implementación de una estación de subensamble como una prospectiva de mejora continua

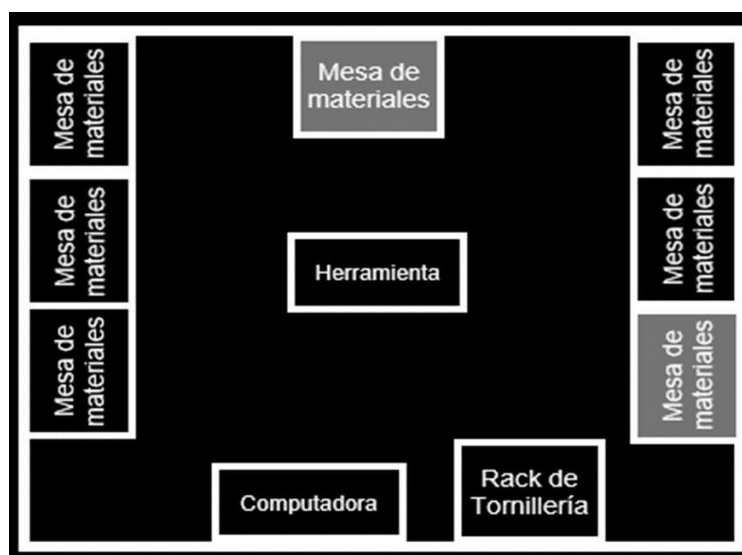
identificar con precisión el tiempo de ciclo inicial y los puntos críticos donde se producían mayores demoras, además de ser fundamental para las siguientes fases de optimización.

Gráfica 2. Gráfica de tiempos estándar en minutos para cada uno de los subensambles de las familias de las maquinas, en comparación con el tiempo de ciclo designado en la estación



Basados en los resultados de dicho estudio, el sexto objetivo abordó la optimización continua del proceso ya que se busca “analizar los resultados del estudio de tiempos para identificar los principales cuellos de botella en el proceso de ensamble y se buscara soluciones”. Esto permitió la implementación de ajustes en el layout (figura 1), rediseños en los soportes de herramientas y mejores en el flujo de trabajo que contribuyó a reducir los paros de línea y mejorar la sincronización entre procesos.

Figura 1. Rediseño de layout



Implementación de una estación de subensamble como una prospectiva de mejora continua

Posteriormente, en el séptimo objetivo “se realizará de nuevo un estudio de tiempos, pero ahora después de las mejoras, con el objetivo de poder visualizar si los cambios realizados redujeron el tiempo de ciclo”; se llevó a cabo un nuevo estudio de tiempos después de aplicar las modificaciones. Los resultados mostraron una reducción significativa en el tiempo de ciclo, cumpliendo con el estándar deseado y validando la efectividad de las mejoras implementadas. La comparación entre los resultados obtenidos antes y después proporcionó evidencia tangible del impacto de las decisiones de diseño y gestión en la productividad de la estación.

Finalmente, el octavo objetivo “se programarán auditorías periódicas del proceso con el fin de encontrar posibles áreas de oportunidad y fomentar la mejora continua” permitió diseñar listas de verificación y formatos de observación que permiten monitorear el cumplimiento de los estándares, detectar desviaciones y promover una cultura de mejora continua entre los operadores y supervisores.

Esto nos permite ver como resultado una implementación exitosa que no solo cumplió con los objetivos planteados, sino que también posicionó a la estación de subensamble como una de las más eficientes dentro de la línea de producción; por lo que, la integración de herramientas Lean Manufacturing, una planificación estratégica adecuada y la participación del personal operativo fueron factores clave para alcanzar un desempeño superior al esperado.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

En resumen, mientras que la literatura existente ha documentado los beneficios de Lean Manufacturing y el sistema JIT en la optimización de líneas de producción, persisten desafíos en su aplicación integrada en estaciones de subensamble adaptadas a contextos específicos. Este artículo pretende llenar ese vacío, proporcionando evidencia empírica y soluciones prácticas para la industria de maquinaria agrícola. Se espera que los hallazgos de esta investigación contribuyan al avance del conocimiento en el área de líneas de producción y ofrezcan una guía práctica para la optimización de procesos productivos en contextos.

REFERENCIAS

- Baro-Tijerina, M., Estrada-Ruiz, M., & García-Garrobo, I. (2016). Una aplicación de la metodología seis sigma para la optimización de línea de producción de arneses. *Ingenierías*, 19.
- Chunxia, X., y Smith, C. (2006). Balanceo de líneas de ensamblaje mediante optimización basada en simulación.
- Kern, P., y Refflinghaus, R. (2015). Balanceo de líneas de ensamblaje y manufactura esbelta.
- Muñoz Guevara, JA, Zapata Urquijo, CA y Medina Varela, PD (2022). Lean Manufacturing: Modelos y herramientas.
- Pérez Olgún, IJC, Blanco Gutiérrez, JB, & Pérez Limón, JA (2016). Herramientas de Manufactura Esbelta Aplicadas en Mejoramientos del Flujo de Materiales. *Puerta de investigación*.
- Silva Rodríguez, E. (2024). Implementación de una estación de subensamble como una prospectiva de mejora continua.
- Womack, JP y Jones, DT (1996). *Pensamiento Lean: elimine el despilfarro y cree riqueza en su empresa*.