

IMPORTANCIA DE LA FILOSOFIA LEAN EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Autor

José Andrés Ospino Coley

Director

German Granados Maldonado

Ingeniero Industrial

**PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS MECÁNICA, MECATRÓNICA E
INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA**



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
PAMPLONA, 21/05/2020**

Índice de contenido

1.	Introducción	8
2.	Desarrollo del Tema.....	10
2.1.	Que es Lean.....	10
2.2.1.	<i>Lean Company</i>	10
2.2.2.	<i>Lean Manufacturing</i>	10
2.2.	Objetivos de Lean Manufacturing	12
2.3.	Principios de Lean Manufacturing.....	13
2.4.	Técnicas de Mejoramiento Productivo	14
2.4.1.	<i>Metodología 5´s</i>	14
2.4.2.	<i>Sistema SMED</i>	15
2.4.3.	<i>Sistema Poka Yoke</i>	16
2.4.4.	<i>Administración visual</i>	17
2.4.5.	<i>Kaizen</i>	17
2.4.6.	<i>Seis Sigma</i>	18
2.4.7.	<i>Células de manufactura</i>	19
2.4.8.	<i>Sistemas TPM</i>	19
2.4.9.	<i>Análisis del valor del proceso</i>	20
2.5.	Filosofía Lean – Sistema Toyota	20
2.6.	Tipos de Desperdicios.....	21

2.7. Aplicación de Lean Manufacturing	22
3. Resultados	24
3.1. Primer caso: línea de producción - sector automotriz.....	24
3.1.1. Técnica 5s	25
3.1.2. Siete desperdicios.....	26
3.1.3. Línea base	28
3.2. Segundo caso: empresa Yamaha	30
3.2.1. Compromiso de la dirección.....	30
3.2.2. Liderazgo	30
3.2.3. Seguimiento e indicadores	30
3.2.4. Entrenamiento.....	30
3.3. Tercer caso: servicio para la reparación de averías de vehículos ligeros	33
3.3.1. Sistema pull	33
3.3.2. Administración visual.....	33
4. Conclusiones	36
Bibliografía	38

Lista de figuras

Figura 1 <i>ASPECTOS LEAN MANUFACTURING</i>	12
Figura 2 <i>TÉCNICA 5S</i>	14
Figura 3 <i>MÉTODO SMED</i>	15
Figura 4 <i>SISTEMA POKA YOKE</i>	16
Figura 5 <i>MÉTODO KAIZEN</i>	17
Figura 6 <i>SEIS SIGMAS</i>	18
Figura 7 <i>MÉTODO MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)</i>	19
Figura 8 <i>ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA</i>	25
Figura 9 <i>HERRAMIENTAS APLICADAS EMPRESA YAMAHA</i>	31
Figura 10 <i>ADMINISTRACIÓN VISUAL EMPRESA AUTOMÓVILES</i>	34

Lista de tablas

Tabla 1 <i>PRINCIPIOS LEAN MANUFACTURING</i>	13
Tabla 2 <i>ELEMENTOS SOBREPDUCCIÓN</i>	22
Tabla 3 <i>FASES DE APLICACIÓN LEAN MANUFACTURING</i>	22
Tabla 4 <i>EVALUACIÓN SIETE DESPERDICIOS EN EL SECTOR AUTOMOTRIZ</i>	27
Tabla 5 <i>LÍNEA BASE</i>	28
Tabla 6 <i>LÍNEAS DE PRODUCCIÓN CASO UNO</i>	28
Tabla 7 <i>DIVISIÓN DEL PERSONAL CASO UNO</i>	29
Tabla 8 <i>COMPARATIVO DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DIFERENTES EMPRESAS</i>	32
Tabla 9 <i>RESULTADOS DE LAS TÉCNICAS UTILIZADAS EN EL CASO DE ESTUDIO 3</i>	35

DEDICATORIA

Principalmente, le doy gracias a DIOS por darme fuerza y sabiduría para lograr todo lo que me propongo. A mi familia especialmente a mis padres Ismeth Ospino y Gilma Coley por regalarme la vida, por apoyarme en todo este proceso, por todos esos consejos que me brindan por ser mis mejores amigos, siempre me han inculcado el estudio y los valores, siempre me dijeron que es la mejor herencia que me pueden dejar y no tengo duda de esto, estoy muy agradecido de mis padres los amo.

Seguidamente agradezco a mi tutor, ingeniero German Granados Maldonado, que con su conocimiento me ha guiado en esta última etapa de la carrera, para poder llegar a la meta de obtener el título como ingeniero industrial.

Agradezco a las personas que de alguna u otra manera han puesto su granito de arena para llegar a cumplir este anhelado sueño.

IMPORTANCIA DE LA FILOSOFIA LEAN EN LA INDUSTRIA

AUTOMOTRIZ

Resumen

En el desarrollo de la presente monografía se estudió las características, herramientas e implementación de la filosofía Lean Manufacturing abarcando diferentes casos en la industria automotriz, empezando por un estudio teórico del concepto, herramientas tales como 5S, seis sigmas, sistema pull y fases de implementación con el fin de brindar un mejor entendimiento referente a la aplicación de las herramientas, también con el fin de sentar las bases teóricas de cada una de las herramientas.

En un segundo momento se realizó el análisis de casos de éxito de empresas de países como México y Colombia, en la cual a partir de análisis cualitativos y cuantitativos, se abordan aspectos metodológicos y relacionados con la variedad de herramientas lean aplicadas por empresas no sólo del sector automotriz, sino también en algunos casos, comparando el grado de implementación con otros sectores, como lo es el caso de la ensambladora de Incolmos Yamaha y otros así mismo, concluyendo con aspectos cualitativos referentes a la aplicación de la filosofía lean, entendiendo la intervención de la alta dirección como impulsora de la filosofía lean en las empresas.

En cuanto a los aspectos cualitativos se puede evidenciar en cada uno de los casos que el rendimiento empresarial y los indicadores de la empresa mejorar una vez implementadas las herramientas lean.

PALABRAS CLAVES: lean manufacturing, automotriz, técnica 5S, seis sigmas, sistema pull.

1. Introducción

Según Socconini, Lean es una filosofía de trabajo para lograr al máximo el potencial de las empresas y las personas que trabajan ahí. Es decir, como lograr que las empresas produzcan lo necesario y los trabajadores hagan sus labores eficientemente. Se le llama filosofía porque más allá de estándares y/o indicadores por cumplir es una forma de pensar y actuar. (2019, p. 82).

La filosofía Lean, tal como dice Womack y Jones aporta a las empresas un sistema de gestión que enfoca los esfuerzos de toda la empresa, es decir, compromete a todas las dependencias y trabajadores que sean necesarios llevando así a la empresa a una armonía o unificación de objetivos buscando siempre la mejora. (2007, p. 12)

Debido a esto Lean, ha sido implementado por empresas que desean aumentar su competitividad en el mercado, alcanzando mejores resultados con el mínimo de recursos posible, en otras palabras, emplear los recursos en lo exactamente necesario, cumpliéndose así el objetivo primordial de esta filosofía, eliminar las actividades que no agregan valor en todo el proceso productivo (Tejeda, 2011).

“Lean es la forma en las que las empresas debieron haber sido siempre, y ahora, gracias al conocimiento y experiencia acumulada, todos lo tienen a su alcance” (Socconini, 2019).

Por otra parte, la metodología Lean incide sobre la sobreproducción, esperas, inventario, transporte, defectos, desperdicio de procesos, movimientos innecesarios y utilización de la capacidad de los trabajadores. Aparte de lo anteriormente mencionado hay un aspecto importante en esta filosofía y es que se basa en un modelo de negocio que tienen en cuenta las personas su comprensión y como se motivan (Yang-Hua y Landeghem. 2007, p 13).

El objetivo de esta monografía es determinar la importancia de la aplicación de la filosofía Lean del sector automotriz en Latinoamérica, por medio de la recolección, análisis y comparación de la información de las empresas que han adoptado esta filosofía.

2. Desarrollo del Tema

2.1. Que es Lean

La palabra “lean” en inglés significa “magra”, es decir, sin grasa. En español no combina mucho la definición de “manufactura magra”, por lo que se le ha llamado: Manufactura Esbelta o Manufactura Ágil, pero al igual que muchos otros términos en inglés, se prefiere dejarlo así (Padilla, 2010, p. 65).

2.2.1. *Lean Company*

Para García, es considerado como un paradigma en cuanto a entender la empresa industrial moderna, el cual rompe con ideologías del pasado, tal como pensar que producir de manera eficiente es producir en grandes cantidades. Permite mejorar la competitividad reduciendo costos y mejora en el servicio prestado al cliente (2007, p. 5).

Siendo esta filosofía la que abarca todos los procesos en la empresa, desde la producción hasta la atención al cliente.

2.2.2. *Lean Manufacturing*

La manufactura esbelta, conocida por sus siglas en inglés como “lean manufacturing”, consiste en la aplicación sistemática y habitual de diferentes técnicas para el mejoramiento de los procesos productivos (Arrieta, 2007, p. 139).

Además, la filosofía Lean Manufacturing busca reducir los desperdicios refiriéndose a aquellos procesos o actividades que no agregan valor al producto y evaluar y mejorar indicadores tales como:

- Tiempo de entrega, la rotación del inventario

- La calidad de los productos
- Los volúmenes de inventario
- La capacidad de los equipos
- Los costos directos e indirectos de producción
- El cumplimiento de pedidos y programas de producción
- La participación del personal en los procesos de mejoramiento
- El tiempo de desarrollo del producto y los tiempos de espera, entre otros.

Todos ellos son indicadores que se pueden medir y aplicar a cualquier sistema productivo (Bheda, R., Narag, A., y Singla, M, 2013, p. 12). Obteniendo así la mejora en las actividades de la empresa, en el servicio prestado o producto terminado.

“Algunas compañías estadounidenses están adaptando la filosofía de negocios conocida como manufactura esbelta (lean manufacturing) para competir de manera exitosa en el mercado mundial” (Reeb y Leavengood, 2010, p. 22).

Figura 1*ASPECTOS LEAN MANUFACTURING*

Fuente: elaboración propia

La figura 1, se muestra los diferentes factores que componen Lean Manufacturing, así como las características que deben cumplir (espacio, tiempo, entre otros).

2.2. Objetivos de Lean Manufacturing

A través del desarrollo de las diferentes técnicas de esta filosofía se busca conseguir diferentes objetivos, tales como:

- Reducir desperdicios
- Reducción del inventario
- Reducción de espacios productivos
- Mejor distribución de planta, buscando procesos funcionen en flujo

- Sistemas de producción más robustos (Tejeda, 2011)

A través de estos objetivos se consiguen beneficios como la reducción de costos de producción, de inventarios, tiempos de entrega. Ayuda a mejorar la calidad, disminuir desperdicios, eliminar sobreproducción y ordenar adecuadamente los procesos (Soler, 2015)

2.3. Principios de Lean Manufacturing

La filosofía Lean se basa o se caracteriza por cinco principios fundamentales, que buscan mejorar el proceso de implementación (Giraldo, Saldarriaga, & Moncada, 2013):

Tabla 1

PRINCIPIOS LEAN MANUFACTURING

PRINCIPIO	DESCRIPCIÓN
Cliente	Primero se debe tener en cuenta los requerimientos de los clientes
Proceso de mayor valor	Definir cuál es el proceso que representa el mayor valor para la empresa buscando así eliminar las actividades que no le agregan valor
Flujo de procesos	Hacer todo de tal manera que todo fluya adecuadamente desde la materia prima hasta el producto o servicio final
Sistema Pull	Producir sólo lo que el cliente pide
Mejora continua	Buscar siempre ir mejorando, ver en que se está fallando o algo nuevo para implementar y trabajar en ello

Fuente: elaboración propia.

La tabla anterior, define los principios de la filosofía Lean Manufacturing empieza con el cliente y finaliza con la mejora continua.

2.4. Técnicas de Mejoramiento Productivo

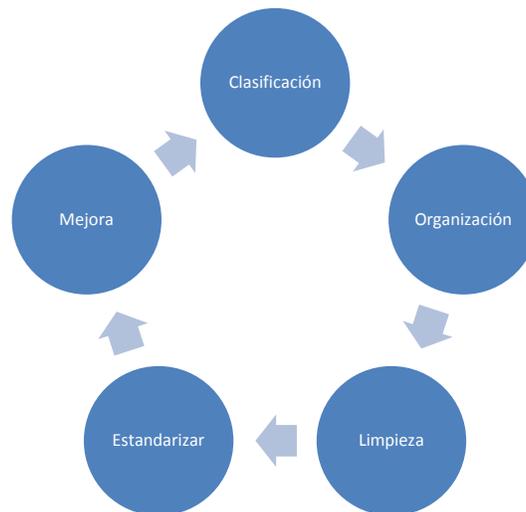
Como se mencionó anteriormente la filosofía Lean consiste en la aplicación de diferentes técnicas, las cuales se nombran a continuación:

2.4.1. Metodología 5's

El sistema 5S es un conjunto de técnicas claras y básicas para dirigir una organización a la mejora continua, buscando una mejor calidad en los productos y/o servicios que ofrecen las empresas (Hidalgo, 2005, p. 17). Mejorando las condiciones de trabajo en la empresa, orientados hacia el orden y limpieza en el puesto de trabajo.

Figura 2

TÉCNICA 5S



Fuente: elaboración propia.

La figura 2, muestra que significa cada una de las 5S que componen esta técnica. Empezando con la clasificación y finalizando con seguir mejorando.

2.4.2. Sistema SMED

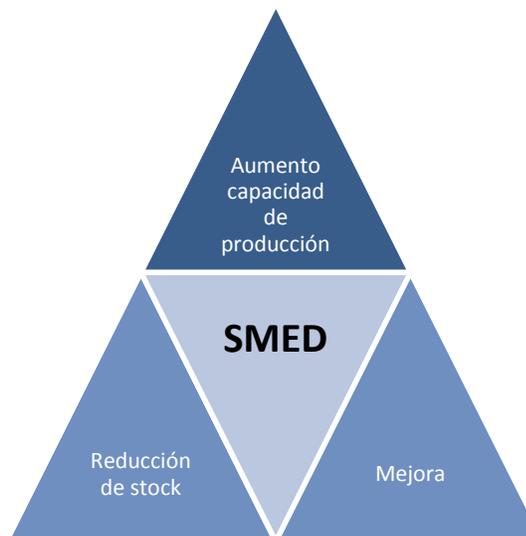
El término se refiere a la teoría y técnicas para realizar las operaciones de preparación en menos de diez minutos. Este sistema contiene tres elementos esenciales que hacen posible lo “imposible”:

- Pensamiento básico sobre la producción
- Sistema realista
- Método práctico.

Teniendo en cuenta estos tres elementos básicos sería posible la disminución de los diferentes tiempos (Singo, 1993, p. 15).

Figura 3

MÉTODO SMED



Fuente: elaboración propia.

En la figura 3, se describe las ventajas de aplicar en las empresas el sistema SMED.

2.4.3. Sistema Poka Yoke

Es el desarrollo de mecanismos y/o dispositivos para la obtención de cero defectos en los productos que fabrica la empresa. Tienen una fuerte relación con las 5S y con los sistemas SMED y, en consecuencia, también se desarrollan a la par (Shingo, 1990, p. 22).

Figura 4

SISTEMA POKA YOKE



Fuente: elaboración propia.

La figura anterior, define los tres principales factores del sistema Poka Yoke.

Una de las situaciones más comunes de las plantas de producción son los cambios de referencia; en esta operación, los sistemas SMED, las 5S y los sistemas Poka Yoke evidencian todas sus interacciones (Arrieta, 2007, p. 7).

2.4.4. Administración visual

Técnica empleada para presentar visualmente y al alcance de todo el personal los indicadores de desempeño de la empresa (Arrieta, Botero y Romano, 2010, p.142). Es decir, la forma de presentar diferente tipo de información al empleado.

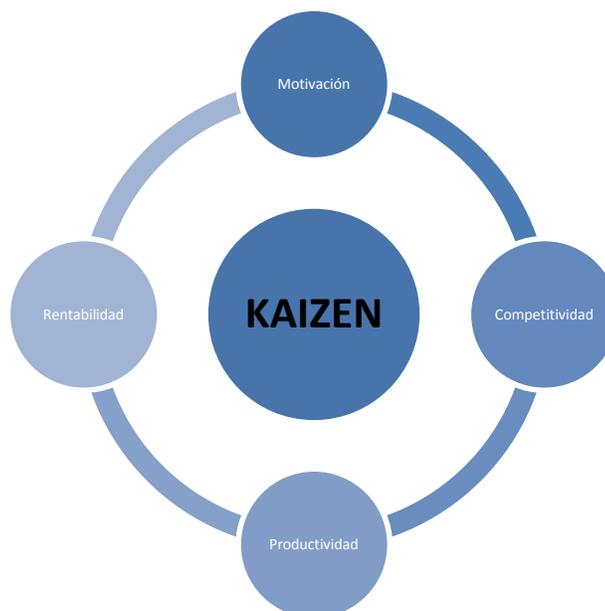
2.4.5. Kaizen

Para Vineet, el método Kaizen se entiende como un esfuerzo constante para mantener y actualizar estándares, es decir, mejoramiento continuo. Involucrando a cada una de las personas de la organización desde el gerente hasta los operarios (2011, p. 5).

“La filosofía Kaizen asume que nuestro estilo de vida sea en la vida laboral, social o en el hogar debería ser el centro de esfuerzos de mejora constante” (Vineet, 2011)

Figura 5

MÉTODO KAIZEN



Fuente: elaboración propia.

El método Kaizen, mejora la productividad, competitividad y rentabilidad, entre otros mencionados en la figura 5.

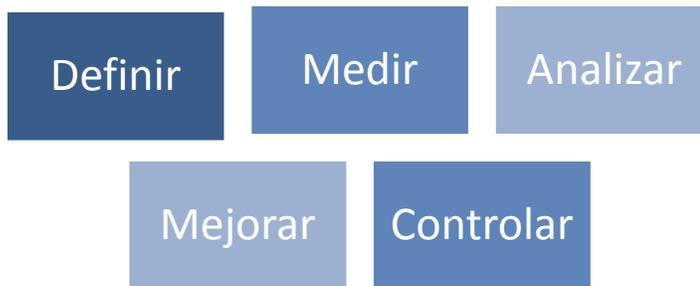
2.4.6. Seis Sigma

Es una metodología que sirve para para reducir la variabilidad en los procesos, productos y servicios, cuyo objetivo es tener máximo 3.4 defectos o errores en cada millón de oportunidades (Reyes, 2002, p. 63).

La metodología Lean estudia un problema real, a través de métodos estadísticos, determinando así la variabilidad de los procesos y que factor es el que más hace que se presente esto (Harry y Schroeder, 2000, p. 45).

Figura 6

SEIS SIGMAS



Fuente: elaboración propia.

La figura 6, hace referencia a las características que componen la metodología seis sigmas.

2.4.7. Células de manufactura

Una célula de manufactura puede definirse como un grupo independiente de máquinas funcionalmente diferentes, dedicadas a la fabricación de una familia de partes similares (Jaramillo, 2012, p. 35).

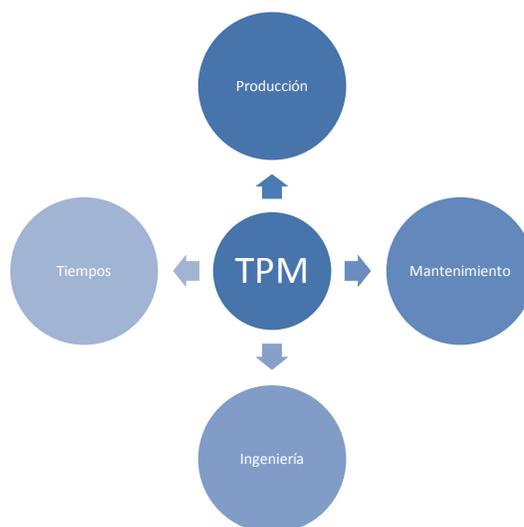
Además, una parte de la familia puede definirse como un conjunto de partes con características similares, ya sea por tamaño, forma o por el proceso de fabricación similar (Irani, 1999).

2.4.8. Sistemas TPM

TPM, hace referencia al Mantenimiento Productivo Total, para Nakajima, este método se usa para maximizar la disponibilidad del equipo y maquinaria de manufactura, buscando evitar las fallas inesperadas y los defectos generados. El mantenimiento se logra teniendo las maquinas actualizadas y en condiciones óptimas para la operación (1988, p 2).

Figura 7

MÉTODO MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)



Fuente: elaboración propia.

El mantenimiento productivo total, como se muestra en la figura 7, abarca diferentes áreas y actividades de la empresa.

2.4.9. Análisis del valor del proceso

Rey (2007), el análisis del valor se presenta mediante la generación de diferentes ideas entorno a una función y/o proceso seleccionado, es decir, es como ese punto extra que se le da a un proceso o a un servicio, es ese plus que hace la diferencia entre una empresa u otra.

2.5. Filosofía Lean – Sistema Toyota

El éxito de la empresa Toyota en la implementación de la manufactura esbelta, ha sido estudiado por diferentes empresas y/o personas buscando de esta manera conocer las herramientas o concepto aplicados por esta empresa. De esta manera (Liker, 2004), en su obra dice que las claves del éxito de Toyota se dividen de esta manera:

- **Filosofía a largo plazo:** hace referencia en basar decisiones y/o metas de gran importancia a largo plazo, teniendo así más claridad en las acciones
- **Procesos correctos:** realizar los procesos correctamente llevará a resultados correctos, evitar la sobreproducción, pensamiento en solución de problemas, estandarización de tareas, y procesos, y utilizar tecnología confiable.
- **Valor de la organización mediante el desarrollo del personal:** el desarrollo, conocimiento y competitividad del personal de una empresa marca el éxito de la misma, programas de capacitación, seguimiento de la filosofía de la empresa y motivación (incentivos y reconocimientos).

- **Solución continua de la raíz de los problemas:** el estudio y solución de la verdadera razón de un problema lleva a aprender realmente sobre los mismos. Debido a esto se debe atender los problemas personalmente, hacer la toma de decisiones sin prisa, con precaución y estudiando las posibles consecuencias sean positivas o negativas y aplicar siempre la mejora continua.

Estas cuatro fases mencionadas anteriormente y según la obra de Liker son la base del éxito en la implementación Lean en la empresa Toyota.

2.6. Tipos de Desperdicios

Un desperdicio es aquello que no agrega valor a un producto o servicio, en tema de producción son recursos y/o herramientas mal utilizados (Giannassi, 2013).

Tal como lo plantea (Gonzalez, 2007) existen siete tipos de desperdicios:

- Sobreproducción, producir más de lo necesario siempre ha sido un gran problema en las empresas ya que esto nos lleva a otro tipo de desperdicio
- Inventario, el exceso de inventario puede llevar a grandes pérdidas en las empresas dependiendo del tipo de producto
- Movimientos innecesarios del producto, se debe tratar de mover los productos sólo cuando sea estrictamente necesario
- Espera, el tiempo de espera por productos o servicios, así como la espera en la producción pueden concurrir a pérdida de clientes
- Movimientos operario, eliminar los movimientos innecesarios en los procesos de un operario

- Sobre procesamiento, realizar el producto tal y como el cliente lo exige sin agregar cosas tal vez innecesarias
- Corrección, tener cuidado a los productos y/o actividades que no quedan bien hay que hacer un estudio de errores y así mejorar

Tabla 2*ELEMENTOS SOBREPRODUCCIÓN*

Sobreproducción	Cantidad económica de pedido
Inventario	Control de producción vs ventas
Movimientos producto	Logística y almacenamiento adecuado
Espera	Estudio de tiempos
Movimientos operarios	Estudio de movimientos
Sobre procesamiento	Características exactas del producto
Corrección	Mejora continua

Fuente: elaboración propia.

La tabla describe los elementos de sobreproducción con los que tienen que combatir el día a día las empresas.

2.7. Aplicación de Lean Manufacturing

La aplicación de lean manufacturing se ve dividida por una serie de fases, buscando así un mejor entendimiento y facilidad a la hora de la aplicación de la misma (Vázquez, 2013):

Tabla 3*FASES DE APLICACIÓN LEAN MANUFACTURING*

FASE	DESCRIPCIÓN
Fase 1. Formación	Capacitar al talento humano que hará parte de esta implementación formación de equipos

FASE	DESCRIPCIÓN
Fase 2. Recogida de datos	Realizar toma de datos en los diferentes procesos involucrados
Fase 3. Análisis de datos	Analizar los datos recopilados utilizando diferentes herramientas para el análisis de, los mismos (diagrama de flujo, mapas de cadena de valor, desperdicios, etc.)
Fase 4. Estudio	En esta fase se determina el nivel de calidad, posible distribución de planta, balanceo de operaciones y de puestos de trabajo. En busca de tomar las mejores decisiones
Fase 5. Evaluación resultados	Determinar los resultados esperados (definir condiciones de trabajo, flujo de materiales, productos y personal)
Fase 6. Optimización	Se optimiza el diseño general de la empresa por medio de un simulador para determinar qué tan óptimo son los cambios a realizar
Fase 7. Puesta en marcha	Se empieza a realizar la implementación paso a paso involucrando a cada grupo de trabajo

Fuente: elaboración propia.

La tabla describe cada una de las fases de aplicación de la filosofía lean manufacturing.

3. Resultados

La implementación de lean manufacturing cada día se vuelve un reto para las empresas que le apuestan a la mejora continua. A continuación, se exponen tres casos de éxito en el sector automotriz:

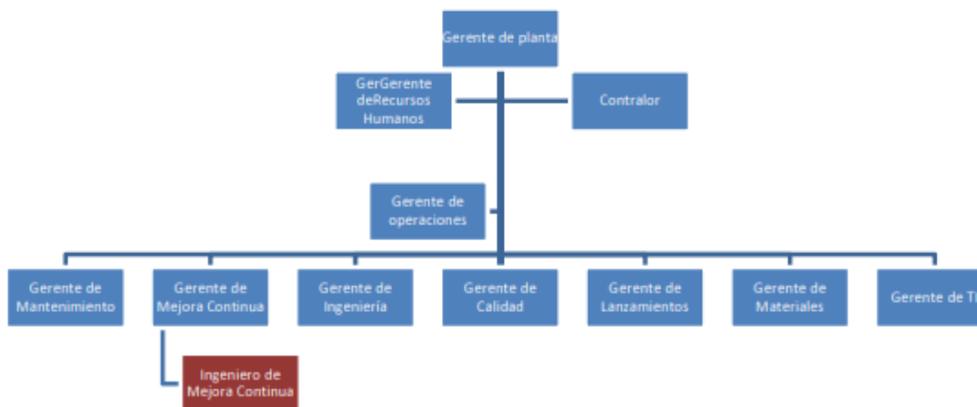
3.1. Primer caso: línea de producción - sector automotriz

La empresa a que da lugar este caso decidió implementar la filosofía Lean con el fin de aumentar la calidad, así como la satisfacción de los clientes, reducir los desperdicios, aumentar su eficiencia y productividad.

Se decidió implementar lean por una queja que llegó a la empresa por parte de un cliente en la cual mostraba su insatisfacción ya que le llegaron piezas con especificaciones que no se habían pedido.

Así mismo, se utilizaron herramientas tales como: técnica 5s, estudio de los siete desperdicios, mapeo de proceso, diagrama de espagueti, balanceo de línea de producción, trabajo estandarizado y administración visual.

Para el desarrollo se da a conocer la estructura organizacional de la empresa (Patiño, 2017):

Figura 8**ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA**

Fuente: la figura fue tomada del proyecto aplicación de la metodología lean manufacturing para una línea de producción en el sector automotriz.

La figura anterior, muestra el organigrama de la empresa automotriz.

El estudio se enfocó en dos líneas de producción, las cuales forman parte de la estructura del asiento del conductor y pasajero delantero.

3.1.1. Técnica 5s

Por medio de la aplicación de esta técnica se determina lo siguiente:

- Identificaron objetos en el área que no hacen parte del proceso u operación (latas, frascos de refrescos, mochilas, trapos) estos fueron retirado del lugar y asignados a un sitio adecuado a esto se le llama estandarización

- En la realización de la segunda auditoria se encuentra que siguen fallando algunos puntos debido a que la empresa no se había implementado como tal el orden y limpieza (5s)

3.1.2. Siete desperdicios

Se encuentra mucho material acumulado, debido a esto se asigna un responsable para dar seguimiento, posteriormente se hace una auditoria para ver si han ocurrido mejoras y se determina que si, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4

EVALUACIÓN SIETE DESPERDICIOS EN EL SECTOR AUTOMOTRIZ

7 DESPERDICIOS	No. De OP.	Hallazgo	Propuesta	Avance	Responsable	Seguimiento
sobreinventario	15	Tienen mucho material acumulado. Ya planchado	Hacer flujo one-piece-flow. Se mejora con los punzones y el lay out	100%	Ingeniería	Froylan
transporte	10	Ir a buscar al montacarguista. No hay persona asignada de material para para towelbar	Asignar una persona de materiales para surtimiento	100%	Materiales	Hernán
proceso	15	no se tiene la IT.	Postear IT	100%	Ingeniería	Froylan
	20	se mueve el alma.	colocar un tope a una sola alma con imanes. Analizar movimiento de alma.	100%	Calidad	Omar/Froylan
Movimientos	almacén a dobladora	Camina 58.3m	Lay out	100%	Ingeniería	Froylan
	op 10-20	Camina 1.2 m	Lay out	100%	Ingeniería	Froylan
	op 20 a 30	Camina 1m	Lay out	100%	Ingeniería	Froylan
	op 150 para pintura	Camina 121.1 m	Lay out	100%	Ingeniería	Froylan
	op 150 a empacado	Camina 11.7 m	Lay out	100%	Ingeniería	Froylan
	de almacén a la línea (termofil)	180 ida y 180 vuelta	Lay out	100%	Ingeniería	Froylan
Inventario	LINEA B largo (363166AA01)	3300 Pzas	almacén MP. Confirmar con planeador. Adrián Juárez y Ruben castañeda.	100%	Materiales	Hernan
	LINEA A corto (363167AA01)	1684Pzas.	almacén MP. Confirmar con planeador. Adrián Juárez y Ruben castañeda.	100%	Materiales	Hernan
	LINEA B (422)	6400Pzas.	almacén MP. Confirmar con planeador. Adrián Juárez y Ruben castañeda.	100%	Materiales	Hernan
	LINEA A largo (363166AA01)	2597Pzas.	proceso. Surtir contra programa de producción	100%	Materiales	Hernan
	LINEA A corto (363167AA01)	1397Pzas.	proceso. Surtir contra programa de producción	100%	Materiales	Hernan
	LINEA B (422)	8762Pzas.	proceso. Surtir contra programa de producción. Seguimiento a la desviación para piezas por planicidad.	100%	Materiales	Hernan. Desviación: Julio

Fuente: La figura fue tomada del proyecto aplicación de la metodología lean manufacturing para una línea de producción en el sector automotriz.

La tabla muestra como a través del estudio y seguimiento de desperdicios se realizan mejoras en la empresa.

3.1.3. Línea base

Se realiza una línea base para luego hacer una comparación después de implementación y revisar si existen mejoras:

Tabla 5

LÍNEA BASE

	Base-line
Espacio	138 m ²
Distancia	Línea A: 17.5m Línea B: 6.5m
Rate (Pzs/hr)	200
Flujo continuo	sin flujo
5's	76.7%

Fuente: la figura fue tomada del proyecto aplicación de la metodología lean manufacturing para una línea de producción en el sector automotriz.

La tabla 5, muestra el espacio, las piezas por hora y el porcentaje de las 5S.

Las dos líneas de producción se dividen de la siguiente manera:

Tabla 6

LÍNEAS DE PRODUCCIÓN CASO UNO

Máquinas comunes

	Linea A		Linea B	
	Utilización (hrs)	Utilización (%)	Utilización (hrs)	Utilización (%)
<i>Doblado</i>	8.17	96%	6.73	79%
<i>Prensado</i>	5.06	59%	7.13	84%

Fuente: la tabla fue tomada del proyecto aplicación de la metodología lean manufacturing para una línea de producción en el sector automotriz.

La tabla 6, muestra las horas y el porcentaje de utilización de cada línea.

El personal se divide así:

Tabla 7

DIVISIÓN DEL PERSONAL CASO UNO

Linea A			Linea B		
	1er turno	2do turno		1er turno	2do turno
<i>Doblado</i>	1	0	<i>Doblado</i>	0	1
<i>Prensado</i>	1	0	<i>Prensado</i>	0	1
<i>Soldadura</i>	1	1	<i>Barrenado</i>	1	
<i>Barrenado</i>	1		<i>Inspección</i>	1	
<i>Termofit</i>	1		<i>Empaque</i>	2	
<i>Empaque</i>	1				
	7			6	
Total de mano de obra			13		

Fuente: la tabla fue tomada del proyecto aplicación de la metodología lean manufacturing para una línea de producción en el sector automotriz.

La tabla 7, define el personal utilizado para cada operación en cada una de las líneas (línea A y B).

Por consiguiente, se establecen dos posibles mejoras:

1. Ocupar una prensa que se encontraba en la planta sin usar adaptarla y así romper un cuello de botella
2. Ocupar un operador para dos operaciones, lo que da como resultado una mejora en eficiencia de mano de obra del 23%

RESULTADOS

1. Como resultado se determina la reducción de espacio del 31.8% tomando en cuenta los espacio ocupados por las líneas A y B
2. El número de piezas por hora aumentó en un 6% al implementar el flujo continuo y las 5S llegaron al 78.3%.
3. Como resultado de la mejora financieramente se ahorró lo siguiente 28071 USD / al año

3.2.Segundo caso: empresa Yamaha

La implementación de la filosofía Lean en la empresa Yamaha se caracteriza por el desarrollo y cumplimiento de las siguientes fases (León, Marulanda, & González, 2017):

3.2.1. Compromiso de la dirección

Los directivos de la empresa entendieron la magnitud de la importancia de implementar esta filosofía ya que determinaron que traería resultados positivos e impactantes en la empresa.

3.2.2. Liderazgo

Delegar líderes con entrenamiento y capacitación en el tema se marcó también como un punto clave y estratégico para el éxito en la implementación

3.2.3. Seguimiento e indicadores

Atender los indicadores a tiempo para evitar atrasos en la implementación y así cumplir todo en el tiempo planteado.

3.2.4. Entrenamiento

El entrenamiento es una de las claves esenciales para poder cumplir con éxito esta implementación, claro está, teniendo en cuenta características como: debe ser desarrollado por

gerentes y líderes lean, realizarlo en el campo de trabajo, entender los principios del sistema de producción Toyota (TPS) y los líderes deben desarrollar conocimientos y competencia lean.

A través, de todo lo mencionado con anterioridad, la empresa implementó las siguientes herramientas:

Figura 9

HERRAMIENTAS APLICADAS EMPRESA YAMAHA



Fuente: elaboración propia.

La figura muestra las herramientas aplicadas por la empresa Yamaha en el transcurso de la implementación de la filosofía Lean Manufacturing.

A continuación, se muestra una tabla comparativa de aplicación de herramientas de la empresa estudiada:

Tabla 8*COMPARATIVO DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DIFERENTES EMPRESAS*

Empresa/ Herramienta	Siemens S.A.	Único Interior S.A.S.	Empresa textil	Empresa de electrodo- mésticos	Incolmos Yamaha S.A.	Porcentaje aplicación
5'S	X	X	X	X	X	100%
Celdas de Manufactura	X	X		X	X	80%
Gestión Visual	X	X		X	X	80%
TPM	X	X		X	X	80%
Six Sigma	X			X	X	60%
SMED	X	X			X	60%
VSM		X		X	X	60%
Kanban				X	X	40%
Kaizen	X			X	X	40%
JIT	X	X				40%
Producción Sincrónica					X	20%

Fuente: la tabla fue tomada de factores claves de éxito en la implementación de lean manufacturing en algunas empresas con sede en Colombia.

La tabla muestra el comparativo de porcentaje de aplicación de herramientas relacionadas con la filosofía lean.

A través de la implementación de las herramientas mencionadas con anterioridad **tabla 8** la empresa Yamaha consiguió maximizar su producción y espacio dentro de las instalaciones. Por medio del diseño de planta y una excelente asignación de turnos hacen que se aproveche todas las horas de luz posible durante el día en vez de optar por saturar la línea en todo momento sin revisar métodos y circunstancias.

Así mismo se evidencia en el desarrollo del estudio, que la ensambladora Yamaha, presenta mayor variedad en la implementación de herramientas lean, de las cuales 10 son evidenciables, frente a empresas de otros sectores comparadas, que presentan como máximo 8 herramientas implementadas, lo cual se traduce en los conceptos abordados anteriormente, ya

que la industria automotriz, fue de las pioneras en la implementación de la filosofía lean, también se puede inferir que el modelo de producción no es adoptado por Yamaha, principalmente por su modelo de demanda ya que no sólo se produce lo que se necesita sino se manejan stocks.

3.3.Tercer caso: servicio para la reparación de averías de vehículos ligeros

La solución de problemas es la característica primordial de esta empresa, ya que si existe alguno el proceso se detiene inmediatamente, debido a esto se implementó las siguientes herramientas (Caparachín & Cruz, 2019):

3.3.1. Sistema pull

Se implementó el sistema pull para las órdenes de reparación de vehículos. Este sistema permite acceder atendiendo un automóvil a la vez, así como también a llevar una mejor organización y realización de los trabajos sin sobrecarga.

Teniendo en cuenta la situación actual de la empresa con un porcentaje de 74% la tasa de vehículos programados por medio de este sistema pasa a un 94% mejorando así la atención al cliente y el rendimiento en un 20%.

3.3.2. Administración visual

Se implementó en el tablero de control de progreso del trabajo una columna haciendo referencia a aquellos trabajos que por algún “error” u motivo no han seguido en proceso y una ficha donde se registra la fecha y hora de paralización. Se realiza esta actividad con el fin de identificar rápidamente los errores y así actuar de inmediato:

Figura 10*ADMINISTRACIÓN VISUAL EMPRESA AUTOMÓVILES*

Fuente: la figura fue tomada de propuesta para mejorar la eficiencia en el servicio de reparación de averías de vehículos ligeros del sector automotriz, utilizando herramientas Lean Manufacturing.

La figura, muestra como la empresa emplea el método de administración visual para reconocer problemas.

Finalmente, con base en la información actual de la empresa de 93% y por medio de la técnica pasa a un 97% la tasa de reparaciones conformes, tal como se aprecia en la figura 92.

En general por medio de la implementación de la filosofía Lean Manufacturing se obtuvo resultados positivos en el sistema operativo:

Tabla 9*RESULTADOS DE LAS TÉCNICAS UTILIZADAS EN EL CASO DE ESTUDIO 3*

HERRAMIENTA	RESULTADO
Estandarización	La tasa de eficiencia pasó del 73% a 96%
Tasa de citas de reparación	Tasa de citas de reparación pasó del 80% al 92%
Sistema Pull	La tasa de vehículos programados pasó al 94% del 74% del estado inicial
Administración visual	La tasa de vehículos entregados a tiempo pasó del 89% al 97%

Fuente: elaboración propia.

La tabla indica los resultados en porcentaje que se obtuvieron a través de la aplicación de Lean Manufacturing.

En la empresa de origen mexicano, se evidencian avances relacionados con el flujo de la producción y aumento en el rendimiento global de la organización, también se puede deducir que la estandarización es un factor crucial producto de las acciones lean implementadas, ya que la misma disminuye la variabilidad, que principalmente se traducen en retrabajos.

La administración visual es otro factor importante a resaltar en el presente caso, ya que permite conocer en qué parte del proceso y las características del mismo, de cada automóvil, además aporta fiabilidad al proceso, debido a que se disminuyen errores relacionadas con malas prácticas, u omisión en las tareas programadas.

4. Conclusiones

La implementación de Lean Manufacturing es de suma importancia en las empresas, ya que con esto se elimina todo aquel proceso y/o actividad que no agrega valor a la empresa, de modo que aumente la productividad.

Desde la perspectiva en la aplicación de herramientas lean en Latinoamérica, se pueden evidenciar avances significativos en cuanto a la adopción de herramientas más que de la filosofía empresarial, se pueden evidenciar avances como por ejemplo los realizados por Incolmotos ensambladora de Yamaha, en la cual se evidencia que independientemente del grado de implementación, se cuenta con una variedad de herramientas lo suficientemente amplia que se pueda traducir en resultados globales para la empresa.

Por último, se puede contrastar que las técnicas lean al igual que otras filosofías, aportan al crecimiento empresarial, principalmente a la obtención de resultados operacionales como se evidencia en los casos de éxito, sin embargo, se hace necesario aclarar que para la correcta implementación de una filosofía lean o un conjunto de herramientas lean, la participación de la alta dirección es fundamental para el logro de resultados.

A través del análisis de los casos se pudo determinar que la aplicación de herramientas Lean en el sector automotriz es realmente notable ya que se obtuvo una reducción de espacio del 31.8%, el número de piezas por hora aumentó en un 6% al implementar el flujo continuo y las 5S llegaron al 78.3% y financieramente se ahorró 28071 USD / al año.

En el caso de reparación de vehículos ligeros la tasa de eficiencia pasó del 73% a 96%, tasa de citas de reparación pasó del 80% al 92%, la tasa de vehículos programados pasó al 94% del 74% del estado inicial y la tasa de vehículos entregados a tiempo pasó del 89% al 97%.

Bibliografía

Socconini, L. (2019). Una guía para líderes que están rediseñando las empresas del futuro Lean Company más allá de la manufactura. ICG Marge. 62 p.

Womack, J. y Jones, D. (2007). *The Machine That Changed the World*. New York: Free Press.

Tejeda, A. (2011). Mejora de lean manufacturing en los Sistema productivos. 276-310. <http://repositoriobiblioteca.intec.edu.do/bitstream/handle/123456789/1364/CISO20113602-276-310.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Yang-Hua, L y Landeghem, V. (2017). Analyzing the effects of Lean manufacturing using a value stream mapping-based simulation generator [Journal] / *International Journal of Production Research*, 13: Vol. 45.

Padilla, L. (2010). Lean manufacturing manufactura esbelta/ágil. *Revista ingenieria primero*. 65 p.

García, F. Lean seis sigmas: una filosofía de producción. *Revista virtual pro*. <https://www.virtualpro.co/biblioteca/lean-seis-sigma-una-nueva-filosofia-de-produccion>

Arrieta, J. G. (2007). Interacción y conexiones entre las técnicas 5s, SMED y Poka Yoke en procesos de mejoramiento continuo. 139 p.

Bheda, R, Narag., A. S, & Singla, M. L. (2003). Apparel Manufacturing a Strategy for Manufacturing Improvement. *Journal of Fashion Marketing and Management*, p. 12.

Reeb, J y Leavengood, S. (2010). Introducción a la manufactura esbelta. Oregon State University (OSU). <https://www.virtualpro.co/biblioteca/introduccion-a-la-manufactura-esbelta>

Hidalgo, D. (2005). Implementación de una tecnología con la técnica 5S para mejorar el área de matricera de una empresa extrusora de aluminio. 17 p.

Shingo, S. (1993). Una revolución en la producción: sistema SMED. 3ª ed. Traducido en tecno aeronáutica S.A. Edition inglesa.

Shingo, S (1990). El sistema de producción Toyota. Productivity Press. 25 p.

Arrieta, F. (2007). Interacción y conexiones entre las técnicas Ss, SMED y Poka Yoke en procesos de mejoramiento continuo. Universidad EAFIT. 8 p.

Arrieta, J., Botero., V., y Romano, M. (2010). Benchmarking about Lean Manufacturing in the Textile Sector in Medellin. Universidad ESAN. 142 p.

Vineet, K. (201 1). Una visión general del concepto Kaizen. Visual Soft India Pvt (VSRD). 5 p.

Reyes, P. (2002). Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas. Revista Contaduría y Administración. 63 p.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39520506>

Harry, M y Schroeder, R. (2000). Six Sigma, Doubleday-Random House, Nueva York, p. 45.

Jaramillo, C. (2012). Modelación de células de manufactura flexible mediante redes de Petri y autómatas celulares. Universidad autónoma del estado de Hidalgo, 35 p.

Irani, S. (1999). Handbook of cellular manufacturing systems. John Wiley and Sons.

Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM. Productivity Press. EUA. 2 p.

Rey, F. (2007). Análisis del valor añadido para mejorar la productividad. Técnica industrial. 43 p.

Liker, J. (2004) The Toyota Way, McGraw Hill, New York, U.S.A. The Roots of Lean: Training within Industry- the origin of Kaizen, , AME.

Tejeda, A. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. Ciencia y Sociedad. Santo Domingo, República Dominicana.

Soler, V. (2015). Lean manufacturing. What is and what is no Errors in its most common application and Interpretation. Revista 3C technology.

Giannassi, E. (2013). Desperdicios en la producción. Instituto nacional de tecnología industrial.
<http://www.uic.org.ar/Archivos/Revista/File/Desperdicios%20de%20la%20producci%C3%B3n-%20Ef.%20Em..pdf>

González, F. (2007). Manufactura esbelta (lean manufacturing). Principales herramientas Revista panorama administrativo. 38 - 39 p.

Giraldo, S; Saldarriaga, L y Moncada, Y. (2013). Diseño de una metodología de implementación de lean manufacturing en una pyme (momentos classic). Universidad de San Buenaventura. Medellín.

Vázquez, J. (2013). Indicadores de evaluación de la implementación del lean manufacturing en la industria. Universidad de Valladolid. Escuela de ingenierías industriales.

León, E; Marulanda, N y González, H. (2017). Factores claves de éxito en la implementación de lean manufacturing en algunas empresas con sede en Colombia. Revista de la facultad de ciencias económicas y administrativas Universidad de Nariño. 93 – 99 p.