

# Optimización del KPI adherencia al sistema de producción de una planta de motores eléctricos

## Optimization of the KPI adherence to the production system of an electric motor plant

Romo, María<sup>1\*</sup>; Rosas, Miguel<sup>2</sup>; Palacios, Luz<sup>3</sup>

Tecnológico Nacional de México, ITS de Purísima del Rincón.

\*baudelia.rn@purisima.tecnm.mx

### Resumen

*Esta investigación describe el diseño e implementación de un curso de capacitación sobre Lean Manufacturing para mejorar la adherencia al Sistema de Producción de una planta de motores eléctricos en Irapuato. El curso, titulado "Lean Academy", se impartió a 25 empleados de áreas administrativas y productivas, incluyendo líderes de equipos productivos hasta administrativos, con el objetivo de aumentar sus conocimientos sobre los principios y herramientas de Lean Manufacturing, así como su comprensión del Sistema de Producción de una planta de motores eléctricos. La metodología del curso incluyó presentaciones teóricas, videos didácticos, actividades prácticas en piso de producción y evaluaciones. Los resultados mostraron un incremento significativo en el KPI de adherencia al Sistema de Producción de una planta de motores eléctricos, pasando del 50% al 98% en promedio, superando el objetivo del 95%. Además, se observó un aumento en la cantidad de propuestas de mejora y reportes de inconformidades, lo que indica una mayor conciencia sobre la importancia de la mejora continua y la estandarización de procesos.*

**Palabras clave:** Lean Manufacturing, Sistema de Producción de una planta de motores eléctricos, capacitación, mejora continua, adherencia.

### Abstract

*This article describes the design and implementation of a training course on Lean Manufacturing to improve adherence to the Production System of an electric motor plant in Irapuato. The course, entitled "Lean Academy", was given to 25 employees from administrative and productive areas, including leaders of productive and administrative teams, with the objective of increasing their knowledge of the principles and tools of Lean Manufacturing, as well as their understanding of the Production System of an electric motor plant. The course methodology included theoretical presentations, educational videos, practical activities on the production floor and evaluations. The results showed a significant increase in the KPI of adherence to the Production System of an electric motor plant, going from 50% to 98% on average, exceeding the objective of 95%. In addition, an increase was observed in the number of improvement proposals and reports of abnormalities, indicating greater awareness of the importance of continuous improvement and process standardization.*

**Keywords:** Lean Manufacturing, Production System of an electric motor plant, training, continuous improvement, adherence.

### 1 Introducción

La industria automotriz actualmente es un entorno altamente competitivo donde la eficiencia, la calidad y la capacidad de adaptación son factores clave para el éxito. La búsqueda constante de la optimización de los sistemas de producción ha llevado a las empresas a adoptar metodologías como Lean Manufacturing, que se centra en la eliminación de desperdicios y la mejora continua. En este contexto, una empresa que fabrica motores eléctricos ha implementado el

Sistema de Producción en una planta, un sistema que integra los principios de Lean Manufacturing y del Toyota Production System para alcanzar la excelencia operativa. Sin embargo, la correcta aplicación del Sistema de Producción depende de la comprensión y asimilación de los conceptos que lo sustentan. En la planta de fabricación, se identificó una brecha en el conocimiento y la aplicación del Sistema de Producción por parte de los colaboradores, lo que se reflejaba en un bajo índice de adherencia a los estándares establecidos. Para abordar esta problemática, se diseñó e implementó el curso de capacitación "Lean Academy", enfocado en

fortalecer la cultura Lean y mejorar la comprensión del Sistema de Producción de la planta de motores eléctricos en áreas administrativas y productivas.

La importancia de esta investigación aplicada impacta directamente a la industria automotriz; según (Delfini et al., 2010) demostraron que los procesos formativos que se centran en la metodología de Lean Manufacturing y seguimiento de estándares de producción generaban mayor adherencia de toda la organización. Sabiendo esto, realizaron una implementación de programas referentes a la estandarización y a la mejora continua, que tenía su enfoque en la colaboración de diferentes departamentos en un mismo sentido donde obtuvieron beneficios como el incremento de la eficiencia en las líneas de producción y una mejora en el ambiente de trabajo. En el trabajo de (Gallegos et al., 2024) donde se utilizó la metodología DMAIC para idear un plan de mejora en una maquiladora mexicana. Este trabajo incluyó capacitaciones basadas en herramientas de la filosofía Lean Manufacturing y los métodos, que podrían ser diagramas de espina de pescado y análisis de causa raíz. Los cursos se diseñaron y abordaban los principales retos operativos de la empresa en cuestión, logrando disminuir la rotación del personal en un 15% y también, mejorar los tiempos de entrega a cliente. (León et al., 2017) destacan la importancia que le dan a la capacitación práctica en las distintas herramientas de la metodología como serían 5S y el análisis de valor agregado, se redujeron los distintos desperdicios, mejorando de manera conjunta la adherencia a estándares de la índole productiva.

El objetivo de esta investigación fue aumentar el KPI (Key Performance Indicators) de adherencia al Sistema de Producción, a través de la culturización de los colaboradores en los principios y herramientas de Lean Manufacturing. Se planteó la hipótesis de que un programa de capacitación que combine estrategias didácticas con contenido audiovisual y actividades prácticas sería efectivo para mejorar el índice de adherencia.

## 2 Marco Teórico

En el entorno industrial hablamos de tener datos de temperatura, humedad, tiempos de ciclo, velocidades, mermas, paradas, etc. Si lo que necesitas es reducir los tiempos de máquina parada, deberás poder desglosar esos tiempos de paro y saber cuánto de ese tiempo es causado por esperas, cuánto debido a averías de máquina, cuánto debido a cambios de producto, cuánto, a limpiezas, etc. De todas las variables que se pueden medir, hay que seleccionar algunas de vital importancia y que necesiten de un seguimiento frecuente.

### 2.1 KPI (Key Performance Indicar)

Los indicadores claves de rendimiento miden el desempeño de cada uno de los procesos que hacen parte de una estrategia de negocio, estos ayudan a las empresas a comprender la eficacia de los procesos con relación al logro de los objetivos. (Amorós, 2017). Los KPI deben estar basados en

la estrategia cada departamento. Los KPI deben ser coherentes en cuanto a la información que se obtiene de cada uno de los procesos de los que se requiere medición.

### 2.2 Adherencia a un sistema de producción.

El índice de adherencia que se alinea a los estándares y procesos de un sistema de producción permite medir la implementación de estos principios y así, garantizar eficiencia, mejora continua y sostenibilidad. Este índice tiene la capacidad de ser medido con aplicaciones tecnológicas que recaudan los datos para verificar el cumplimiento de estándares en las actividades diarias para identificar desviaciones y hacer el registro de procesos para su análisis. Estas herramientas permiten conocer y mejorar el desempeño de las operaciones para promover la estabilidad operativa y contribuir a la productividad.

### 2.3 Diseño de un curso.

El diseño de un curso efectivo requiere una planificación exhaustiva que abarque desde la definición de objetivos hasta la evaluación del impacto (Martínez, 2023). Un curso, definido como un período dedicado al estudio de una materia (Real Academia Española, 2023), ha experimentado un auge reciente, particularmente en la modalidad de especialización. De hecho, entre 2021 y 2022, España registró un incremento del 232% en la demanda de cursos de especialización (iSpring ES, 2024). Existen diversos tipos de cursos, como los talleres, que se enfocan en el desarrollo de habilidades específicas en periodos cortos (Universidad Europea, 2022).

Independientemente de la tipología, los objetivos de un curso deben estar alineados con la mejora del desempeño laboral, el desarrollo de competencias, el incremento de la eficiencia y la adaptación a las nuevas tecnologías (iSpring ES, 2024). La planificación incluye la creación de un temario claro y conciso (Martínez, 2023); (McKeachie & Svinicki, 2013), la selección de materiales y herramientas didácticas apropiadas, y la definición de la duración y frecuencia (Martínez, 2023). Para determinar la duración, se debe considerar el perfil de los participantes, sus horarios y sus conocimientos previos (Jasinki, 2022). Un plan de estudio modular facilita el aprendizaje progresivo y permite evaluar el avance mediante retroalimentación continua (Brown, 2015); (Ralph, 2013).

Existen diversas modalidades de impartición: presencial, e-learning y blended-learning (IdeasPropias, 2020). La modalidad presencial, si bien fomenta la interacción social, puede presentar limitaciones en cuanto a la flexibilidad y el ritmo de aprendizaje. El e-learning, por otro lado, ofrece flexibilidad y accesibilidad, pero requiere mayor autonomía por parte del estudiante. El blended-learning combina las ventajas de ambas modalidades.

La evaluación es esencial para determinar la efectividad del curso. Evaluaciones iniciales (Rodrigo, 2020)) y finales permiten medir el conocimiento adquirido, mientras que las encuestas de satisfacción recogen la experiencia del participante e identifican áreas de mejora. Plataformas LMS como

Moodle, Google Classroom o Blackboard facilitan el seguimiento del aprendizaje y la generación de informes (Bates, 2015). La retroalimentación continua es clave para ajustar el curso a las necesidades de los participantes (Cáceres & Tapia, 2021); (Siemens, 2013). Finalmente, la identificación de las necesidades de los participantes (Knowles, 2012) y el perfil del instructor (McKeachie & Svinicki, 2013); (Tiberius & Flak, 2014) son cruciales para el éxito del curso. Indicadores como los KPI y el modelo de Kirkpatrick (Rodríguez, 2022) permiten evaluar el impacto de la capacitación en la empresa.

**2.4 Lean Manufacturing.** Filosofía que persigue la optimización de los sistemas de producción mediante la eliminación del desperdicio (Rajadell C. M., 2021), tiene sus raíces en la Revolución Industrial y la posterior evolución de la manufactura (Liker, 2004). Figuras clave como James Watt, Eli Whitney, Frederick Taylor y Henry Ford contribuyeron a la formación de los sistemas de producción modernos, sentando las bases para la producción en masa y la reducción de costos. Sin embargo, fue en el contexto de la posguerra japonesa, con la necesidad de reconstruir su economía y la escasez de recursos, que surgió el sistema de producción de Toyota, conocido como "Just-in-Time" (Socconini, 2019). Este sistema, enfocado en la eficiencia y la eliminación de desperdicios (Socconini, 2019), sentó las bases para lo que hoy conocemos como Lean Manufacturing.

El Toyota Production System se basa en dos pilares fundamentales: JIT (Just in Time) y Jidoka (Balakrishnan, 2015). JIT se centra en producir lo necesario, cuando se necesita y en la cantidad exacta, minimizando el inventario y los desperdicios (Toyota, 2012); (Womack et al., 1990). Jidoka, por otro lado, se traduce como "automatización con un toque humano", permitiendo que las máquinas se detengan automáticamente al detectar problemas, lo que facilita la identificación y corrección de errores (Toyota, 2012). El TPS (Toyota Production System) se rige por 14 principios, agrupados en cuatro categorías que enfatizan la filosofía a largo plazo, la eficiencia de los procesos, la mejora continua y el respeto por las personas (Liker, 2004); (Ohno, 1988); (Sugiyomi et al., 1977).

Para implementar Lean Manufacturing y el TPS, se utilizan diversas herramientas. Kaizen, que significa "cambio para mejorar", promueve la mejora continua a través de pequeños cambios incrementales (Imai, 1986); (Liker, 2004); (Ohno, 1988). Kanban, un sistema visual de control de inventario, utiliza señales para gestionar el flujo de materiales y evitar la sobreproducción (Japan Management Association, 2017). Poka-Yoke, o "a prueba de errores", previene errores humanos mediante mecanismos específicos (Socconini, 2019); (Salazar, 2019). Heijunka, o nivelación de la producción, busca equilibrar la carga de trabajo y reducir las fluctuaciones en la demanda (Conexión Esan, 2019); (Rajadell & Sanchez, 2010); (Kanban Tool, 2024). Hoshin Kanri es una herramienta para la planeación estratégica que alinea los objetivos de la organización (Socconini, 2019). Las 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) promueven el orden y la

limpieza en el lugar de trabajo (Socconini, 2019); (Imai, 1986). SMED (Single Minute Exchange of Die) busca reducir el tiempo de cambio de herramientas a menos de 10 minutos (Socconini, 2019); (Conexión Esan, 2019). TPM (Mantenimiento Productivo Total) se centra en la mejora de la confiabilidad y disponibilidad de los equipos (Socconini, 2019). Finalmente, el Trabajo Estandarizado define procedimientos consistentes para las operaciones, garantizando la calidad y la eficiencia (Socconini, 2019). El Círculo de Ohno, un método de observación ayuda a comprender las causas raíz de los problemas (Villavicencio, 2020).

### 2.5 Electric Motor Plant Production System.

El Production System of an Electric Motor Plant o EMPPS es un sistema de producción esbelto, flexible y disciplinado, diseñado para estandarizar las operaciones y alcanzar la excelencia en las plantas de Electric Motor Company a nivel global. Este sistema se basa en principios y procesos que empoderan a los empleados, fomentando un ambiente de trabajo seguro y orientado a la entrega de productos que excedan las expectativas del cliente en términos de calidad, costo y tiempo. El EMPPS integra comportamientos de liderazgo, sistemas operativos y procesos unificados, conocidos como Key Unifying Processes (KUP's,) para lograr una organización alineada y capaz de ofrecer los mejores resultados a nivel mundial.

La estandarización es crucial para el éxito del EMPPS, especialmente en una compañía global como Electric Motor Company. La "sombrija EMPPS" proporciona una representación visual de las dimensiones en las que la compañía enfoca sus procesos, incluyendo la visión, el compromiso de liderazgo y la alineación organizacional. Los KUP's, como el Despliegue de Estrategia haciendo uso del Hoshin Kanri y el Trabajo Estandarizado, guían y respaldan las operaciones diarias, estableciendo estándares para las líneas de producción y alineando las prácticas con las directrices corporativas.

Los sistemas operativos del EMPPS, como el Safety Operating System (SOS), Quality Operating System (QOS) y Delivery Operating System (DOS), abordan diferentes aspectos de la fabricación, garantizando la coherencia en los resultados. El Cost Operating System (COS), People Operating System (POS), Maintenance Operating System (MOS) y Environment Operating System (EOS) se enfocan en la optimización de costos, el desarrollo del personal, el mantenimiento de equipos y la sostenibilidad ambiental, respectivamente. La herramienta PDCA (Plan, Do, Check, Act) se utiliza para la resolución de problemas y la mejora continua de los procesos.

El "Modelo 0-100" representa la filosofía operacional del EMPPS, ilustrando cómo las entradas críticas (estándares) se transforman en salidas deseadas (resultados) a través de los procesos de estandarización. La gobernabilidad del EMPPS proporciona una estructura para garantizar la eficiencia y la alineación estratégica, facilitando el intercambio de mejores prácticas y la validación de mejoras. El soporte del

EMPPS se centra en el diseño de estaciones, áreas de planta y tecnologías, respaldando los procesos estandarizados. La Organización Alineada y Capaz impulsa la capacidad y la competencia del personal, fomentando una cultura de aprendizaje continuo, comunicación efectiva, trabajo estandarizado y mejora continua.

El EMPPS se relaciona estrechamente con Lean Manufacturing, adaptando sus herramientas y principios a los procesos específicos de Electric Motor Company. Ambos sistemas buscan la excelencia operativa, utilizando herramientas como JIT, Jidoka, Heijunka y Trabajo Estandarizado para optimizar el flujo de trabajo, reducir el desperdicio y mejorar la calidad. Además, ambos sistemas enfatizan la importancia de la cultura organizacional, el respeto por las personas y la mejora continua.

### 3 Metodología

La metodología se desarrolló considerando diferentes autores mencionados en el marco teórico. En primer lugar, se realizó un estudio donde nos ayuda a saber cuál era el nivel inicial de adherencia en la planta. Ese estudio, se llevó a cabo con uso de aplicaciones de la empresa, donde los Process Coach y Líderes de Equipo registran arranques, cierres, verificaciones y diferentes procesos que deben de llevar de manera lógica y programada para cumplir con sus actividades. Como podemos observar, la Fig. 1 en promedio la adherencia inicia de todas las áreas de la planta es del 50.5%.

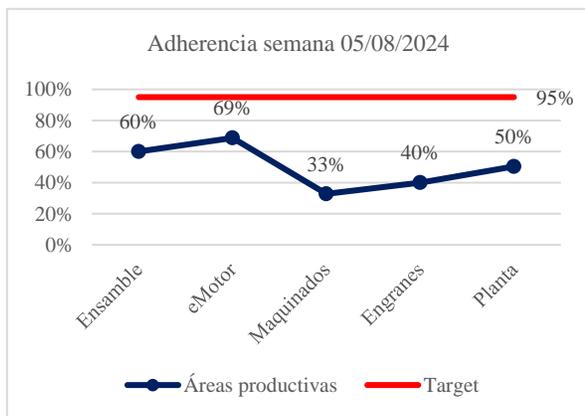


Fig. 1. Diagnóstico inicial de Adherencia

Tomando como base esta adherencia, se idealizó un curso de Lean Manufacturing y sobre el Sistema de Producción de la empresa. Para esto, se desarrolló en primer lugar una agenda para el curso, donde se propuso un horario, dentro de este curso como se muestra en la Fig. 2, se tomaron en cuenta descansos, visitas de los gerentes para revisar avances, comidas, actividades practicas generadas y teóricas para así, tener una guía hacia donde partir.

Horario	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4
08:00 - 08:15		Resumen del día anterior	Resumen del día anterior	Resumen del día anterior
08:15 - 08:30	01 Generalidades Todos			
08:30 - 08:45		04 Trabajo Estandarizado Conocer el procedimiento GFPS 02 (Trabajo Estandarizado) Gus	Conocer el procedimiento GFPS 04 (Layered Process Review)	09 GFPS 05 Continuous Improvement Modelo 0-100 Issue Management (Issue Tracker) Gus
08:45 - 09:00				
09:00 - 09:15				
09:15 - 09:30				
09:30 - 09:45	01 Test de Entrada	Modelo 3G Gus		
09:45 - 10:00	02 Como Nace FPS (Historia Lean Mfg.) Dania	05 Heijunka Gus 15	08 Jidoka (automatización con humano) Gus	10 POKAR
10:00 - 10:15	03 Templo Toyota Dania			Break-15 min
10:15 - 10:30	03 Modelo 4P Dania	Break-15 min	Break-15 min	11 TDM

Fig. 2. Planeación de impartición de capacitación

Con base en esto, se determinó que el curso debe de ser de forma presencial, para buscar el acercamiento con las personas y la respuesta de sus dudas o cuestionamientos que nazcan a raíz de la verificación o enseñanza de procesos o herramientas. Teniendo como objetivo el mejorar el índice de Adherencia con base de la culturización de los colaboradores según el sistema de producción de la compañía, desde área gerencial hasta parte operativa en un futuro, iniciando con las 25 posiciones esenciales para la organización, permitiendo una mejora en estandarización de las áreas productivas, administrativas o varias dentro de la planta.

Partiendo del desarrollo de un temario ideal que abarcara los diferentes puntos desde la parte teórica de Lean Manufacturing como lo fue la historia de la generación de Toyota y su Sistema de Producción, abarcando las herramientas que nos brindan, con base de eso, se desarrollaron actividades según las herramientas y metodologías que se presentaban del sistema Lean y la casa Toyota. En la tabla 1 se muestra una parte del temario que se impartirá en el curso

Tabla 1. Temario simplificado a impartir para capacitación

Módulo 1 Historia de Lean Manufacturing
Módulo 2 Filosofía Lean
Módulo 2 Gestión Visual
Módulo 4 Procesos Estables y Estandarizados
Módulo 5 Heijunka
Módulo 6 JIT – Justo a Tiempo
Módulo 7 Jidoka
Módulo 8 Mejora Continua
Módulo 9 POKAR
Módulo 10. GFPS 06- Time & Data Management (T&DM)
Módulo 11. Linking Results, Operating Systems & KUPs (ROK)
Módulo 12. EMPPS Site

Para la definición de espacios se consideró una sala de capacitación, la cual se dispuso en forma de “U” como se muestra en la Fig 3 lo que genera un amplio espacio en el centro, permitiendo que los estudiantes se vean entre sí y al docente durante la exposición de los temas. Se determinó que esta disposición era ideal, ya que fomenta el uso de debates y discusiones, además de exposiciones orales.



Fig. 3. Espacio definido para capacitación

Se diseñó un instrumento de evaluación diagnóstica y evaluación final el cual se apoyó de Forms de office para realizarlo. El instrumento fue diseñado para medir el nivel de conocimientos necesarios para un buen nivel de adherencia. El cuestionario fue diseñado con 44 preguntas que se consideraron necesarias para corroborar los aprendizajes necesarios para medir el indicador adherencia se algunas de ellas se muestran en las fig. 4.

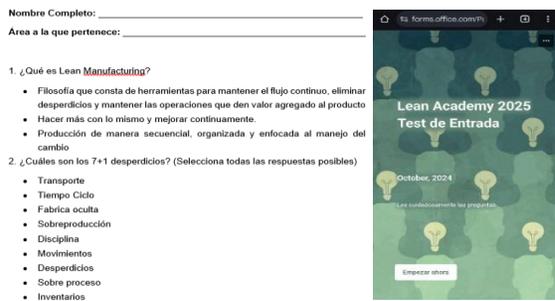


Fig. 4. Cuestionario inicial y final

Al hacer la inmersión dentro del temario, se desarrolló una presentación como lo muestra la Fig. 5 que hile los diferentes puntos que se presentan, donde se exponen los temas, dentro de estas exposiciones teóricas, se generaron dinámicas con actividades en piso productivo o de integración, que permitían mantener la atención del personal que atiende el curso.



Fig. 5. Ejemplo de la presentación realizada

Para esto, se generaron diferentes estrategias denominadas como Lecciones de un solo punto, donde se generaron

estándares para hacer las actividades como se muestra en la fig. 6, donde se generaron actividades para 5S, SMED, Trabajo Estandarizado y se tiene una actividad característica del taller denominado como Fábrica Lean, donde se tienen 3 fases, dentro de estas fases primero se genera un ambiente de caos dentro de la fábrica para que los participantes entiendan el sentido de como se ve un proceso que no cumple con todos los requerimientos para su operación segura, eficiente, que no cuenta con procesos de confirmación, retroalimentaciones, etc. con el paso del tiempo, esta práctica debe de ir mejorando día con día, buscando como objetivo que apliquen las herramientas presentadas en el transcurso del curso y puedan tener una visión más inmersa de cómo aplicarlas a los procesos y el seguimiento de estándares, mejorando así la adherencia de manera indirecta a sus actividades diarias.

## Single Point Lesson

TOPIC: Andon For Lean Academy

**Objetivos y competencias**

**1.1 Objetivos**

Generar una interrelación entre los temas teóricos que se exponen en el grupo con los conceptos de la producción real.

**1.1.1 Objetivos específicos:**

- Ubicar Andon, Poka Yoke y los diferentes sistemas que se presentaron dentro de la presentación en una línea de producción.

**1.1.2 Competencias previas:**

- Capacidad de análisis de procesos en la manufactura mediante análisis visual
- Conocimiento previo acerca de Lean Manufacturing, TPS y FPS con sus herramientas.

**2.1 Responsables**

Personal responsable del cumplimiento	
Puesto	Departamento
Expositor	IEPC
Encargado	[ ]
Alumnos	Lean Academy Group

**1.2. Materiales**

- Hoja blanca
- Bolígrafo

**1.3 Método**

Los participantes serán llevados a una parte de la línea productiva de cualquier área de la planta IEPC. Al ir allá, el instructor se encargará de hacer la referencia a que los participantes deben separarse por la línea de manera individual o en parejas para ir a una o varias estaciones e identificar las diferentes herramientas Lean que tengan en ellas como pueden ser Sistemas Andon, Poka Yoke y los sistemas de ordenes Kanban.

Al regresar al aula, cada uno de los participantes deberá de mencionar los sistemas que encontraron dentro de la línea y así, poder realizar la identificación de estos de una manera conjunta.

Fig. 6. Ejemplo de Actividades Prácticas “Andon”

Como parte de la evaluación para la parte teórica del curso, se realizó el diseño de un cuestionario con uso de plataformas digitales se muestra en la Fig. 7, para medir el conocimiento inicial con el que los participantes llegaron, manteniendo la misma evaluación al final, para tener una comparativa del antes y después de sus conocimientos.



Fig. 7. Evaluación final y Speak Up en Forms

El 50% de las preguntas se basan en cómo aplicar, entender y usar herramientas de Lean Manufacturing y el otro

50% se basa en preguntas acerca del Sistema de Producción de la empresa; todo este conglomerado consta de 42 preguntas, donde se les da un tiempo limitado a una hora donde los participantes de forma individual responden el examen. Los participantes pueden tener acceso a las diferentes formas de apuntes que tuvieron.

Además de realizar llenado del formato de evaluación que se muestra en la Fig. 8 donde el training debe demostrar conocimiento de todos los temas y procesos que involucran el proceso.

## Single Point Lesson

---

TOPIC: Auditoria For Lean Academy

---

• Formato de evaluación de conocimientos

#	Pregunta	Respuesta del auditado	Puntaje (0-5)	Comentarios del auditor
1	¿Cuándo escuchas acerca de la satisfacción al cliente, con que concepto de la sombrilla del FPS lo encuentras ligado y por qué? Tomando en cuenta tu comentario, ¿qué actividades que implementas en tu área aportan a cumplir el objetivo?			
		Total	0	

Fig. 8. Formato de Evaluación de Curso

Encuesta de satisfacción en la Fig. 7 Speak Up en Forms para seguimiento a la satisfacción de la capacitación la cual consta de 15 preguntas, en la Fig. 9 se muestra el resultado de una de ellas.



Fig. 9. Respuestas de Speak Up para seguimiento

Además, se realizaron auditorias en producción donde se le hacían preguntas al personal ya capacitado sobre su proceso y cómo podrían implementar las herramientas en su departamento o área de trabajo esto se lleva a cabo con el formato mostrado en la figura 8.

### 5 Resultados

En base a todo el proceso realizado para optimizar el KPI adherencia se obtuvieron los siguientes de los instrumentos utilizados y de la aplicación de Lean Academy.

En la Fig. 10 se observa que la primera medición, el promedio general de adherencia inicial fue del 50%, con variaciones significativas entre áreas, destacando Maquinados con un 33% como el punto más bajo. Sin embargo, en la última medición, se alcanzó un promedio del 98%, logrando superar el objetivo establecido del 95% en varias áreas. Este

incremento refleja una mejora sustancial en el cumplimiento de los estándares establecidos desempeño destacado en Ensamble y eMotor, que mantuvieron una adherencia constante cercana al 99%.

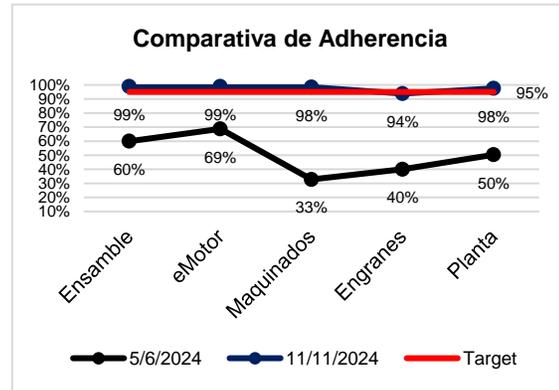


Fig. 10. Comparativa del KPI Adherencia Antes y Después de Capacitación

Teniendo en promedio de resultados en la primera evaluación o evaluación diagnóstica de 50.5% y en la segunda evaluación o final de 86.54%, observando que del 100% de evaluados, el 81% de estos tuvieron un aprovechamiento mayor al 20%, donde en promedio, se tuvo un aprovechamiento general de 31%.

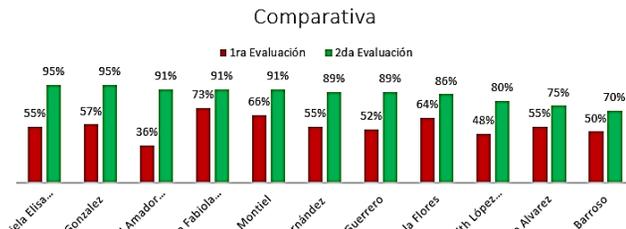


Fig. 11. Comparativa de Evaluación Inicial y Final

Podemos determinar que el 72.7% de los participantes tuvieron una calificación aprobatoria considerada mayor o igual al 85% en el examen final con se observa en la Fig. 11.

Como resultado de las auditorias realizadas a las 3 semanas de realización del curso para conocer el cómo estos aplicaron estos conocimientos a sus diferentes áreas o el cuanto recuerdan de los procesos o herramientas que se les enseñaron, en la Fig. 12 se muestran algunos resultados.

Persona Auditada	Calificación	Target	Porcentaje	
			Puntaje	Target
1	30	24	100%	80%
2	27	24	90%	80%
3	23	24	77%	80%

Fig. 12. Resultados de auditorias

Además, en los resultados de la encuesta de satisfacción que

se muestran en la Fig. 13 reflejan que los participantes quedaron satisfechos con la estructura, las actividades y las herramientas utilizadas durante el curso. Sin embargo, se identificaron áreas de mejora. Los participantes sugirieron incluir una explicación más detallada y visual, así como actividades prácticas y taller más dinámico.



Fig. 13. Resultado de encuesta de satisfacción

Se puede observar que se lograron los objetivos planteados. Después de la verificación de los resultados se generaron propuestas de mejora que apoyan al personal a una mejor adherencia y seguimiento del indicador.

## 5 Conclusiones

La implementación de un programa de capacitación basado en estrategias didácticas y contenido audiovisual demostró ser una herramienta eficaz para mejorar el KPI de adherencia del EMPPS en áreas administrativas y productivas. Este enfoque permitió transmitir conceptos de manera clara y accesible, dotando a los colaboradores capacitados con herramientas prácticas que pueden aplicar en sus entornos laborales, promoviendo la mejora continua y la estandarización de procesos. Así, el curso no solo fortaleció sus competencias, sino que también contribuyó a que estos conocimientos impacten en el desempeño de sus equipos. A pesar de los logros alcanzados, esta investigación enfrentó limitaciones que deben considerarse en futuras implementaciones. Una de las principales fue la dificultad de extender el curso a todos los niveles de la organización, ya que su enfoque inicial estuvo restringido a las posiciones esenciales. Además, la resistencia al cambio por parte de algunos colaboradores limitó la plena asimilación de los conceptos impartidos, evidenciando la necesidad de desarrollar estrategias adicionales para fomentar la aceptación y aplicación de los estándares y conocimientos.

La culturización completa de los niveles operativos sigue siendo un desafío pendiente, ya que el curso no pudo extenderse a todos los colaboradores debido a limitaciones de tiempo y recursos. Finalmente, persisten barreras

relacionadas con la aceptación e implementación de los estándares del EMPPS, lo que subraya la importancia de desarrollar estrategias más robustas para abordar la resistencia al cambio y garantizar una adopción uniforme en todos los niveles de la organización.

## Referencias

- Amorós, G. (2017). *Mejora Continua Sin Límites*. Circulo Rojo.
- Balakrishnan, N. (2015). Toyota Production System. En N. Balakrishnan, *Dependability in Medicine and Neurology* (págs. 239-260). Springer, Cham.
- Bates, T. (2015). *Teaching in a Digital Age: Guidelines for designing teaching and learning - 2nd Edition*. Columbia: BCcampus.
- Brown, G. (2015). *Teaching and learning strategies for higher education*. . Estrategias de enseñanza y aprendizaje para educación superior.: Palgrave Macmillan.
- Cáceres, Q. S., y Tapia, S. C. (24 de Mayo de 2021). *scielo*. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-66662021000100225#:~:text=Esta%20comunicaci%C3%B3n%20revisa%20el%20concepto%20de%20retroalimentaci%C3%B3n,%20las](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662021000100225#:~:text=Esta%20comunicaci%C3%B3n%20revisa%20el%20concepto%20de%20retroalimentaci%C3%B3n,%20las)
- Conexión Esan. (08 de Agosto de 2019). *esan*. <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/heijunka-las-herramientas-para-implementar-esta-metodologia-en-una-empresa>
- Delfini, M., Pujol, A., y Roitter, S. (2010). Impacto de la organización del trabajo en los procesos formativos del sector automotriz argentino. *Revista Venezolana de Gerencia*, 30-50.
- Gallegos, J., Garcia, D., Mireles, M., y Pinedo, J. (Abril de 2024). *researchgate*. [https://www.researchgate.net/publication/381199816\\_Implementacion\\_de\\_un\\_plan\\_de\\_permanencia\\_de\\_personal\\_a\\_traves\\_de\\_la\\_metodologia\\_DMAI\\_C\\_caso\\_de\\_estudio\\_compania\\_maquiladora\\_ciudad\\_Juarez\\_Chihuahua\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/381199816_Implementacion_de_un_plan_de_permanencia_de_personal_a_traves_de_la_metodologia_DMAI_C_caso_de_estudio_compania_maquiladora_ciudad_Juarez_Chihuahua_Mexico)
- IdeasPropias. (1 de Enero de 2020). *Ideas Propias*. <https://www.ideaspropiaseditorial.com/blog/cuales-son-las-principales-modalidades-de-formacion/#:~:text=En%20la%20actualidad%20po demos%20encontrarnos%20con%20multitud%20de,la%20formaci%C3%B3n%20e-learning%20y%20la%20formaci%C3%B3n%20mixta%20blended-learn>
- Imai, M. (1986). *Kaizen: La llave al Exito Competitivo Japonés*. New York: Random House.
- iSpring ES. (5 de Junio de 2024). *LinkedIn*. <https://www.linkedin.com/company/ispring-es-00k3f#:~:text=Los%20principales%20objetivos%20de%20la%20capacitación%20laboral,com portamiento%20...%205%205.%>

- Japan Management Association. (2017). En *Kanban y «Just-in-time» en Toyota: la dirección empieza en las estaciones de trabajo*. (págs. 90-160). 1.
- Jasinski, R. (19 de Mayo de 2022). *Roberto Jasinski Blog*. <https://robertojasinski.com/como-determinar-el-tiempo-de-duracion-de-un-curso/#:~:text=Con%20los%20pasos%20que%20e%20hemos%20mostrado%20para>
- Kanban Tool. (2024). *Kanban Tool*. <https://kanbantool.com/es/guia-kanban/que-es-heijunka>
- Knowles, M. S. (2012). *The adult learner: The definitive classic in adult education and human resource development (7th ed.)*. Routledge.
- León, E., Marulanda, N., y Gonzalez, H. (Febrero de 2017). Factores claves de éxito en la implementación de Lean Manufacturing en algunas empresas con sede en Colombia. *Tendencias, Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas.*, XVIII(1), 85-100. <https://doi.org/10.22267/rtend.171801.66>
- Liker, J. K. (2004). *El Toyota Way: 14 Principios de Gestión del Mejor Fabricante del Mundo*. McGraw-Hill.
- Martínez, G. (Noviembre de 2023). *tumentora*. <https://www.tumentora.com/crear-curso-online-presencial-ejemplos/>
- McKeachie, W. J., y Svinicki, M. (2013). *Consejos de enseñanza: Estrategias, búsqueda y teoría para maestros de universidad. (14th ed.)*. Cengage Learning.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Más allá de la producción a gran escala*. Prensa de productividad.
- Rajadell, C. M. (2021). *Lean Manufacturing: Herramientas para producir mejor*. Ediciones Díaz de Santos.
- Rajadell, M., y Sanchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad*. España: Ediciones Díaz de Santos.
- Ralph, W. T. (2013). *Principios básicos de una instrucción o curriculum*. Chicago: University of Chicago Press.
- Real Academia Española. (2023). *rae*. <https://dle.rae.es/curso?m=form>
- Rodrigo, R. (29 de Septiembre de 2020). *Estudiando*. <https://estudiando.com/metodos-para-evaluar-los-conocimientos-y-habilidades-previos-de-los-estudiantes/#:~:text=Sus%20conocimientos%20previos%20deben%20evaluarse%20antes%20de%20ense%20C3%B1ar>
- Rodríguez, H. (15 de Junio de 2022). *crehana*. <https://www.crehana.com/blog/gestion-talento/metricas-capacitacion-de-emresas/>
- Salazar, L. B. (1 de Noviembre de 2019). *Ingeniería Industrial Online*. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/poka-yoke-a-prueba-de-errores/>
- Siemens, G. (2013). *Learning Analytics: The Emergence of a Discipline*. American Behavioral Scientist.
- Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing: paso a paso*. Barcelona: Marge Books. <https://elibro.net/es/lc/bibliotecpurisima/titulos/117567>
- Sugiyomi, Y., Cho, K., y Uchikawa, S. (1977). *Sistema de Producción de Toyota y Sistema Kanban: Materialización del Just in Time y Respeto por el Sistema Humano*. International Journal of Production Research.
- Tiberius, R. G., y Flak, E. A. (2014). *Enseñanza y comunicación efectiva en la educación superior*. Academic Press.
- Toyota. (2012). *Toyota Global*. [https://www.toyota-global.com/company/history\\_of\\_toyota/75years/data/automotive\\_business/production/system/change.html](https://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/data/automotive_business/production/system/change.html)
- Universidad Europea. (13 de Septiembre de 2022). *Universidad Europea*. <https://universidadeuropea.com/blog/tipos-de-cursos/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20tipos%20de%20cursos%20hay%20en%20el%20mercado%20>
- Villavicencio, I. J. (20 de Junio de 2020). *LinkedIn*. <https://www.linkedin.com/pulse/el-c%C3%ADrculo-de-ohno-mira-y-piensa-por-ti-mismo-juan>
- Womack, J. P., Jones, D. T., y Roos, D. (1990). *La Máquina que Cambio al Mundo: La historia de la Producción Lean*. Free Press.

**Recibido:** 28 de diciembre de 2024

**Aceptado:** 22 de marzo de 2025

**Romo, María:** M.A. en Administración e Ingeniero Industrial de profesión, Docente de Tiempo Completo de la carrera de Sistemas Automotrices, trabajos en proyectos vinculados a empresas del sector automotriz, y con experiencia profesional en la Industria Automotriz.  <https://orcid.org/0009-0009-2062-8704>

**García, Miguel:** Ing. en Electromecánico, Especialista en Diseño Mecánico Automotriz y proyectos enfocados en la innovación energética en el área de motores de combustión interna, Docente de Tiempo Completo de la carrera de Sistemas Automotrices. Correo electrónico: miguel.gr@purisima.tecnm.mx  <https://orcid.org/0009-0004-2013-8282>

**Palacios, Luz:** M.C. en Óptica, Ing. Físico de profesión, Especialista en optimización, mejora continua, espectroscopía y caracterización de materiales, Docente de Tiempo Completo de la carrera de Sistemas Automotrices. Correo electrónico: roberto.pa@purisima.tecnm.mx  <https://orcid.org/0000-0001-8930-3451>