

Disminución del porcentaje de defectos en línea de producción de una empresa automotriz mediante el uso de Lean Manufacturing

Remigio-Lopez, S.K.¹; Pinales-Valdez, E.G.²; Valdez-Diaz J.M.²; Carrera-Barraza, M.J.²; Carrera-Barraza, B.³

¹ Autosistemas de Torreón S.A. de C.V. Pipila 210, Alamedas CP: 35805. Cuencame,, Durango Coordenadas GPS:25.5659216, -103.4834623

² Tecnológico Nacional de México: campus Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, Avenida Tecnológico N° 1555. Periférico Lerdo Km 14.5 Placido Domingo, cp. 35150, Lerdo Durango México. jose.vd@itslerdo.edu.mx

³ Tecnológico Nacional de México: campus Instituto Tecnológico de Torreón, carretera antigua Torreón San Pedro km 7.5 cp. 27170Torreon Coahuila, México.

I. INTRODUCCIÓN

Lean Manufacturing es más que una serie de herramientas esenciales para el aumento de productividad, es una filosofía de cultura de calidad y de forma de trabajo, que se puede aplicar en cualquier tipo de industria que repercute en mejorar la calidad en el producto y tener a trabajadores motivados para hacer las cosas cada vez mejor.

Manufactura esbelta como es conocida en español Lean Manufacturing. también es llamada producción ajustada, producción limpia o producción sin desperdicios, es un modelo de gestión enfocado a la creación de flujo, para poder entregar el máximo valor para los clientes, utilizando para ello los mínimos recursos necesarios (Lean Cleaning, 2017), es decir es una herramienta encaminada a la eficiencia derivada del Toyota Production System, enfocada en la salida de los procesos productivos

Una empresa consiente de la importancia de instaurar Lean Manufacturing como metodología de trabajo es una empresa que asegura la competitividad en todos aspectos y logra permanencia a lo largo del tiempo, a través de la eliminación de las Mudas, cuya palabra proviene del japonés y cuyo significado literal es algo inútil o que genera algún tipo de desperdicio. (Merzthal Toranzo, 2021)

Así como del empowerment, dado que este es una clave esencial de Lean Manufacturing, que permite confiar a los empleados tareas importantes, bajo la premisa que pueden aprender nuevas habilidades e incluso hacerse cargo de actividades mientras no se encuentre el líder cerca, en pocas palabras empoderarlos con estas responsabilidades puede ayudar a la mejora continua. (REVERSCORE, 2020)

Como se ha mencionado Lean Manufacturing o metodología Toyota es un sistema de trabajo que pone todo su esfuerzo en la mejora de la producción. Basa su éxito en la eliminación de actividades que no aportan valor al proceso productivo, lo anterior con la aplicación de los elementos que forman la base de la filosofía y las cuales corresponden a la estandarización del trabajo, la nivelación de la producción como medio utilizado para adaptar el flujo al comportamiento de la demanda, o bien llamado. heijunka (Salazar, 2019) y kaizen conceptualizada como la lluvia de ideas e implementación de actividades diarias que mejoran continuamente los procesos. (kaizen, 2023)

Cuando la metodología Toyota es aplicada correctamente brindará beneficios a largo plazo para la organización, entre los que se encuentran (Linked in,2018) :

Resumen - En la industria automotriz se considera de suma importancia el cumplimiento de estándares de calidad como ventaja competitiva, por lo que el objetivo de este proyecto consistió en alcanzar la meta interna en relación al porcentaje de defectos admitidos de un máximo del 22%, por lo anterior se definió la línea de producción, la cual se mejoró hasta alcanzar la meta. El porcentaje de defectos promedio medido mes a mes era mayor al 40%.

Basado en los datos anteriores se aplicaron diferentes herramientas de manufactura esbelta, se llevó a cabo un cambio de liderazgo en dicha línea que ayudó en gran medida para ver reflejado los resultados, se realizaron actividades para mantener la motivación en el personal de trabajo de la línea y se aplicó el uso de la metodología interna Hai Q, para lograr la implementación total de la nueva forma de trabajo. Una vez establecida la nueva forma de producción en la línea se llevaron a cabo las mediciones pertinentes obteniendo como resultado un porcentaje de defectos del 20.07%, cumpliendo la meta establecida.

Palabras Clave - Calidad, Defectos, Kanban, Lean Manufacturing, Mejora continua, Productividad.

Abstract - Compliance to Quality standards is a key competitive advantage in automotive industry therefore this project objective is to reach internal goal of max 22% of rejection rate, production line was improved to meet this goal average defective rate month to month was above 40%.

Based on above information, different lean manufacturing tools were used, leadership change was done in this production line which helped to show results improvements, different activities were performed to maintain personnel motivation at work and internal methodology Hai Q was applied to get full implementation of new work Methodology. New measurements were done once new production line methodology was established getting a defective rate of 20.07%, meeting established goal.

Keywords – Continuous improvement, Defects, Kanban, Lean Manufacturing, Productivity, Quality.

- La eliminación de recursos y tiempos perdidos.
- Encontrar alternativas de bajo costo a tecnología cara.
- Construir una cultura de aprendizaje para lograr mejorar de manera continua.
- Desarrollar calidad en los sistemas de trabajo

Se estima que las empresas más competitivas a nivel mundial utilizan Lean Manufacturing por lo que podemos concluir que una empresa que no utiliza esta herramienta está en una desventaja muy grande. Varios casos de éxito de la aplicación de esta metodología Lean se han suscitado en Estados Unidos donde empresas como Nike obtuvieron grandes resultados en cuanto a la disminución de la tasa de defectos al 50%, el tiempo de entrega al 40%, el mejoramiento de su productividad en un 20% y reconociendo además la aplicación del modelo mucho más rápido que en otras empresas. (Palaleo Torres, 2022)

Un defecto se puede definir como cualquier instancia en la que un producto no cumple con las especificaciones de diseño o fabricación. Si bien la posibilidad de una reproducción exacta en copia carbón es nula en la gran mayoría de los casos, las piezas y los productos se pueden fabricar o producir dentro de parámetros aceptables. (Worximity, 2018)

Así que, en este proyecto se utilizan técnicas y herramientas de Lean Manufacturing con el objetivo de establecer y uniformar un procedimiento que permita mejorar de manera continua la reducción de defectos o actividades que no se consideren de valor agregado, las cuales son definidas bajo este nombre en cualquiera de las siguientes circunstancias (Muñoz Guevara, 2022):

- El cliente no se encuentra dispuesto a pagar por esa actividad.
- La actividad no transforma físicamente la materia prima o material en proceso.
- La actividad no está realizada de manera satisfactoria, cumpliendo los estándares de calidad.

Para la realización del proyecto se procedió a identificar las variables consideradas como variables críticas, estas favorecen la disminución del porcentaje de unidades defectuosas y así mismo ayudan a reducir el producto no conforme al nivel mínimo. Por esta razón se consideró diseñar un plan que de oportunidad a mejorar por medio de un diagnóstico que logre identificar las causas de las raíces principales del problema de alto margen de unidades defectuosas y una vez identificadas implementar y controlar el plan de mejora que fue planteado en este proyecto.

Todo esto debido a la necesidad de la empresa automotriz de minimizar el porcentaje de defectos que se generó en sus líneas de producción. Por eso, a lo largo de este proyecto se trabaja la pregunta ¿es posible que aumente la productividad si se logrará disminuir el porcentaje defectuoso? A través de este estudio se podrá establecer esto y se podrá contribuir al mejoramiento de la misma.

II. PARTE TÉCNICA DEL ARTÍCULO

El presente proyecto se realizó en una empresa manufacturera de origen japonés dedicada a la fabricación de arneses automotrices. Actualmente la planta tiene clientes líderes a nivel mundial en la industria automotriz.

Este proyecto inicio recolectando la información de las líneas que presentaban un mayor porcentaje de defectos en el mes de agosto de 2021, mediante la realización de un mapeo de procesos, a través de un diagrama de flujo, en el cual se ponía de manifiesto la manera de realizar el proceso.

En particular se decidió trabajar con la línea que arrojó un porcentaje de defectos más alto. A lo largo del mes de agosto se presentaron distintos defectos por parte de diferentes operadores, por lo que se decidió implementar algunas herramientas de Lean Manufacturing para lograr disminuir el número de defectos en dicha línea.

En la Tabla 1 se muestran los datos de la línea en cuestión en el mes de agosto.

Tabla 1
Datos de base mes de agosto.

	Esperados	Obtenidos
Defectos	66	136
Producción	8565	6825
In process	1770	3003
In Process %	20.66%	43.99%

Figura 1
Defectos generados en el mes de agosto.

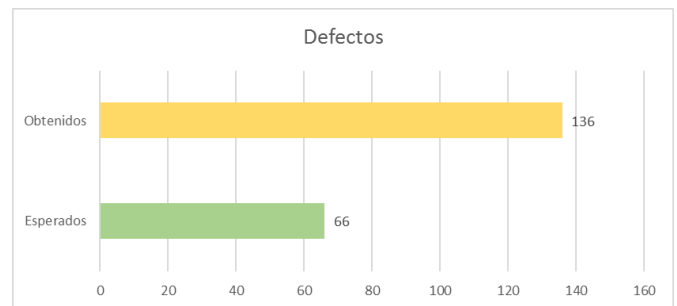
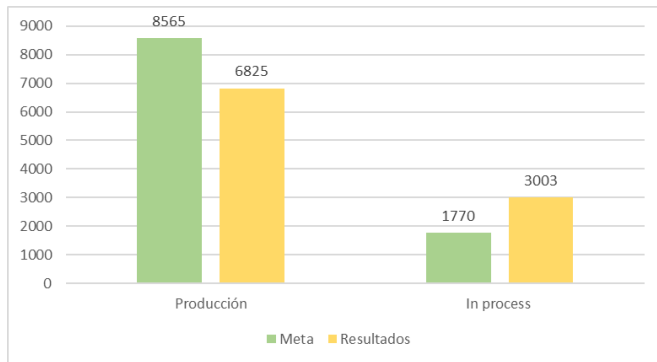


Figura 2
Producción real vs. producción en proceso mes de agosto.

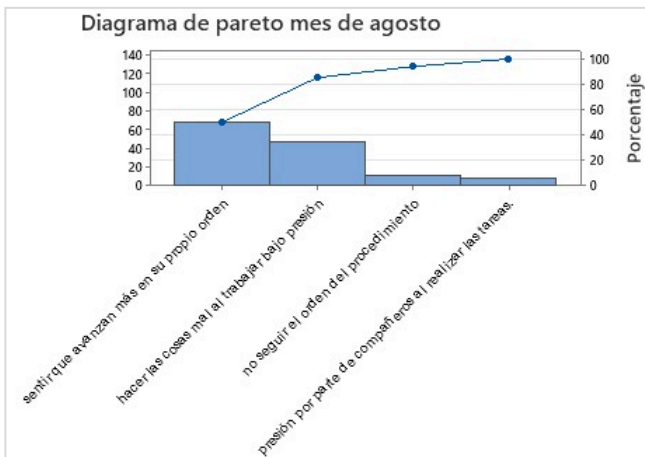


Con la elaboración y la implementación de un plan de mejora, se busca reducir un 12% como mínimo el número de defectos en esta línea, así como tener un mejor control de la producción. Se pretende que este porcentaje se mantenga dentro de la nueva meta de 4 defectos por día (1.03%). Se tomaron como base los datos del mes de agosto para lograr hacer la correcta comparación de los meses siguientes en los que se implementó el plan de mejora.

Con los datos recolectados, se pudieron identificar distintas causas que ocasionan los defectos de dicha línea tales como

1. No seguir el orden del procedimiento
2. Hacer las cosas mal al trabajar bajo presión
3. Sentir que avanzan más en su propio orden
4. Presión por parte de compañeros al realizar las tareas.

Figura 3
Diagrama de Pareto mes de agosto.



En base a la recolección de datos mencionada anteriormente se observa en la figura 3 Diagrama de Pareto mes de agosto que la causa encontrada con una mayor frecuencia corresponde a sentir que avanzan mas en su propio orden.

Ante esta problemática, se diseñó un plan de mejora que cuenta con el objetivo de reducir como mínimo un 12% el porcentaje defectuoso de la línea, esto mediante distintas actividades empleadas a lo largo del mes de septiembre y octubre de 2021, esperando ver resultados en estos meses y lograr hacer la comparación correspondiente con el mes de agosto 2021. Con ayuda de los supervisores de producción, procesos, entrenamiento y calidad se tomaron en cuenta ciertas actividades que podrían ayudar a la reducción de defectos, se tomaron las que se consideraron mejores opciones y se procedió a implementarlas.

Entre las acciones realizadas se procedió a llevar a cabo un entrenamiento a los operadores con el fin de identificar la forma correcta de inserción mediante el entrenamiento de imagen considerando los elementos correspondientes a el concepto de fabrica visual que consiste en que los recursos visuales refuerzan los estándares y señalan las anomalías. Esto es especialmente importante durante la fase inicial de implementación de la manufactura esbelta, cuando las empresas usan conceptos como 5S, Trabajo Estándar, y Mantenimiento Productivo Total para crear una base de estabilidad operativa. (Rodriguez, 2019)

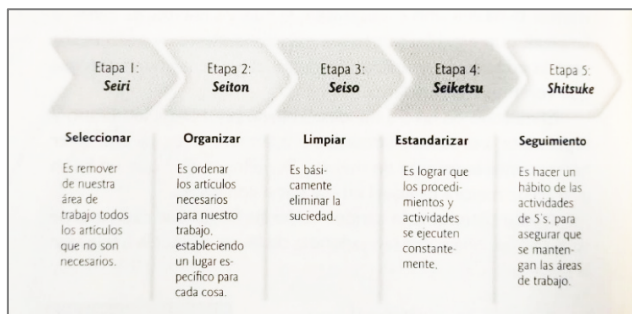
Esta gestión visual en cada estación incluía el uso de tarjetas KANBAN. Los operadores fueron enviados al área de entrenamiento donde se les otorgo la capacitación para la identificación de tarjetas KANBAN, donde se aplicó el ejercicio, tomó tiempos y se evaluó si el llenado es correcto o no.

Se realizó la evaluación de asimilación para operadores de sub-ensamble, en un periodo de 20 minutos, 2 veces en el día. Esta etapa consistió en utilizar diez minutos para estudiar el método correcto y los diez minutos restantes para contestar varias veces la evaluación, esto con el fin de poder comprender de forma correcta la metodología.

Las herramientas Lean constituyen un gran avance para la implementación de las mejoras en los procesos que generan valor en un negocio. Sin embargo, uno de los elementos de gran importancia para esto tiene que ver con la cultura y los hábitos desarrollados a lo largo del tiempo. Por ello al hablar de orden y limpieza, se considera no solo la aplicación de una herramienta básica sino el desarrollo de buenos hábitos de orden y limpieza que establezcan bases más consistentes

Otra acción realizada fue la implementación de la metodología 5's en la línea de producción. La figura 4 ilustra como se construye mediante el desarrollo por medio de las siguientes etapas. (Socconini, 2015)

Figura 4
Etapas de implementación 5's



En el contexto internacional se puede evidenciar la importancia que ha tomado las 5S, varios investigadores e instituciones se han dedicado a estudiar esta metodología y evaluar su implementación.

Dentro de la implementación de la metodología se concientizo a los trabajadores el alcance de las 5's para lograr implementarlas en conjunto esto con el fin de optimizar su entorno de trabajo, facilitar su labor y potencializar su capacidad para la detección de problemas.

Se otorgaron a los trabajadores las herramientas adecuadas para realizar su labor y a su vez se eliminó de la línea de producción aquellos elementos que puedan dificultarla, se eliminaron tiempos no productivos asociados a la búsqueda de materiales y desplazamientos que no eran necesarios, se realizó una limpieza completa del sitio de trabajo y de las máquinas que se emplean en el proceso de producción, se mantuvieron altos niveles de organización y limpieza y como punto final se capacito a los trabajadores con el objetivo de que de manera autónoma puedan realizar dichas tareas.

La adecuada implementación de esta metodología proporciona espacios de trabajo óptimos que permiten reducir accidentes, stocks y mejorar la productividad aumentando la satisfacción de los trabajadores dentro de la empresa. Por estas razones es prioritario mantener y fomentar los lineamientos de esta disciplina continuamente

Como parte del control del proyecto se realizaron mediciones en el mes de septiembre dando pie a la realización de acciones complementarias para llegar a un resultado optimo.

Una vez obtenidas las métricas se optó por un cambio en el puesto de supervisor de la línea denominado como líder esto debido a la cantidad de defectos que seguían surgiendo en el mes de septiembre.

Se buscó dentro de la plantilla de supervisores una persona que cumpliera con ciertas características tales como visión, empatía, capacidad de formar equipos de trabajo y dinamismo. Al realizar una comparativa entre el líder anterior y el nuevo líder tuvieron las siguientes observaciones.

El líder anterior no contaba con la capacidad de prever algún fallo en el proceso lo cual traía como consecuencia el no cumplir

con la meta establecida, sin embargo, el nuevo líder contaba con entusiasmo y un alto grado de prevención que lo llevo a cumplir las metas establecidas aplicando las herramientas de Lean Manufacturing.

Un punto muy importante de mejora consistió en la capacidad de formar equipos. El líder anterior no tenía desarrollada la capacidad de formar buenos equipos de trabajo y solo brindaba apoyo a los trabajadores con los que mantenía un vínculo personal al contrario del nuevo líder que logro formar buenos equipos de trabajo y lograba identificar a los elementos que no se adaptaban al equipo y hacia cambios para no afectar la productividad de dicho equipo.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta empresa perteneciente al ramo automotriz después de la implementación de herramientas Lean Manufacturing en la línea de producción se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 2
Datos obtenidos mes agosto.

	Agosto	
	Esperados	Obtenidos
Defectos	66	136
Producción	8565	6825
In process	1770	3003
In Process %	20.66%	43.99%

Tabla 3
Datos obtenidos mes de septiembre.

	Septiembre	
	Esperados	Obtenidos
Defectos	76	118
Producción	8632	7102
In process	1771	2490
In Process %	20.51%	35.06%

Tabla 4
Datos obtenidos mes de octubre.

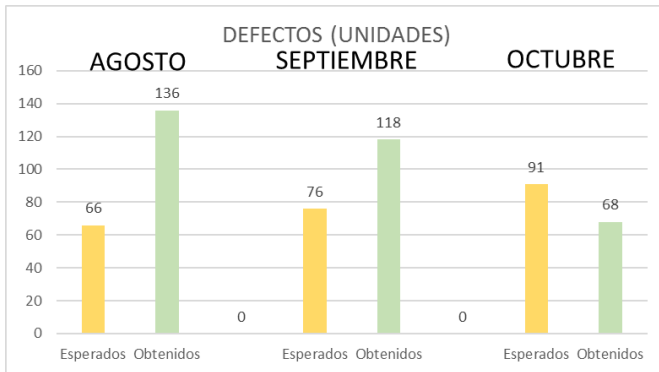
	Octubre	
	Esperados	Obtenidos
Defectos	91	68
Producción	8376	7842
In process	2270	1574
In Process %	27.09%	20.07%

Cabe resaltar que durante el mes de agosto no estaban incluidas herramientas de Lean Manufacturing, en este mes estuvo presente por lo que el número de unidades con defectos estuvo presente en una proporción de más del doble.

Durante el mes de septiembre una vez instauradas herramientas de Lean Manufacturing las observaciones representan un incremento de 76 defectos esperados a 118 defectos obtenidos lo cual corresponde al 55.26%.

Como se observa en la figura 5 Defectos detectados, durante el último mes registrado el número de defectos se redujo en un 25.27% lo cual corresponde a lo esperado en el mes de octubre, teniendo como registro la disminución de 91 unidades a 68 unidades defectuosas.

Figura 5
Defectos detectados



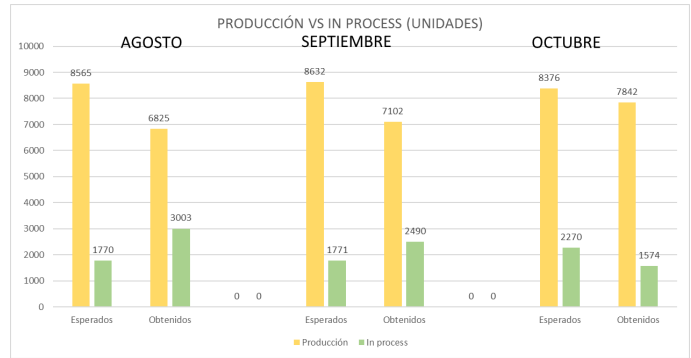
La figura 6, producción real vs producción in process, muestra los siguientes registros: En el mes de agosto la producción observada fue del 79.68% correspondiente a lo esperado, contra la producción in process que registra un aumento de 69.66% de lo esperado.

En el mes de septiembre se produjo el 82.27% esperado, mientras que la producción in process registra un aumento de 40.59%.

Durante el mes de octubre se registra un 93.62% de la producción esperada mientras que la producción in process corresponde a una reducción del 30.66 %.

Cabe resaltar que durante el ultimo mes de registro el aumento de producción esta presente en un porcentaje cercano a lo programado y la producción in process se redujo lo cual tiene una relación directa con el aumento de productividad.

Figura 6
Producción real vs. producción en proceso meses subsecuentes.



Los resultados mostrados permiten incorporar el concepto de Calidad que indica lo siguiente: Es la totalidad de los rasgos y características de un producto o servicio que se sustenta en su habilidad para satisfacer las necesidades y expectativas del cliente, y cumplir con las especificaciones con la que fue diseñado. (Muñoz Cayapu, 2018)

Para alcanzar esta calidad es de suma importancia la disminución de defectos con la propuesta de la implementación de las herramientas de la Manufactura Esbelta se logró incrementar la productividad y eliminar desperdicios que no generen valor en el proceso de producción.

IV. CONCLUSIONES

En el proyecto se trabajó en una empresa donde se identificaron varias áreas de oportunidad al recabar los datos. De acuerdo a los resultados obtenidos en la realización del plan de mejora, se observaron fallas a nivel operativo, dado que no demostraban evidencia de una planeación alineada con las operaciones, carecían de una estructura definida en diversos procesos y procedimientos, así como tampoco había formalidad en el seguimiento de los procesos, adicional de la carencia de estándares en los procedimientos de orden y limpieza.

En cuanto al nivel de producción se pudo observar que el flujo del proceso indicaba defectos, por lo cual al implementar algunas de las herramientas correspondientes de Lean Manufacturing se concluye que beneficiaron al mejoramiento del porcentaje de defectos en la fabricación de arneses. Con los datos obtenidos en la etapa de la implementación se logró reducir las unidades defectuosas en un 15% en el mes de septiembre y un 54% el mes de octubre.

Por lo tanto, se recomienda disminuir la sobrecarga de trabajo considerando que la productividad por hora puede disminuir cuando la semana laboral sobrepasa las 50 horas trabajadas.

V. AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico Superior de Lerdo e Instituto Tecnológico de Torreón por los medios proporcionados por la realización del presente estudio, así mismo se agradece a la empresa involucrada, por atender a la solicitud de información para esta investigación

VI. REFERENCIAS

- Merzthal Toranzo, J. (31 de Agosto de 2021). *ConexionEsan*. Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/cual-es-el-concepto-de-muda-y-su-impacto-en-las-organizaciones>,
- Muñoz Guevara, J. A. (2022). *repositorio.utp.edu.co*. (D. Restrepo Suárez, Ed.) Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/b5ad2e22-e1fe-45ba-b872-54ea0d9817fd/content>
- Lean Cleaning. (03 de Enero de 2017). <https://leancleaning.es/>. Obtenido de <https://leancleaning.es/sobre-el-lean-manufacturing/>
- Linked in. (17 de Marzo de 2018). *Linked in*. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/toyota-way-14-management-principles-from-worlds-de-sousa-mba>
- Muñoz Cayapu, D. A. (2018). *Biblioteca digital.usb.edu.co*. Obtenido de <https://bibliotecadigital.usb.edu.co/server/api/core/bitstreams/546b61bd-2bc6-4a28-8745-bd60ca4b707f/content>
- Palaleo Torres, J. p. (Septiembre de 2022). <https://docplayer.es/>. Obtenido de <https://docplayer.es/231417826-Universidad-tecnica-de-ambato-facultad-de-ingenieria-en-sistemas-electronica-e-industrial.html>
- REVERSCORE. (10 de Octubre de 2020). *REVER*. Obtenido de <https://reverscore.com/why-employee-empowerment-is-the-key-to-lean-transformation/>
- Rodriguez, J. (13 de Noviembre de 2019). *SPC Consulting Group*. Obtenido de <https://spcgroup.com.mx/que-es-la-fabrica-visual/>
- Salazar López, B. (30 de Octubre de 2019). *Ingenieria industrial online.com*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/heijunka-nivelacion-de-la-produccion/>
- Santos Gonzalez, C. (2021). *Repositorio Institucional UPN*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/30836?show=full&locale-attribute=es>
- Socconini, L. (2015). *Lean Manufacturing*. Mexico, Df: Imprimex, S.A. de C.V.
- Trout, J. (s.f.). <https://www.reliableplant.com/Read/10818/>. Obtenido de <https://www.reliableplant.com/Read/10818/kaizen-lean-manufacturing>
- Worximity. (13 de Abril de 2018). *www.worximity.com*. Obtenido de <https://www.worximity.com/blog/defects-waste-in-lean-manufacturing>
- Zane Narvaez, R. (2017). *Acceso Libre a Informacion Cientifica para la Innovación*. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_1d1395cf05d866f728be84e1a4ceba60